МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ
СОЮЗТЕХЭНЕРГО

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТ С РЕЛЕ СЕРИЙ РНТ И ДЗТ-10

МУ 34-70-038-83

СО 34 35 660

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ
"СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТ С РЕЛЕ СЕРИЙ РНТ И ДЗТ-10

МУ 34-70-038-83

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ИНФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1983

УДК 621.316.925

РАЗРАБОТАНО предприятием "Донтехэнерго"

ИСПОЛНИТЕЛЬ И.П.ГРИЦЕНКО (электроцех)

УТВЕРЖДЕНО Производственным объединением по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго"

Зам. главного инженера А.Д.ГЕРР

14.04.1983 г.

В Методических указаниях приведены сведения, необходимые для технического обслуживания дифференциальных защит с реле серий РНТ и ДЗТ-10 (РНТ-565, РНТ-566, РНТ-566/2, РНТ-567, РНТ-567/2, ДЗТ-11, ДЗТ-11/2, ДЗТ-11/3, ДЗТ-11/4, ДЗТ-11/5).

С выходом настоящих Методических указаний аннулируется "Инструкция по наладке, проверке и эксплуатации дифференциальных реле серии РНТ" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1972). "Инструкция по проверке и эксплуатации дифференциальных реле серии ДЗТ" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1975) может быть использована применительно к дифференциальным реле ДЗТ-13, ДЗТ-13/2, ДЗТ-13/3, ДЗТ-13/4, ДЗТ-14. Указанная Инструкция должна применяться с учетом требований настоящих Методических указаний.

В Методических указаниях приведены также сведения по техническому обслуживанию модернизированных реле РНТМ-565 и ДЗТМ-10.

Методические указания предназначены для инженерно-технических работников, занимающихся наладкой и техническим обслуживанием устройств релейной защиты и электроавтоматики.

© СПО Союзтехэнерго, 1983.

Ответственный редактор И.Л.Левина
Литературный редактор Н.А.Тихоновская
Технический редактор Е.Н.Бевза
Корректор К.И.Миронова

Л 99987 Подписано к печати 23.09.83 Формат 60х84 1/16
Печ.л. 5,0 (усл.-печ.л. 4,65) Уч.-изд.л 4,5 Тираж 1650 экз.
Заказ № 217/6 Издат № 120/83 Цена 67 коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
117292, Москва, ул.Ивана Бабушкина, д.23,корп.2

Методические указания
по техническому обслуживанию
дифференциальных защит с реле
серий РНТ и ДЗТ-10

МУ 34-70-038-83

ВВЕДЕНИЕ

Реле серий РНТ и ДЗТ-10 предназначены для использования в схемах дифференциальных защит основного оборудования электрических станций и подстанций (генераторов, синхронных компенсаторов, силовых трансформаторов и автотрансформаторов, блоков генератор-трансформатор и генератор-автотрансформатор, электродвигателей, реакторов, сборных шин).

Реле РНТ-566, РНТ-566/2, ДЗТ-11/2, ДЗТ-11/3, ДЗТ-11/4 предназначены для использования в схемах дифференциальных защит с разными номинальными токами трансформаторов тока (1 и 5 А);

реле РНТ-567 и РНТ-567/2 - для дифференциальной защиты шин: РНТ-567 используется в схемах с номинальным вторичным током 5А; РНТ-567/2-в схемах с номинальным вторичным током 1 А; реле ДЗТ-11/5 используется в схемах дифференциальных защит генераторов.

Реле серии ДЗТ-10 применяются в тех случаях, когда отстройка от периодических токов небаланса при внешних КЗ приводит к недопустимому загрублению дифференциальной защиты при выполнении ее с реле серии РНТ.

1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ РЕЛЕ

1.1.Реле дифференциальных защит серий РНТ и ДЗТ-10 состоят из исполнительного органа, выполненного на базе электромагнитного реле РТ-40, и одного насыщающегося трансформатора тока (НТТ).

Исполнительный орган и НТТ смонтированы в общем прямоугольном корпусе, состоящем из цоколя и кожуха.

I.2. Магнитопровод НТТ выполнен трехстержневым; сечение его среднего стержня в два раза больше сечения крайних стержней.

I.3. У реле РНТ на среднем стержне магнитопровода НТТ размещены первичные обмотки, имеющие отводы, что позволяет выравнивать действие токов плеч дифференциальной защиты и выполнять ступенчатое регулирование тока срабатывания.

На среднем и правом стержнях (рис. I) магнитопровода НТТ расположены соответственно обмотки $W'_{КЗ}$ и $W''_{КЗ}$, образующие с резистором $R_{КЗ}$ короткозамкнутый контур, который улучшает отстройку от переходных токов с апериодической составляющей. Числа витков указанных обмоток выбраны в отношении $W'_{КЗ} : W''_{КЗ} = I:2$. Степень отстройки от переходных режимов осуществляется изменением значения сопротивления резистора $R_{КЗ}$. Наибольшая степень отстройки будет при $R_{КЗ} = 0$.

На левом стержне магнитопровода НТТ расположена вторичная обмотка, в цепь которой включается обмотка исполнительного органа и регулируемый резистор $R_{Ш}$.

I.4. У реле ДЗТ на среднем стержне магнитопровода НТТ также расположены первичные обмотки, которые выполняются аналогично первичным обмоткам реле РНТ.

На крайних стержнях магнитопровода (рис.2) расположены катушки тормозной и вторичной обмоток, имеющие равное число витков.

Обе катушки тормозной обмотки выполнены с отпайками, что позволяет ступенчато регулировать степень отстройки от периодических токов небаланса при внешних КЗ. Наибольшая степень отстройки будет при включении всех витков тормозной обмотки. Намотка тормозных катушек выполнена таким образом, что при переключении ответвлений каждый стержень магнитопровода НТТ охватывается одинаковым числом витков тормозной обмотки (рис. 2-3).

Вторичная обмотка шунтируется регулируемым резистором $R_{Ш}$. Исполнительный орган подключен к части витков вторичной обмотки.

Соединение частей тормозной и вторичной обмоток НТТ выполнено таким образом, что взаимоиндукция между этими обмотками отсутствует, а есть трансформаторная связь только между первичной и вторичной обмотками.

I.5. Переключение ответвлений первичных (РНТ, ДЗТ) и тормозных (ДЗТ) обмоток осуществляется с помощью штепсельных винтов.

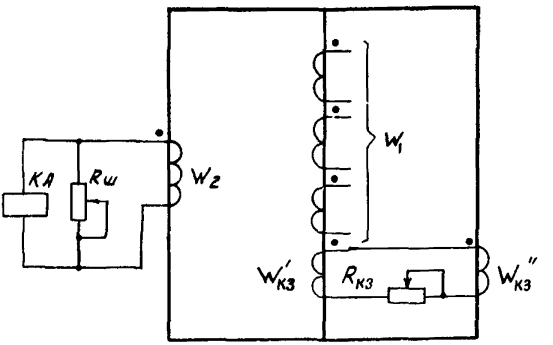

Рис. I. Упрощенная схема реле РНТ

Цифры у гнезд на колодках НТТ обозначают число витков.

I.6. Дифференциальные защиты с реле серий РНТ и ДЗТ-IO выполняются по схеме с циркулирующими токами. Их токи срабатывания должны быть отстроены от токов небаланса переходных режимов при внешних КЗ, а также от бросков намагничивающего тока (б.н.т.) ДЗ трансформаторов и автотрансформаторов. Указанные токи небаланса имеют несинусоидальную форму и содержат значительную апериодическую составляющую. Отстройка от них, при требуемой чувствительности в рассматриваемых дифференциальных защитах (ДЗ) осуществляется с помощью НТТ реле РНТ и ДЗТ.

Апериодическая составляющая тока небаланса насыщает сердечник НТТ и тем самым ухудшает условия трансформации между его первичными и вторичной обмотками, автоматически увеличивая первичный ток срабатывания.

I.7. Реле РНТ имеют повышенную отстройку от токов небаланса с апериодической составляющей, что оказывается необходимым в случаях, когда апериодическая составляющая частично поглощается ТТ из-за значительной нагрузки на них.

Указанная отстройка осуществляется с помощью короткозамкнутого контура НТТ, частично ослабляющего действие периодической составляющей тока.

Отстройка реле РНТ от периодических токов небаланса значительных при внешних КЗ производится увеличением уставки тока

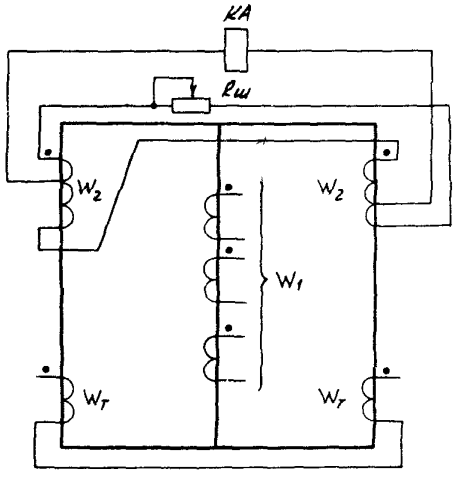

Рис. 2. Упрощенная схема реле ДЗТ-10

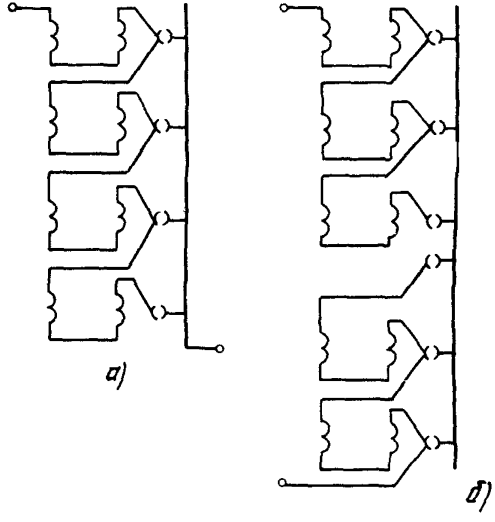

Рис. 3. Принципиальная схема переключения ответвлений тормозных обмоток реле серии ДЗТ-10:

а – реле ДЗТ-11 и ДЗТ-11/3;
б – реле ДЗТ-11/2, ДЗТ-11/4 и ДЗТ-11/5

срабатывания, что в ряде случаев приводит к снижению чувствительности защиты.

В указанных случаях применяются реле ДЗТ с магнитным торможением от токов внешних КЗ. В реле ДЗТ тормозной ток подмагничивает крайние стержни НТТ и тем самым ухудшает условия трансформации между первичной и вторичной обмотками, автоматически увеличивая ток срабатывания.

I.8. В приложении I изложен принцип действия дифференциальных защит, технические данные реле РНТ и ДЗТ-I0 приведены в приложении 2.

2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

2.I.При наладке и эксплуатации дифференциальных защит с реле РНТ и ДЗТ-I0 необходимо руководствоваться требованиями действующих Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок, Правил пользования и испытания защитных средств, применяемых в электроустановках.

2.2. Изменение положения штепсельных витков первичных и тормозных обмоток реле в процессе эксплуатации должно производиться таким образом, чтобы исключалась возможность размыкания при этом вторичных обмоток ТТ, т.е. при выполнении указанной операции реле должны быть обесточены (например, снятием рабочих крышек испытательных блоков в токовых цепях ДЗ).

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ДЗ С РЕЛЕ РНТ и ДЗТ-I0

Техническое обслуживание дифференциальных защит с реле РНТ и ДЗТ-I0 должно производиться в соответствии с программами для каждого вида технического обслуживания, приведенными в "Правилах технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и линий электропередачи 35-330 кВ". (М.: СПО Союзтехэнерго, I979).

В этих программах указан полный объем и последовательность технического обслуживания. Ниже приведена программа технического обслуживания ДЗ только при проверке их электрических характеристик.

Наименование операции	Вид технического обслуживания				
	Н	КI	В	ЧВ,К	О
I. ДЗ с реле РНТ-565 - РНТ-567/2					
I.I. Проверка реле РНТ					
I.I.I. Осмотр реле (примечание 3) и проверка механической части исполнительного органа	+	+	+	+	
I.I.2. Проверка состояния изоляции (примечание 3)	+	+	+	+	
I.I.3. Проверка электрических характеристик исполнительного органа при отключенном НТТ	+	+	+		
I.I.4. Проверка правильности выполнения короткозамкнутых обмоток	+				
I.I.5. Проверка НДС и тока срабатывания реле на рабочих уставках	+	+	+		
I.I.6. Проверка коэффициента надежности реле	+				
I.I.7. Проверка надежности работы контактов реле	+	+	+		
I.2. Комплексная проверка защиты					
I.2.I. Опробование защиты в полной схеме присоединения (примечание 4)	+	+	+	+	+
I.2.2. Проверка токов срабатывания дифференциальных реле в полной схеме защиты	+	+	+	+	+

Наименование операции	Вид технического обслуживания				
	Н	КI	В	ЧВ,К	О
I.2.3. Измерение времени действия защиты	+	+	+		
I.2.4. Проверка защиты рабочим током (примечание 5)	+	+	+	+	
2. ДЗ с реле ДЗТ-II - ДЗТ-II/5					
2.I. Проверка реле ДЗТ					
2.I.I. Осмотр реле (примечание 3) и проверка механической части исполнительного органа	+	+	+	+	
2.I.2. Проверка состояния изоляции (примечание 3)	+	+	+	+	
2.I.3. Проверка электрических характеристик исполнительного органа при отключенном НТТ	+	+	+		
2.I.4. Проверка отсутствия взаимоиндукции между тормозной и вторичной обмотками	+				
2.I.5. Проверка МДС и тока срабатывания реле на рабочих уставках при отсутствии торможения	+	+	+		
2.I.6. Проверка коэффициента надёжности	+				
2.I.7. Проверка тормозных характеристик	+	+	+		
2.I.8. Проверка надежности работы контактов реле	+	+	+		
2.2. Комплексная проверка защиты					
2.2.I. Опробование защиты в полной схеме присоединения (примечание 4)	+	+	+	+	+

Наименование операции	Вид технического обслуживания				
	Н	КI	В	ЧВ,К	О
2.2.2. Проверка токов срабатывания дифференциальных реле в полной схеме защиты	+	+	+	+	
2.2.3. Измерение времени действия защиты	+	+	+		
2.2.4. Проверка защиты рабочим током (примечание 5)	+	+	+	+	

Примечания: I. Знак "+" указывает на необходимость выполнения операции. 2. Проверка электрических характеристик при В,ЧВ в случае разборки или замены элементов производится в объеме, соответствующем новому включению. 3. При профилактическом контроле производится только внешний осмотр аппаратуры и измерение сопротивления изоляции ДЗ в полной схеме. 4. При профилактическом контроле опробование защиты в полной схеме с проверкой действия сигнализации производится при подведении к ДЗ токов от постороннего источника. 5. Проверка ДЗ рабочим током при профилактическом контроле производится в объеме программы, указанной в Правилах технического обслуживания устройств РЗА.

3.I. Подготовительные работы

3.I.I. Проверить соответствие проекта ДЗ техническим данным защищаемого оборудования, применяемым реле и требованиям директивных документов. Необходимые изменения в схеме ДЗ должны быть согласованы с МС РЗАИ или ЦС РЗАИ.

Центральная или местная служба РЗАИ (в зависимости от того, в чьем оперативном управлении - диспетчера энергосистемы или диспетчера предприятия - находится присоединение) задает уставки защиты в объеме, указанном в протоколах проверки (приложения 3,4).

3.I.2. Подготовить необходимые измерительные приборы, инструмент, приспособления, соединительные провода (приложение 5).

3.I.3. При подготовке рабочего места для технического обслуживания ДЗ следует руководствоваться требованиями, приведенными в "Указаниях по организации работ на панелях и в цепях устройств релейной защиты, электроавтоматики (системной и противоаварийной),

управления и сигнализации на электрических станциях и подстанциях" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1977) и в Правилах технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики.

3.2. Осмотр и проверка механической части

3.2.1. Внешний и внутренний осмотры, а также ревизия механической части реле должны производиться в соответствии с указаниями, приведенными в Правилах технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики.

При осмотре следует проверить:

а) надежность крепления и правильность установки реле на панели защиты;

б) целость корпуса и крышки реле, а также качество их уплотнения;

в) наличие и правильность надписей на устройствах; правильность маркировки кабелей, жил кабелей и проводов;

г) надежность контактных соединений в реле и на его выводах, на ряду зажимов панели;

д) надежность паек в реле;

е) наличие зазоров между соседними выводами на колодках зажимов НТТ;

ж) исправность резьбы штепсельных винтов переключения ответвлений обмоток НТТ;

з) надежность контактов регулировочных резисторов реле.

3.2.2. Проверку механической части исполнительного органа следует производить в соответствии с действующими указаниями по проверке электромагнитных реле серий РТ и РН. При этом проверить:

а) осевой люфт подвижной системы, который должен составлять примерно 0,3 мм;

б) зазоры между полюсами магнитопровода и якорем подвижной системы в притянутом положении, которые должны быть примерно одинаковыми и равными 0,3–0,4 мм;

в) состояние спиральной пружины (отсутствие следов окисления; равномерный зазор между витками; расположение витков в одной плоскости, перпендикулярной оси вращения подвижной системы);

г) состояние контактной системы (расположение в одной плос-

кости неподвижных контактных пластин и параллельность их осей, касание без давления контактными пластинами передних упоров при размыкании контактов и наличие при этом зазоров 0,2-0,3 мм между контактными пластинами и задними упорами; возможность свободного поворачивания на 5-8° подвижного контактного мостика и наличие осевого люфта мостика в пределах 0,1-0,15 мм; суммарный воздушный зазор между неподвижными контактными пластинами и контактным мостиком 2-2,5 мм; угол встречи контактов (около 30°); совместный ход замыкающих контактов 1,5-2,0 мм).

Указанные параметры (зазоры, угол встречи контактов, их совместный ход и др.) соответствуют требованиям действующей Инструкции по проверке электромагнитных реле серий РТ и РН, и заводской документации по дифференциальным реле РНТ и ДЗТ-10.

При необходимости зазор между полюсами магнитопровода следует регулировать перемещением магнитопровода.

3.3. Проверка изоляции

3.3.1. Проверка изоляции дифференциальной защиты с реле РНТ и ДЗТ-10 должна производиться в следующем объеме:

а) измерение сопротивления изоляции реле РНТ и ДЗТ-10;

б) измерение сопротивления изоляции защиты в полной схеме;

в) испытание изоляции цепей защиты.

3.3.2. Мегаомметром на 1000 В следует измерить сопротивление изоляции первичных, тормозной, короткозамкнутых и вторичной обмоток НТТ, а также цепи оперативного тока реле относительно корпуса и между собой.

Во всех перечисленных случаях сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

В полной схеме защиты следует измерить сопротивление изоляции токовых цепей, оперативных цепей и цепей сигнализации относительно корпуса и между собой. При этом сопротивление изоляции должно быть не менее 1,0 МОм.

3.3.3. Электрическая прочность изоляции токоведущих частей реле должна испытываться в полной схеме защиты. Для испытания цепей защиты следует закоротить между собой все токоведущие цепи на зажимах реле РНТ или ДЗТ-10.

Испытание электрической прочности изоляции цепей защиты следует производить напряжением I000 В переменного тока в течение I мин относительно "земли".

При первом профилактическом контроле и профилактическом восстановлении допускается производить испытание цепей защиты мегаомметром на 2500 В в течение I мин.

После испытания прочности изоляции еще раз следует измерить сопротивление изоляции всех цепей в соответствии с п.3.3.2. Изоляция защиты считается выдержавшей испытания, если сопротивление изоляции, измеренное до и после испытания, - одинаково.

После окончания испытаний необходимо удалить все временные закоротки.

3.4. Проверка электрических характеристик исполнительного органа

3.4.I. Исполнительный орган (реле РТ-40) следует отключить от НТТ (снять перемычку II-I2). Указатель уставки при проверке должен находиться на заводской отметке.

3.4.2. От регулируемого источника на зажимы I0 и II реле (рис.4) следует подать синусоидальный ток и, плавно изменяя его, измерить ток и напряжение срабатывания, а также ток возврата исполнительного органа.

Измерение тока и напряжения срабатывания исполнительного органа следует производить приборами класса точности 0,5-I,0 в начальный момент втягивания якоря (на грани срабатывания). При измерении тока вольтметр должен быть отключен. Ход подвижной системы исполнительного органа при трогании должен быть четким.

Контроль срабатывания исполнительного органа может осуществляться по характерному звуку, появляющемуся в момент срабатывания реле, или по показанию измерительного прибора (скачок стрелки прибора в момент срабатывания), или с помощью омметра (пробника), подключенного к контактам реле, или, наконец, с помощью сигнального устройства комплектного испытательного устройства (У5053, УПЗ-2).

Согласно заводским техническим данным (техническое описание и инструкция по эксплуатации) ток срабатывания исполнительного

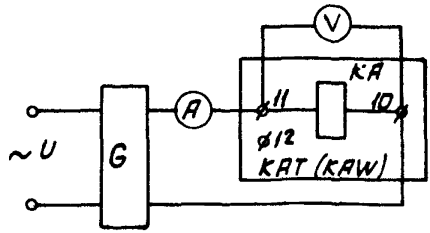

Рис. 4. Схема проверки исполнительного органа;
G - регулируемый источник синусоидального тока

органа дифференциальных реле должен находиться в пределах 0,I6 - 0,I7 А, напряжение срабатывания - в пределах 3,5-3,6 В, а коэффициент возврата должен быть равен 0,8-0,9.

3.4.3. При отклонении параметров реле от указанных выше следует произвести его регулирование.

Для этого следует отвести указатель уставки вправо до отказа и при синусоидальном токе 0,I6-0,I7 А зафиксировать взаимное положение якоря и магнитопровода, при котором напряжение на обмотках реле станет равным 3,5-3,6 В. Регулирование производится перемещением сердечника магнитопровода, а коррекция в небольших пределах - левым упорным винтом. После этого следует установить указатель уставки на заводскую отметку и изменением натяжения пружины добиться требуемого тока срабатывания реле. Вольтметром с внутренним сопротивлением не менее I кОм/В измерить напряжение срабатывания.

При необходимости коэффициент возврата регулируется конечным положением якоря под полюсами (правый упорный винт) и изменением нажатия контактных пружин. Для получения наибольшего избыточного момента (полка якоря реле должна заходить под полюсы электромагнита не более чем на две трети их ширины).

3.5. Проверка правильности выполнения короткозамкнутых обмоток реле РНТ

3.5.I. Правильность выполнения короткозамкнутой обмотки целесообразно проверять по соотношению токов в первичной и короткозамкнутой обмотках, поскольку эти обмотки фактически представляют собой трансформатор тока:

$$F_1 \approx F_K; \quad I_1 W_1 \approx I_K (W'_{K3} + W''_{K3}). \qquad (3.I)$$

3.5.2. Проверка производится по рис. 5 при заданном значении $R_{КЗ}$ и при замкнутой и разомкнутой короткозамкнутой цепи.

Сначала в цепи короткозамкнутого контура реле РНТ следует установить заданное значение $R_{КЗ}$. Измерение значения $R_{КЗ}$ производится мостом постоянного тока при разомкнутой короткозамкнутой цепи на зажиме 9 реле. Затем производится измерение МДС срабатывания при замкнутой и разомкнутой короткозамкнутой цепи. При размыкании короткозамкнутой цепи МДС срабатывания уменьшается на 20-30%.

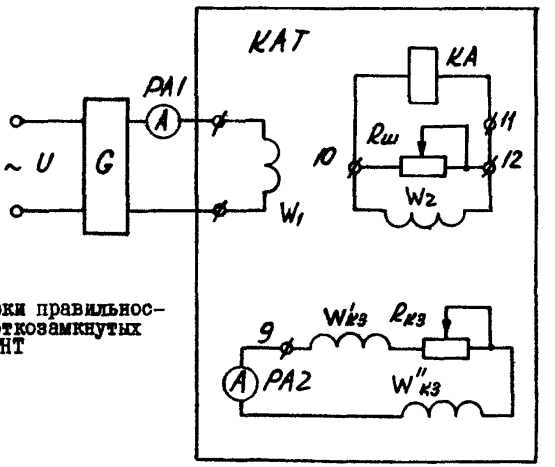

Рис.5.Схема проверки правильности выполнения короткозамкнутых обмоток реле РНТ

При неправильном включении одной из частей короткозамкнутой обмотки МДС срабатывания также уменьшается, а ток короткозамкнутой цепи становится близким к нулю.

3.6. Проверка отсутствия взаимоиндукции между тормозной и вторичной обмотками реле ДЗТ-I0

3.6.I. Проверку отсутствия взаимоиндукции между тормозной и вторичной обмотками реле ДЗТ-I0 следует производить при отключенном от НТТ исполнительном органе (снята перемычка II-I2).

3.6.2. От регулируемого источника тока (рис. 6) следует подать в тормозную обмотку при полном числе витков ток, соответ-

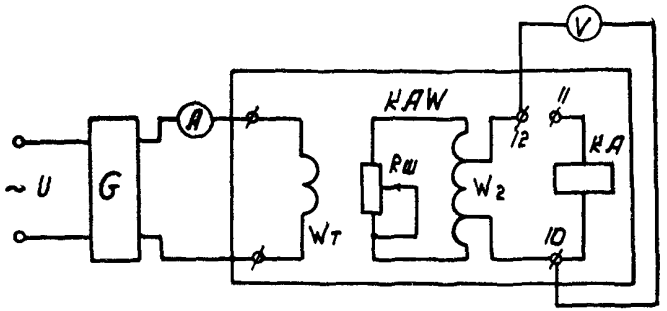

Рис.6. Схема проверки отсутствия взаимоиндукции между тормозной и вторичной обмотками реле ДЗТ-IO

ствующий максимальному току КЗ для тормозной обмотки, и вольтметром с внутренним сопротивлением не менее I кОм/В измерить напряжение на вторичной обмотке реле.

При правильном выполнении и включении секций тормозной и вторичной обмоток измеренное напряжение на вторичной обмотке не должно превышать 4% напряжения срабатывания исполнительного органа (0,I4В).

Если измеренное напряжение превышает 0,I5 В, реле должно браковаться и возвращаться заводу-изготовителю.

3.7. Проверка МДС и тока срабатывания реле на рабочих уставках

3.7.I. На переключающих колодках НТТ следует набрать максимальное число витков первичных обмоток для всех сторон защищаемого присоединения, а в цепи короткозамкнутого контура установить заданное значение $R_{кз}$ (см. п. 3.5.2).

Проверку реле ДЗТ-IO следует производить при отсутствии торможения.

3.7.2. От регулируемого источника тока (рис. 7) в первичные обмотки каждой стороны защищаемого присоединения следует поочередно подать синусоидальный ток и,плавно изменяя его, измерить токи срабатывания реле (в начальный момент втягивания якоря исполнительного органа).

Магнитодвижущая сила срабатывания реле определяется как произведение тока срабатывания на число включенных витков первичной обмотки, т.е.

$$F_{cp} = I_{cp} W_1 . \qquad (3.2)$$

МДС срабатывания для каждой первичной обмотки должна быть равна (I00 ± 5)А.

При отклонении МДС срабатывания от указанного значения в пределах до ±I0% производится регулирование ее значения изменением сопротивления регулируемого резистора $R_ш$, шунтирующего вторичную обмотку. Регулирование следует выполнять с максимальной точностью, добиваясь наименьшего отклонения от I00 А.

3.7.3. При более значительных (свыше I0%) отклонениях МДС срабатывания всех первичных обмоток следует проверить исправность резистора $R_ш$ и надежность его подвижного контакта.

В случае значительных отклонений МДС срабатывания одной из первичных обмоток реле следует проверить правильность выполнения ответвлений этой обмотки.

Проверка производится по рис. 8. Вольтметр, с помощью которого производится измерение распределения напряжения по ответвлениям, должен иметь внутреннее сопротивление не менее I кОм/В.

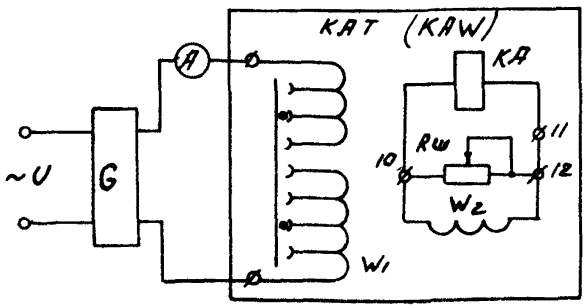

Рис. 7. Схема проверки МДС и тока срабатывания реле РНТ и ДЗТ-I0 на рабочих уставках

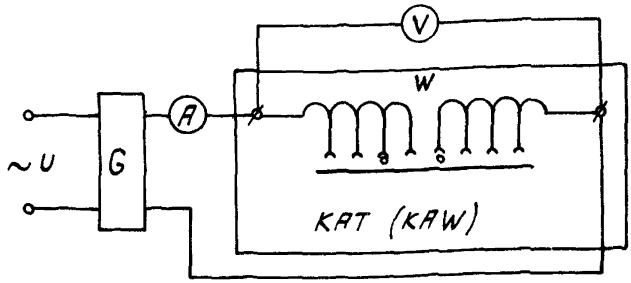

Рис. 8. Схема проверки правильности выполнения ответвлений первичных обмоток НТТ реле РНТ и ДЗТ-I0

Для проверки от регулируемого источника тока следует подать в проверяемую первичную обмотку НТТ при полном числе витков ток, соответствующий (0,5-0,75)$F_{ср}$.

Измеренные значения напряжений на ответвлениях обмотки должны быть пропорциональны числу витков. Для оценки правильности выполнения ответвлений следует сравнить распределение напряжения по ответвлениям данной обмотки с распределением напряжения по ответвлениям аналогичной обмотки проверяемого реле или такой же обмотки другого исправного реле.

3.7.4. После регулирования МДС срабатывания на переключающих колодках НТТ следует установить расчетное число витков первичных обмоток для всех сторон защищаемого присоединения и проверить первичные токи срабатывания и возврата реле.

При проверке первичного тока срабатывания для предотвращения разброса из-за наличия у НТТ петли гистерезиса ток в первичных обмотках реле следует изменять плавно и в одну сторону, т.е. повышать при измерении тока срабатывания и понижать при измерении тока возврата. Измерение токов срабатывания и возврата следует производить два-три раза, а в протокол вносить среднее значение.

3.8. Проверка коэффициента надежности

3.8.I. Коэффициент надежности следует измерять для двух значений первичного тока: $2I_{ср}$ и $5I_{ср}$.

Для реле серии ДЗТ-I0 коэффициент надежности зависит от значения коэффициента торможения. Он имеет максимальное значение при K_T=0 (торможение отсутствует) и уменьшается с увеличением K_T. Завод-изготовитель гарантирует только нижние значения коэффициентов надежности (для реле ДЗТ-I0 при K_T=0,35). Однако значительное увеличение значений коэффициентов надежности по сравнению с нормируемым так же недопустимо, как и снижение.

Заниженное значение коэффициента надежности свидетельствует о быстром насыщении НТТ и снижении надежности работы реле при внутренних повреждениях (в защищаемой зоне), а завышенное - о слишком низком значении индукции в НТТ, т.е. об ухудшенной отстройке реле от б.н.т. и в переходных режимах внешнего КЗ.

3.8.2. Проверку коэффициента надежности следует производить на рабочих уставках. При этом у реле ДЗТ-I0 измерение и (в случае необходимости) регулирование коэффициента надежности следует также производить при таких значениях витков рабочей и тормозной обмоток, когда коэффициент торможения K_T = 0,35.

Примерное число витков рабочих и тормозных обмоток реле ДЗТ-I0, соответствующее коэффициенту торможения K_T = 0,35, приведено ниже.

Тип реле	ДЗТ-II	ДЗТ-II/2	ДЗТ-II/3	ДЗТ-II/4	ДЗТ-II/5
Число витков тормозной обмотки	24	65	I3	I05	32
Число витков рабочей обмотки	W_p+W_{yp}= =35+20	W_p=I48	W_{p3}=30	W_{p1}=239	W_p= 72

Коэффициент надежности может определяться двумя способами.

3.8.2.I. Определение коэффициента надежности по первому способу производится следующим образом.

От регулируемого источника тока (рис. 9,а) в последовательно соединенные рабочую и тормозную обмотки (реле ДЗТ-I0) или в рабочую обмотку (реле РНТ) следует подать синусоидальный ток и, плавно изменяя его, измерить первичный ток срабатывания реле ($I_{ср1}$).

Не изменяя числа включенных витков первичной и тормозной обмоток, следует подать в них синусоидальный ток требуемой кратности ($2I_{ср}$, $5I_{ср}$) и определить положение указателя уставки, при котором исполнительный орган будет находиться на грани срабатывания. Следует иметь в виду, что подача в обмотки реле токов свыше значений, указанных в табл. П2.3, должна производиться кратковременно (в течение времени, необходимого для получения отсчета по амперметру).

Чтобы сердечник НТТ после отключения тока не оставался намагниченным, сначала следует плавно снизить ток до нуля, а затем отключать от реле источник тока.

После определения требуемых положений указателя следует отсоединить от вторичной обмотки НТТ исполнительный орган (снять перемычку II-I2), на зажимы I0-II реле от регулируемого источника тока подать синусоидальный ток (на рис. 9,*а* показано пунктирной линией) и измерить ток срабатывания исполнительного органа при найденных положениях указателя (полученной затяжке пружины).

Отношение измеренного тока срабатывания исполнительного органа к току срабатывания его при нормальной затяжке пружины и является коэффициентом надежности при данной кратности тока в рабочей обмотке (РНТ, ДЗТ-I0) и $K_т$=0,35 (ДЗТ-I0):

$$K_{н2}=\frac{I_{ср\,2}}{I_{ср\,1}} \quad , \quad K_{н5}=\frac{I_{ср\,5}}{I_{ср\,1}} \, . \qquad (3.3)$$

У исправных реле коэффициент надежности должен находиться в пределах:

$$K_{н2} = 1{,}2 \div 1{,}3; \qquad K_{н5} = 1{,}35 \div 1{,}5 \, .$$

После определения коэффициента надежности указатель уставки исполнительного органа следует возвратить в исходное положение и проверить соответствие токов срабатывания исполнительного органа до и после перемещения указателя.

3.8.2.2. Определение коэффициента надежности по второму способу выполняется по схеме (рис. 9,*б*) и заключается в том, что одновременно с первичным током измеряется и вторичный ток в реле с помощью электромагнитного амперметра с малым потреблением

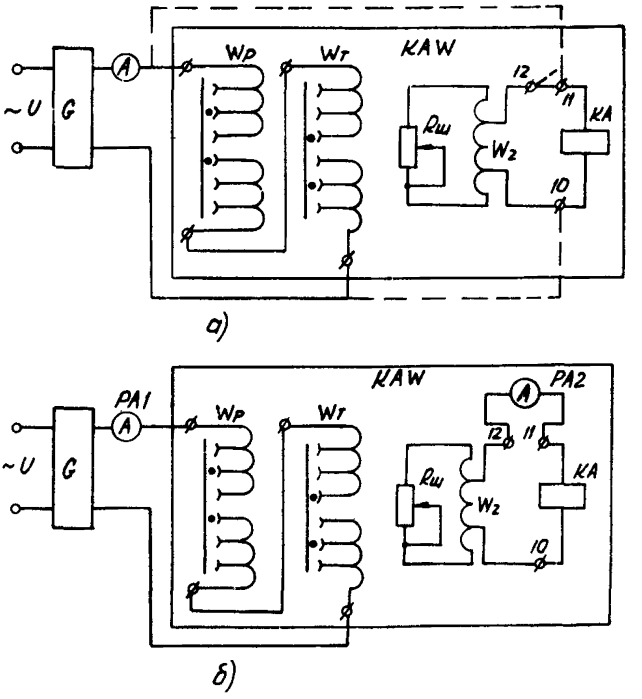

Рис.9.Схема проверки коэффициента надежности дифференциальных реле:

а - с помощью исполнительного органа;
б - с помощью амперметра во вторичной цепи

пример, Э 5I3/4 с пределами измерений 0,25, 0,5, I,0 А). При этом якорь исполнительного органа фиксируется в несработавшем положении и измеряется ток в обмотке исполнительного органа при $F_{ср}$, $2F_{ср}$ и $5F_{ср}$. Коэффициент надежности определяется по формулам:

$$K_{н2}=\frac{I_{р2}}{I_{р1}}, \quad K_{н5}=\frac{I_{р5}}{I_{р1}}. \qquad (3.4)$$

Из-за линейности вторичной цепи снижение тока в ней после включения амперметра пропорционально МДС, поэтому при обоих спо-

собах проверки получаются одинаковые значения коэффициентов надежности. Предпочтительным является второй способ, не требующий повторной проверки тока срабатывания исполнительного органа после определения коэффициентов надежности.

3.8.3. Если коэффициент надежности реле не соответствует требуемым значениям, следует определить рабочую точку реле на кривой зависимости напряжения на обмотке исполнительного органа от тока в первичной обмотке НТТ, заменяющей характеристику намагничивания НТТ.

Для получения указанной зависимости необходимо от регулируемого источника тока поочередно подать в первичную обмотку НТТ синусоидальный ток, соответствующий 60,80,120,135% МДС срабатывания реле, и определить при этом положения указателя уставки (с отметкой на шкале исполнительного органа), при которых исполнительный орган будет находиться на грани срабатывания. Затем следует отключить исполнительный орган от НТТ и определить его напряжение срабатывания при поочередной установке указателя уставки на отмеченные положения.

Рабочая точка реле, соответствующая 100% МДС срабатывания, должна располагаться в начале изгиба полученной кривой, что является непременным условием правильной работы реле. В случае невыполнения указанного условия следует изменить (уменьшить, если $K_н$ меньше нормируемого) напряжение и ток срабатывания исполнительного органа и повторно выполнить проверку реле по пп.3.7.1 - 3.8.3. При этом параметры срабатывания исполнительного органа следует изменять в допустимых пределах и не рекомендуется изменять затяжку стали стержней НТТ.

Если невозможно получить требуемый коэффициент надежности при условии расположения рабочей точки в начале изгиба характеристики намагничивания НТТ, то реле следует заменить.

3.9. Проверка тормозных характеристик реле ДЗТ-10

3.9.1. Тормозные характеристики реле следует проверять при наибольшем и наименьшем торможении.

С целью уменьшения объема технического обслуживания следует проверять тормозные характеристики реле по контрольным точкам.

Число витков рабочих и тормозных обмоток, устанавливаемых при проверке контрольных точек тормозных характеристик, приведено в табл. 3.I.

Таблица 3.I

Тип реле	Тормозная цепь			Рабочая цепь				
	Число витков тормозной обмотки	Ток торможения, А	МДС торможения, А	Число витков рабочих обмоток	Контрольные точки			
					Торможение		Срабатывание	
					Ток, А	МДС, А	Ток, А	МДС, А
ДЗТ-II	24	I2,50	300	W_{p+} W_{yp}= =35+34	3,450	240	6,I0	420
ДЗТ-II/2	I75	I,70	300	W_p =295	0,8I5	240	I,26	420
ДЗТ-II/3	24	I2,50	300	W_{2p}=I6I	I,450	240	2,60	420
ДЗТ-II/4	I75	I,70	300	W_{2p}=I6I	I,450	240	2,60	420
ДЗТ-II/5	36	8,33	300	W_p =I44	I,670	240	2,9I	420

Проверку следует производить по рис. I0,*а*. В качестве источников тока I*G* и 2*G* могут быть соответственно использованы регулировочный блок К5I3 (питание рабочей обмотки) и нагрузочный блок К5I4 (питание тормозной обмотки) установки У5052. При проверке в блоке К5I3 следует вводить предвключенный резистор (в цепи первичной обмотки нагрузочного трансформатора), а на выходе блока К5I4 включать последовательно с тормозной обмоткой реостат, сопротивление котсрого должно удовлетворять требованиям приложения 5 (п. П5.I.3).

Проверку контрольных точек, соответствующих торможению, следует производить при наименьшем торможении ($\dot{I}_т \cdot \dot{I}_р = 90^0$),а соответствующих срабатыванию - при наибольшем торможении ($\dot{I}_т \cdot \dot{I}_р = 0^0$).

Следует отметить, что на заводе-изготовителе проверка тормозных характеристик производится при том же числе витков обмоток, которые указаны в табл. 3.I, но при МДС торможения 900А. При этом наличие торможения проверяется при МДС рабочей обмотки 680А, а срабатывание - при I350А.

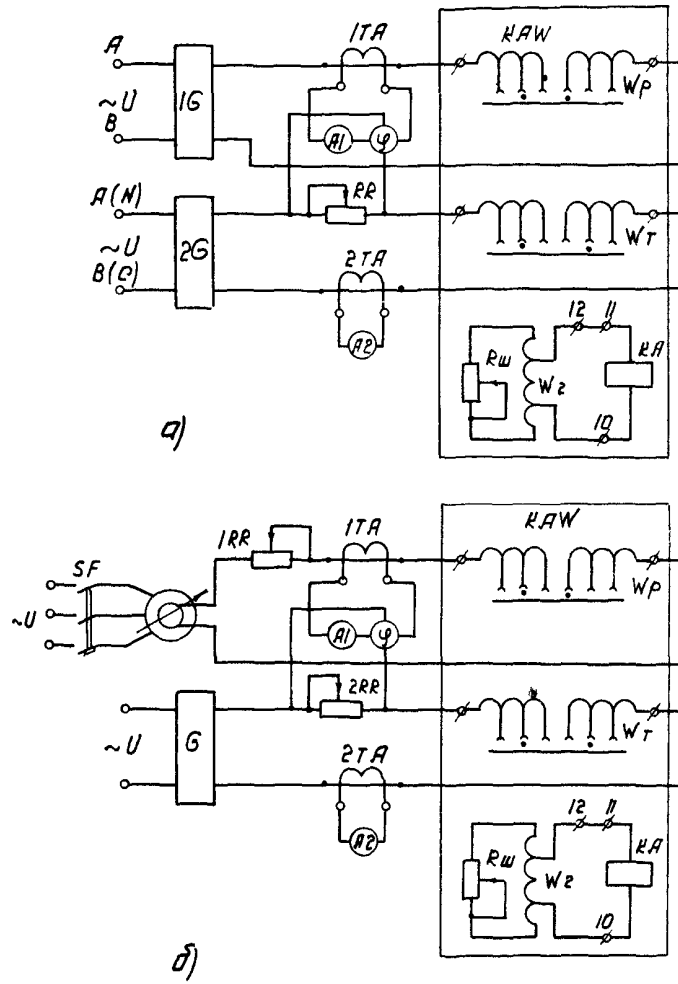

Рис.IO. Схема проверки тормозных характеристик дифференциальных реле серии ДЗТ-IO:

а – без использования фазорегулятора;
б – с использованием фазорегулятора

Отклонение полученных МДС рабочей цепи от МДС, соответствующих типовой заводской характеристике, не должно быть больше 5%.

3.9.2. Для получения более точных значений контрольных точек тормозных характеристик проверяемого реле, соответствующих наибольшему и наименьшему торможению, следует контролировать угол (0° или 90°) между векторами рабочего и тормозного токов фазометром или прибором ВАФ-85М.

Если указанный угол отличается от требуемого более чем на 10°, проверку тормозных характеристик следует производить по схеме с использованием фазорегулятора (см.рис.10,*б*) или по схемам с использованием реостатов.

В случае, когда точки тормозной характеристики, полученные также с помощью фазорегулятора, отличаются от контрольных точек типовой характеристики более чем на 5%, следует определить полные тормозные характеристики реле (4-5 точек до МДС торможения 900А).

Отличие тормозных характеристик проверяемого реле, полученных с помощью фазорегулятора, от типовых может свидетельствовать о неправильном выполнении тормозной обмотки или о других дефектах. В этом случае следует проверить исправность тормозной обмотки путем измерения распределения напряжений по ее ответвлениям. Ток, подаваемый в тормозную обмотку, должен быть таким, чтобы возможно было более точно измерять напряжения на ответвлениях обмотки. При этом указанный ток не должен превышать длительно допустимых значений для данного типа реле (см. табл. П2.3).

3.9.3. При наименьшем торможении ($\dot{I}_т \hat{} \dot{I}_р = 90^{\circ}$) следует проверить на рабочих уставках значение коэффициента торможения.

Проверка производится при МДС тормозной обмотки, равной 300А, по рис. 10. После измерения МДС срабатывания, соответствующей $F_т$ = 300А, коэффициент торможения определяется по выражению (П1.9). Полученное значение коэффициента торможения не должно отличаться от значения, определенного по формуле (3.5), более чем на 5%:

$$K_т = \frac{240}{300} \cdot \frac{W_т}{W_р} = 0{,}8 \frac{W_т}{W_р} . \qquad (3.5)$$

3.10. Проверка надежности работы контактов реле

3.10.1. При изменении МДС срабатывания рабочей обмотки реле от 1,05 до 5,0 $F_{ср}$ следует проверить однократность замыкания и размыкания, отсутствие вибрации и искрения на контактах реле при коммутации ими цепи нагрузки, на которую они нормально работают в схеме ДЗ.

Работу контактов следует проверять как при плавном увеличении первичного тока, так и при подаче токов разного значения (в диапазоне от 1,05 до 5,0 $F_{ср}$) толчком.

Проверка производится при напряжении оперативного тока, соответствующим (1,0-1,1) $U_н$.

3.11. Комплексная проверка ДЗ с реле РНТ и ДЗТ-10

3.11.1. Опробование защиты в полной схеме присоединения производится следующим образом.

3.11.1.1. При номинальном напряжении оперативного тока следует произвести опробование взаимодействия защиты с другими устройствами РЗА защищаемого присоединения.

В зависимости от конкретной схемы проверяется действие дифференциальной защиты на общие выходные реле защит присоединения или на отключение коммутационной аппаратуры. При этом следует обращать внимание на срабатывание указательного реле, сигнализирующего о срабатывании ДЗ, и проверить действие соответствующих цепей световой и звуковой сигнализации.

3.11.1.2. При опробовании ДЗ следует определить при напряжении оперативного тока, равном 0,8 $U_н$, надежность срабатывания выходных реле защиты и указательного реле. Целесообразно также определить параметры срабатывания (напряжение, ток) этих реле расчетом.

3.11.2. Проверка токов срабатывания дифференциальных реле в полной схеме защиты.

3.11.2.1. Измерение токов срабатывания дифференциальных реле следует производить при номинальном напряжении оперативного

тока и полностью собранных цепях защиты. При этом выходные цепи защиты должны быть разомкнуты.

Измерение должно производиться для каждого плеча при поочередной подаче синусоидальных токов от регулируемого источника со стороны вторичных цепей ТТ защиты. Проверку следует производить при отключенных ТТ от токовых цепей ДЗ. При наличии в схеме защиты испытательных блоков токи в защиту следует подавать через них.

По измеренным токам срабатывания можно оценить правильность сборки токовых цепей защиты (отсутствие разрывов, замыканий, обходных цепей) и правильность выполнения заданных уставок на дифференциальных реле.

3.II.2.2. Для оценки правильности выполнения тормозной цепи в схеме ДЗ с реле ДЗТ-IO необходимо сначала определить ток срабатывания для плеча защиты с торможением. Затем измеренный ток сравнить с током, определенным по характеристикам наибольшего торможения в соответствии с полученной во время измерения МДС торможения. Равенство (с точностью до 5%) указанных токов будет свидетельствовать о правильности выполнения тормозной цепи и соответствии установленного числа витков тормозной обмотки заданному.

3.II.3. Измерение времени действия защиты.

3.II.3.I. Измерение времени действия дифференциальной защиты следует производить при подаче тока, равного двукратному току срабатывания. Для ДЗ с реле ДЗТ-IO измерение времени действия необходимо производить при подаче тока в плечо с торможением.

Измерение времени действия ДЗ производится на контактах дифференциальных реле. Согласно техническим данным указанное время должно быть около 50 мс.

3.II.3.2. При наличии возможности измерение времени действия дифференциальной защиты следует производить на контактах выходных реле защит присоединения. В этом случае время действия ДЗ должно увеличиться на время срабатывания выходных реле (на IO мс - реле серии РП-220 или на 50-60 мс - реле серии РП-20).

3.12. Проверка ДЗ рабочим током

3.12.1. Предварительная проверка защиты.

3.12.1.1. Перед проверкой защиты рабочим током присоединения следует произвести:

а) осмотр дифференциальных реле, испытательных блоков в токовых цепях защиты, рядов зажимов и перемычек на них;

б) проверку наличия заземления токовых цепей защиты и правильности его выполнения;

в) установку в разомкнутое положение переключателей в цепях воздействия дифференциальной защиты на общие выходные реле защит присоединения или на отключение его коммутационной аппаратуры;

г) проверку целости токовых цепей защиты одним из известных способов (например, мостом постоянного тока).

3.12.2. Проверка токовых цепей защиты.

3.12.2.1. Проверка ДЗ рабочим током присоединения является окончательной ее проверкой перед вводом в работу. Указанной проверкой определяется правильность подключения защиты к трансформаторам тока. Проверяется исправность всех токовых цепей защиты измерением вторичных токов ТТ в фазных проводах и в нулевом проводе. Измерение выполняется прибором ВАФ-85. При малом значении тока следует использовать усилительную приставку к прибору. При отсутствии усилительной приставки необходимо создать режим, при котором ток защищаемого присоединения будет не менее $0{,}2I_{н}$.

По измеренным вторичным токам ТТ оценивается также правильность выполнения их коэффициентов трансформации, т.е. правильность установки переключателей в цепях первичной обмотки ТТ или правильность выбора ответвлений вторичной обмотки встроенных ТТ.

Проверку исправности токовых цепей ДЗ генераторов, блоков генератор-трансформатор и генератор-автотрансформатор, а иногда и трансформаторов (автотрансформаторов) следует производить при комплексных испытаниях этих присоединений в режиме КЗ (трехфазная закоротка вне зоны действия защиты).

Проверка исправности токовых цепей ДЗ синхронных компенсаторов, электродвигателей, шунтирующих реакторов, а также в большинстве случаев трансформаторов (автотрансформаторов) про-

изводится током нагрузки при пробном включении этих присоединении в работу. При этом на момент включения этих присоединении под напряжение ДЗ должны быть введены в работу. Их вывод из работы допускается только на время проверки рабочим током и при наличии резервных защит с минимальным временем действия.

3.I2.2.2. Правильность подключения цепей тока каждой группы ТТ следует проверять снятием векторной диаграммы вторичных токов и сверкой ее с фактическим направлением мощности в первичной цепи присоединения.

По полученным диаграммам оценивается правильность сборки токовых цепей защиты.

3.I2.3. Проверка равенства ампер-витков первичных НТТ дифференциальных реле.

3.I2.3.I. Указанной проверкой определяется правильность выбора и установки количества витков первичных обмоток НТТ дифференциальных реле. Кроме того, такая проверка позволяет также дополнительно оценить правильность подключения токовых цепей ДЗ к ТТ.

Проверка производится измерением напряжения на обмотках исполнительных органов реле (перемычка II-I2 установлена) при подключении всех плеч защиты и при поочередном исключении каждого из них. Измерения производятся вольтметром с внутренним сопротивлением не менее I,0 кОм/В на требуемом пределе измерения (ламповый вольтметр или вольтметр с полупроводниковым усилителем).

3.I2.3.2. Напряжение, измеренное при подключении к реле всех плеч защиты (напряжение небаланса), не должно превышать 2-4% (0,07-0,145В) напряжения срабатывания исполнительного органа при токе нагрузки присоединения (0,5-I,0) $I_{ном}$.

При исключении одного из плеч защиты (имитация внутреннего трехфазного КЗ) напряжение на обмотке исполнительного органа дифференциальных реле значительно увеличивается и в зависимости от выбранного тока срабатывания защиты и тока нагрузки присоединения может превышать напряжение срабатывания реле 3,5-3,6 В.

3.I2.3.3. В случае, когда $U_{нб}$ больше 0,04 $U_{р.ср}$, необходимо выяснить причины появления повышенного напряжения небаланса.

Если проверка производится при небольшой нагрузке присоединения (меньше 0,2 $I_{ном}$) напряжение небаланса может оказаться

завышенным из-за влияния погрешностей ТТ и тока намагничивания силового трансформатора. Особенно увеличивается напряжение небаланса при разнотипных ТТ в плечах дифференциальной защиты. Чтобы уменьшить влияние указанной составляющей напряжения небаланса, проверку следует произвести при возможно большей нагрузке присоединения (больше $0,2 I_{ном}$).

В ДЗ силовых трансформаторов (автотрансформаторов) повышенное значение напряжения небаланса может быть также обусловлено регулированием коэффициента трансформации.

Чтобы исключить влияние этой составляющей на напряжение небаланса, необходимо измерения напряжении небаланса произвести при номинальном значении коэффициента трансформации.

Если при проверке будет установлено, что увеличенное значение напряжения небаланса обусловлено неточностью установки на реле расчетных чисел витков первичных обмоток НТТ, то по согласованию со службой РЗАИ, задавшей уставки ДЗ, может быть произведена корректировка ампер-витков первичных обмоток НТТ.

3.12.3.4. Проверку отстройки дифференциальных реле (ДЗ трансформаторов, автотрансформаторов) от б.н.т. следует выполнять многократным (три-четыре раза) включением трансформатора (автотрансформатора) под напряжение на холостом ходу. При проверке ведется наблюдение за поведением подвижной части исполнительных органов дифференциальных реле в момент включения трансформатора (автотрансформатора) под напряжение. Во всех случаях включения якори исполнительных органов дифференциальных реле должны оставаться неподвижными.

3.13. Подготовка защиты к вводу в работу

3.13.1. Повторно осмотреть все дифференциальные и другие реле ДЗ и проверить соответствие установки количества витков первичных обмоток НТТ заданным.

3.13.2. Проверить положение испытательных блоков в токовых цепях, переключателей в выходных цепях защиты и перемычек на рядах зажимов.

3.13.3. Выполнить запись в журнале РЗА о возможности ввода в работу дифференциальной защиты.

Приложение I

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТ С РЕЛЕ СЕРИЙ РНТ и ДЗТ-10

П1.1. Токи небаланса в дифференциальных защитах

П1.1.1. Одной из основных причин появления токов небаланса в обмотках реле дифференциальных защит являются погрешности ТТ. Величина погрешностей зависит от значения и характера нагрузки на ТТ и возрастает при увеличении первичного тока.

П1.1.2. При внешних КЗ токи небаланса ДЗ обуславливаются разностью намагничивающих токов ТТ защиты и неполным выравниванием действия вторичных токов в плечах ДЗ.

П1.1.2.1. Разность намагничивающих токов ТТ защиты вызывается:

а) различием, особенно при больших кратностях первичных токов, магнитных характеристик ТТ;

б) наличием остаточной индукции у сердечников ТТ (разного значения и полярности у разных ТТ);

в) большими, значительно отличающимися сопротивлениями нагрузки ТТ плеч защиты (неодинаковые схемы соединения ТТ и расстояния от места установки защиты до ТТ).

П1.1.2.2. Неполное выравнивание действия вторичных токов в плечах ДЗ трансформаторов (блоков генератор-трансформатор) вызывается:

а) невозможностью точной установки на первичных обмотках реле РНТ и ДЗТ расчетных чисел витков;

б) регулированием коэффициента трансформации силового трансформатора.

П1.1.3. Токи небаланса достигают больших значений при переходных режимах внешних КЗ и обуславливаются наличием апериодической составляющей в первичном токе. Апериодическая составляющая первичного тока подмагничивает сердечники ТТ и насыщает их. При этом апериодическая составляющая появляется и во вторичном токе.

П1.1.4. Токи небаланса достигают в защите ДЗ большого значения при включении под напряжение ненагруженных силовых трансформаторов, а также при восстановлении на них напряжения после отключения внешнего КЗ.

Токи включения трехфазного силового трансформатора, протекающие в цепях дифференциальной защиты, могут быть однополярными и разнополярными. Идеализированные формы б.н.т. силового трансформатора, протекающего в цепях ДЗ, приведены на рис. II.I.

Трансформаторы тока защиты могут трансформировать без заметной погрешности однополярные токи включения только в течение нескольких периодов после включения. В дальнейшем ТТ постепенно насыщаются и постоянная составляющая полностью поглощается их ветвью намагничивания. При этом во вторичном токе появляются отрицательные полуволны, а бестоковые паузы практически полностью отсутствуют (см. рис. II.I).

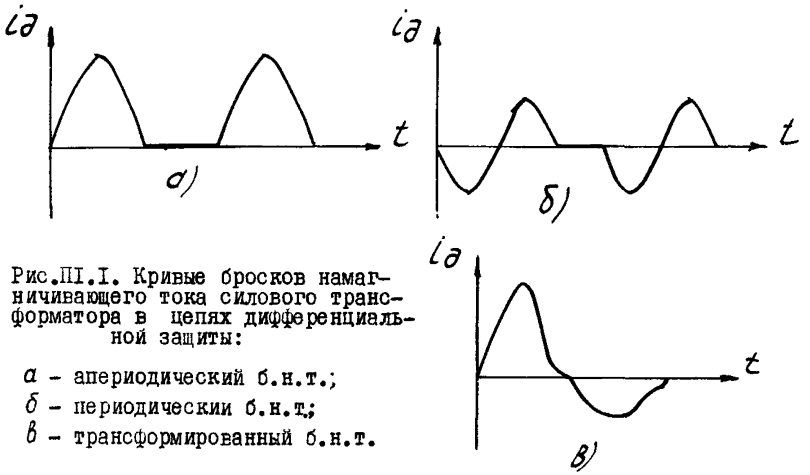

Рис.II.I. Кривые бросков намагничивающего тока силового трансформатора в цепях дифференциальной защиты:

а - апериодический б.н.т.;
б - периодический б.н.т.;
в - трансформированный б.н.т.

II.I.5. Токи срабатывания ДЗ с реле серий РНТ и ДЗТ-IO отстраиваются от максимального значения тока небаланса в установившемся режиме (после затухания апериодической составляющей переходного процесса), а отстройка от токов небаланса в переходных режимах осуществляется с помощью НТТ.

II.2. Принцип действия НТТ

Принцип действия НТТ основан на отличии форм кривой б.н.т. силовых трансформаторов и кривой тока небаланса при внешних КЗ от синусоиды.

Первичная обмотка простейшего НТТ (рис. II.2,а) включается в дифференциальную цепь защиты, а вторичная обмотка питает исполнительный орган (электромагнитное реле). Параметры НТТ и исполнительного органа подбираются так, что во вторичную цепь трансформируется только синусоидальный ток. При наличии в первичном токе НТТ апериодической составляющей происходит насыщение сердечника трансформатора, в результате чего уменьшается переменный магнитный поток $\Phi_п$ и для срабатывания исполнительного органа требуется значительное увеличение первичного тока. Изменение индукции в сердечнике НТТ при симметричном синусоидальном токе срабатывания и несимметричном токе с апериодической составляющей показано на рис. II.2,б. Из рисунка видно, что при срабатывании

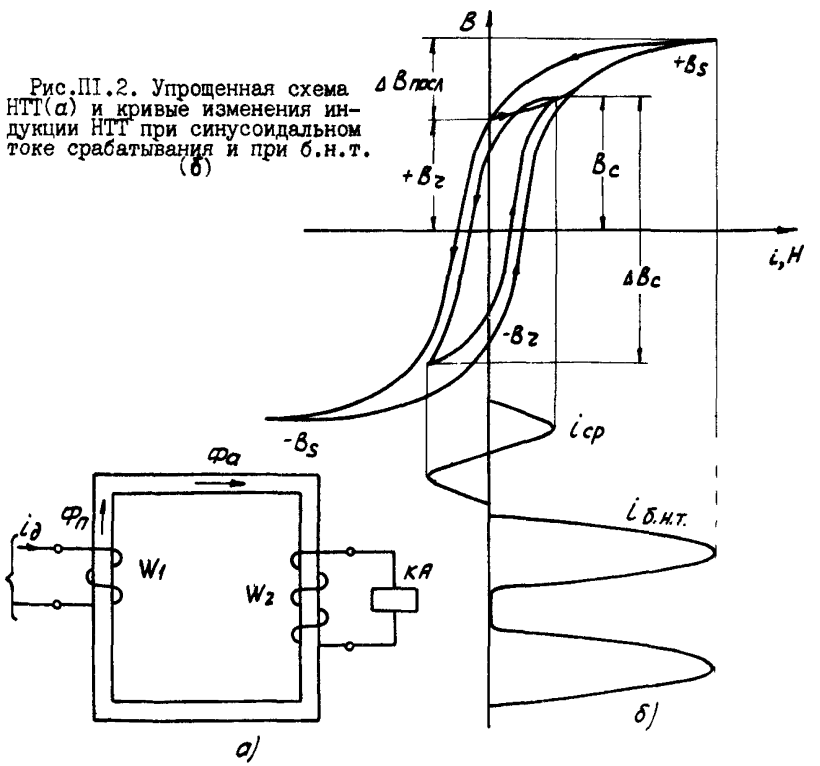

Рис.II.2. Упрощенная схема НТТ(а) и кривые изменения индукции НТТ при синусоидальном токе срабатывания и при б.н.т. (б)

исполнительного органа на синусоидальном токе ЭДС вторичной обмотки НТТ пропорциональна (см. Дроздов А.Д., Платонов В.В. Реле дифференциальных защит элементов энергосистем. М.: Энергия, 1968) изменению индукции в НТТ за период, т.е.:

$$E_c = 2\Delta B_c = 4B_c \ , \qquad (III.1)$$

где E_c – ЭДС срабатывания реле при синусоидальном токе,

B_c – индукция в НТТ, соответствующая срабатыванию реле.

При апериодическом б.н.т., когда остаточная индукция в сердечнике НТТ неблагоприятна ($-B_r$), наводимая за первый период ЭДС будет пропорциональна удвоенному значению индукции насыщения B_S, т.е.:

$$E_{нач} = B_r + B_S + (B_S - B_r) = 2B_S \ \ldots \qquad (III.2)$$

При благоприятной остаточной индукции ($+B_r$), а также в каждый последующий период наводимая ЭДС будет пропорциональна:

$$E_{посл} = 2\Delta B_{посл} = 2(B_S - B_r) \ldots \qquad (III.3)$$

Отстройка от первого броска тока обеспечивается при

$$E_c > E_{нач} \quad или \quad B_c > 0{,}5B_S \ .$$

В НТТ реле РНТ и ДЗТ-10 значение индукции срабатывания ВС принято равным примерно 1,2Тл .

III.3. Принцип действия реле РНТ

III.3.1. За счет частичного ослабления действия периодической составляющей тока при помощи короткозамкнутого контура $W'_{КЗ} - R_{КЗ} - W''_{КЗ}$ – (рис.III.3).

НТТ реле РНТ имеет улучшенную отстройку от б.н.т. и токов небаланса в переходном режиме при внешних КЗ.

III.3.2. В левом стержне НТТ при срабатывании исполнительного органа индукция принята равной 1,2 Тл, а в среднем и правом стержнях – 0,4 Тл. Поэтому в короткозамкнутый контур трансформи-

руется периодическая составляющая тока даже при наличии апериодической составляющей. В то же время апериодическая составляющая практически не трансформируется.

П1.3.3. Синусоидальный ток, протекающий по первичным обмоткам НТТ, непосредственно трансформируется во вторичную обмотку на левом стержне и в короткозамкнутую обмотку $W'_{кз}$, откуда он поступает в короткозамкнутую обмотку $W''_{кз}$. Магнитные потоки среднего и правого стержней суммируются под некоторым углом, зависящим от параметров короткозамкнутого контура, и направляются в левый стержень. Таким образом, переменный ток из первичных обмоток трансформируется во вторичную обмотку двумя путями: прямой трансформацией из W_I в W_2 и двойной трансформацией из W_I в $W'_{кз}$, а затем из $W''_{кз}$ в W_2.

П1.3.4. Первичная и короткозамкнутые обмотки работают в режиме ТТ. Поэтому изменением значения сопротивления резистора $R_{кз}$, изменяется только угол сдвига фаз между потоками левого и правого стержней НТТ. При $R_{кз} = 0$ угол между потоками минимален, в результате чего доля потока правого стержня в потоке левого стержня увеличивается и поток двойной трансформации проявляется наиболее сильно.

П1.3.5. При протекании по первичной обмотке реле тока с апериодической составляющей последняя создает в среднем стержне поток, разветвляющийся в крайние стержни. Апериодический поток в среднем и правом стержнях ухудшает трансформацию переменного тока из первичной в короткозамкнутую, а затем и во вторичную обмотки. Апериодический поток в среднем и левом стержнях уменьшает прямую трансформацию переменного тока во вторичную обмотку и дополнительно ухудшает вторичную трансформацию из короткозамкнутого контура во вторичную обмотку.

При уменьшении $R_{кз}$ двойная трансформация проявляется сильнее и, следовательно, больше проявляется влияние апериодической составляющей.

П1.3.6. Поведение реле РНТ при переходных режимах с апериодической составляющей косвенно оценивается по характеристикам $E = f(K)$, представленными на рис. П1.4.

$$E = \frac{I_{ср.п}}{I_{ср}}, \qquad (П1.4)$$

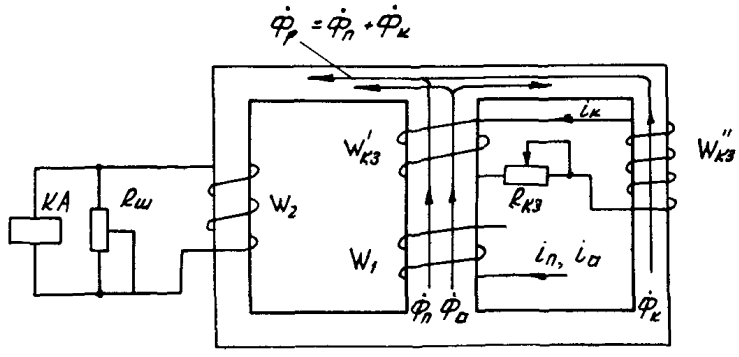

Рис.П1.3. Принципиальная схема устройства реле РНТ

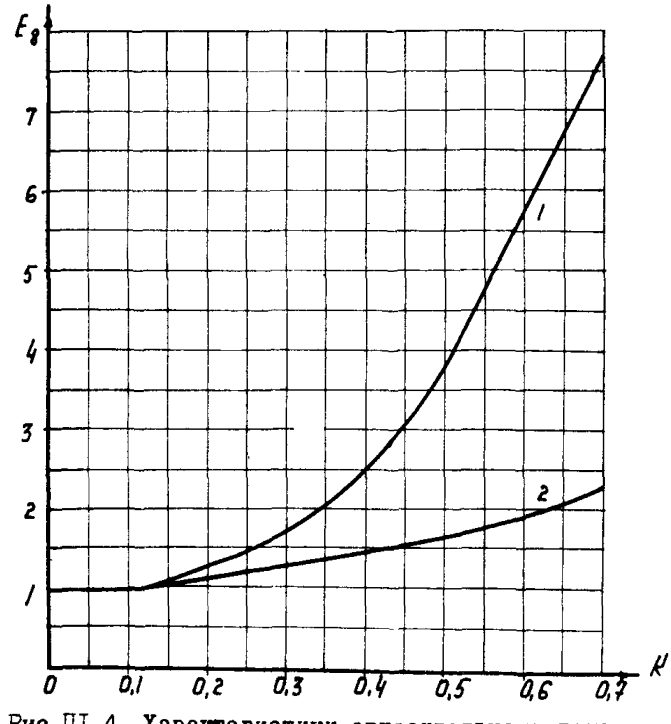

Рис.П1.4. Характеристики относительного тока срабатывания $E = f(к)$ реле РНТ при различных значениях $R_{кз}$.

1 – $E = f(к)$ при $R_{кз} = 0$;
2 – $E = f(к)$ при $R_{кз} = 10$ Ом

где $I_{ср.п}$ – переменная составляющая тока срабатывания реле при наличии постоянной (апериодической) составляющей;

$I_{ср}$ – синусоидальный ток срабатывания реле при отсутствии постоянной (апериодической) составляющей.

$$K=\frac{I_a}{I_{ср.п}}, \qquad (II.5)$$

где K – коэффициент смещения;

I_a – постоянная (апериодическая) составляющая тока в реле.

При синусоидальной форме тока, когда $I_a = \sqrt{2}\, I_{ср.п}$ (полное смещение), коэффициент смещения равен $\sqrt{2}\,(1,41)$.

Токи небаланса и токи включения трансформаторов имеют несинусоидальную форму, поэтому полное смещение кривой тока относительно оси времени получается при меньших коэффициентах смещения.

II.3.7. При заводских испытаниях реле РНТ характеристики $E = f(K)$ снимаются одновременным пропусканием по одинаковому числу витков первичных обмоток НТТ переменного синусоидального и постоянного тока, которым условно заменяют апериодическую составляющую.

Методика снятия характеристик $E = f(K)$ приведена в приложении 6.

II.4. Принцип действия реле серии ДЗТ-10

II.4.1. В реле ДЗТ-10 применен НТТ с магнитным торможением от токов внешних КЗ, что позволяет в условиях преобладания периодических токов небаланса уменьшить ток срабатывания и повысить чувствительность ДЗ с реле ДЗТ по отношению к ДЗ с реле РНТ.

II.4.2. При внешнем КЗ одновременно с протеканием по первичной обмотке НТТ периодического тока небаланса обтекается полным током одного из плеч защиты, на стороне которого предусмотрено торможение и тормозная обмотка.

II.4.3. Ток первичной обмотки создает в сердечнике НТТ рабочий магнитный поток $\Phi_р$, направляющийся из среднего в крайние стержни (рис. II.5). Этот магнитный поток наводит в частях вторичной обмотки равные по величине и фазе ЭДС, которые складыва-

ются и вызывают ток в исполнительном органе.

Связь между МДС рабочей обмотки $(F_p = W_p I_p)$ и потоком Φ_p определяется выражением

$$\Phi_p = \frac{F_p}{R_M} , \qquad (\text{П}I.6)$$

где R_M – магнитное сопротивление сердечника НТТ потоку Φ_p.

П1.4.4. При протекании тока в тормозной обмотке создается тормозной магнитный поток Φ_T, протекающий только по крайним стержням. Поток Φ_T наводит в частях вторичной обмотки ЭДС, равного значения и противоположного направления. Поэтому результирующая ЭДС во вторичной обмотке от действия тормозного тока равна нулю. Однако тормозной ток, подмагничивая крайние стержни НТТ, увеличивает магнитное сопротивление рабочему потоку R_M, вследствие чего для получения потока Φ_p, достаточного для срабатывания реле, требуется соответствующее увеличение МДС рабочей обмотки F_p

Таким образом, тормозной ток, ухудшая условия трансформации между первичной и вторичной обмотками, автоматически увеличивает ток срабатывания – тормозит срабатывание реле.

П1.4.5. Поведение реле ДЗТ-10 оценивается по тормозным характеристикам (рис. П1.6), представляющим собой зависимость МДС срабатывания реле от тормозной МДС. Так как индукция в реле ДЗТ-10 выбрана равной примерно 1,2 Тл, то указанные характеристики зависят от угла сдвига фаз между тормозным и рабочим токами. Торможение наиболее эффективно при угле между векторами токов рабочей и тормозной обмоток в диапазоне $(0 \pm 30)^0$, а наименее эффективно – в диапазоне $(90 + 30)^0$. Указанное наглядно подтверждается векторной диаграммой МДС НТТ (рис. П1.7). Угловая зависимость между тормозным и рабочим токами может быть устранена выбором индукции срабатывания реле

$$B_c = \frac{B_S}{\sqrt{2}} = 1{,}3 - 1{,}4 \text{ Тл} , \qquad (\text{П}I.7)$$

где B_S – индукция при полном насыщении сердечника НТТ.

Однако для увеличения кратности вторичного тока, т.е. для повышения надежности действия реле индукцию срабатывания приняли равной 1,2 Тл.

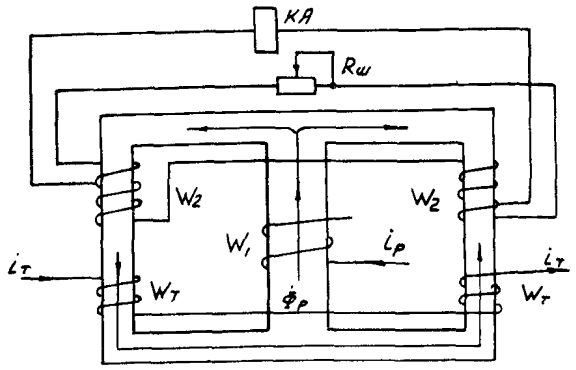

Рис.П1.5. Принципиальная схема устройства реле ДЗТ-10

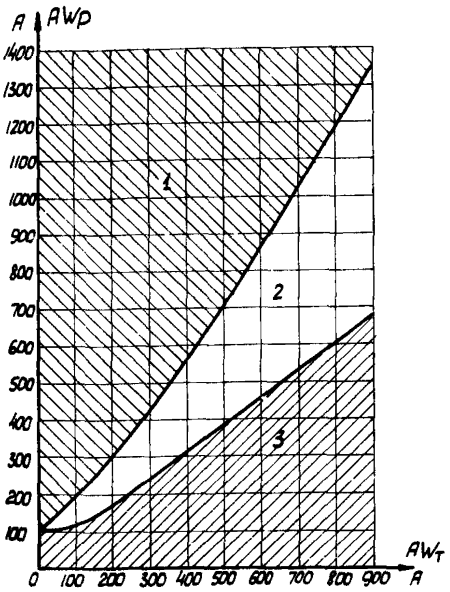

Рис.П1.6. Тормозные характеристики реле серии ДЗТ-10:

I - зона срабатывания;
2 - зона срабатывания или торможения в зависимости от угла между векторами тормозного и рабочего токов;
3 - зона торможения

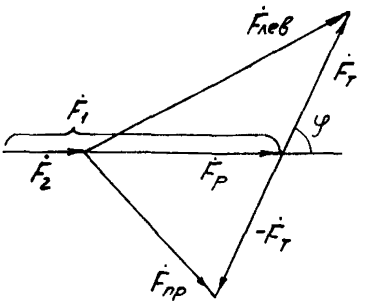

Рис.П1.7. Векторная диаграмма МДС реле ДЗТ-10:

$\dot{F}_р = \dot{F}_1 - \dot{F}_2$ - рабочая МДС реле, создаваемая рабочим и вторичным токами;
$\dot{F}_т$ - тормозная МДС; $F_{лев}$ и $F_{пр}$ - МДС левого и правого стержней НТТ; φ - угол сдвига фаз между рабочим и тормозным токами

III.4.3. При внутренних повреждениях и наличии торможения действие реле аналогично рассмотренному при внешних КЗ. Однако выбранные соотношения чисел витков рабочих и тормозных обмоток должны обеспечивать при внутренних КЗ преобладание рабочей МДС и, следовательно, надежное срабатывание реле. Оценка поведения защиты производится по значению коэффициента торможения $K_т$, равному

$$K_т = \frac{I_{ср}}{I_т} . \qquad (III.8)$$

Коэффициент торможения определяется по тормозным характеристикам

$$K_т = \frac{I_{ср}}{I_т} = \frac{F_{ср} W_т}{F_т W_р} , \qquad (III.9)$$

где $F_{ср}$ – МДС срабатывания, определенная по тормозной характеристике, обеспечивающей безусловное торможение;

$F_т$ – МДС торможения;

$W_т, W_р$ – числа витков тормозной и рабочих обмоток.

III.5. Коэффициент чувствительности дифференциальных защит с реле РНТ и ДЗТ-10

III.5.1. Поведение дифференциальных защит при внутренних КЗ характеризуется коэффициентом чувствительности, который, в соответствии с Правилами устройства электроустановок, должен быть не менее 2.

III.5.2. У реле серий РНТ и ДЗТ-10 вследствие насыщения стали отсутствует пропорциональность между током первичной цепи НТТ и током в исполнительном органе. Поэтому надежность действия реле оценивается коэффициентом надежности, представляющим собой отношение синусоидального тока в обмотке исполнительного органа при заданной кратности тока в первичных обмотках к синусоидальному току срабатывания исполнительного органа.

По данным завода-изготовителя коэффициент надежности должен быть не менее 1,2 при двукратном и не менее 1,35 при пятикратном токе срабатывания.

Для реле ДЗТ-10 коэффициент надежности определяется при коэф-

фициенте торможения $K_т$ = 0,35.

Приложение 2

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ РЕЛЕ СЕРИЙ РНТ и ДЗТ-10

П2.1. МДС срабатывания реле составляет (100 ± 5) А (для реле ДЗТ-10 при отсутствии торможения).

П2.2. В реле (рис. П2.1-П2.10) предусмотрено ступенчатое регулирование токов срабатывания.

Диапазоны изменения токов срабатывания реле при $F_{ср}$ = 100 А приведены в табл. П2.1.

Таблица П2.1

Тип реле	Обмотка реле	Пределы изменения тока срабатывания, А
РНТ-565	Рабочая $W_р$	2,87 - 12,50
ДЗТ-11	Последовательно соединенные рабочая и уравнительная ($W_{1ур}$ или $W_{2ур}$)	1,45 - 12,50
ДЗТ-11/2	Рабочая $W_р$	0,34 - 2,00
	Уравнительная $W_{1ур}$ или $W_{2ур}$	2,56 - 20,00
РНТ-566	Рабочая $W_{1р}$	0,34 - 2,00
ДЗТ-11/3	Рабочая $W_{2р}$	0,62 - 4,00
ДЗТ-11/4	Рабочая $W_{3р}$	2,56 - 20,00
РНТ-566/2	Рабочая $W_{1р}$	0,34 - 2,00
	Рабочая $W_{2р}$	4,35 - 33,30
РНТ-567	Рабочая $W_{1р}$ или $W_{2р}$	5,26 - 100,00
РНТ-567/2	Рабочая $W_{1р}$ или $W_{2р}$	1,05 - 20,00
ДЗТ-11/5	Рабочая $W_р$	0,70

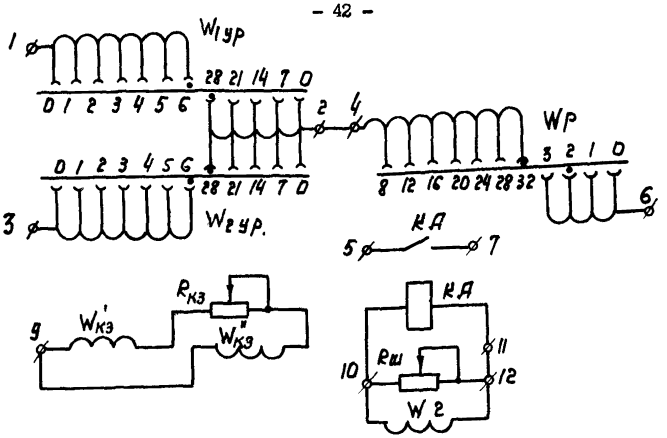

Рис. П2.1. Принципиальная схема реле РНТ-565

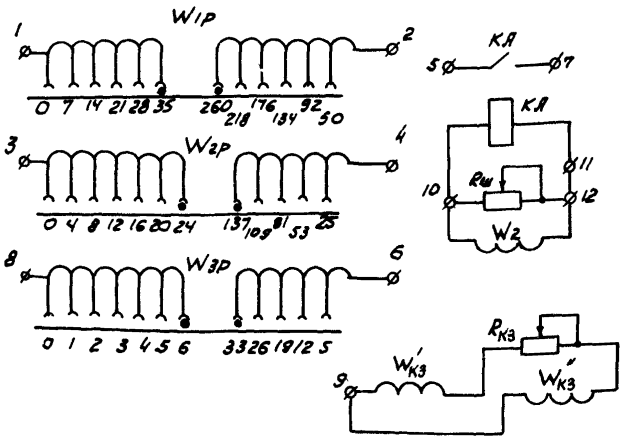

Рис. П2.2. Принципиальная схема реле РНТ-566

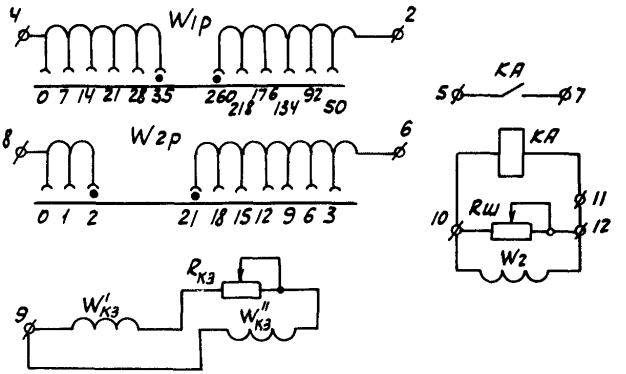

Рис. П2.3. Принципиальная схема реле РНТ-566/2

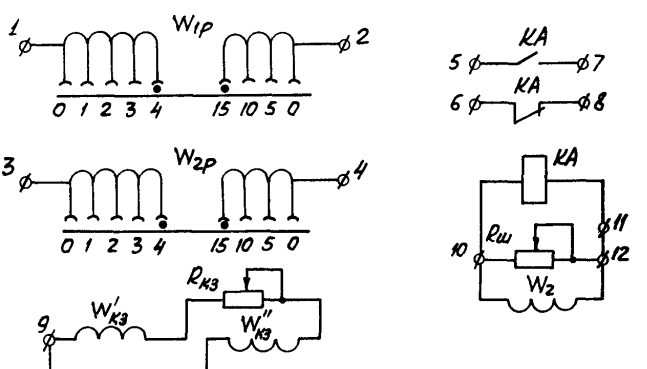

Рис. П2.4. Принципиальная схема реле РНТ-567

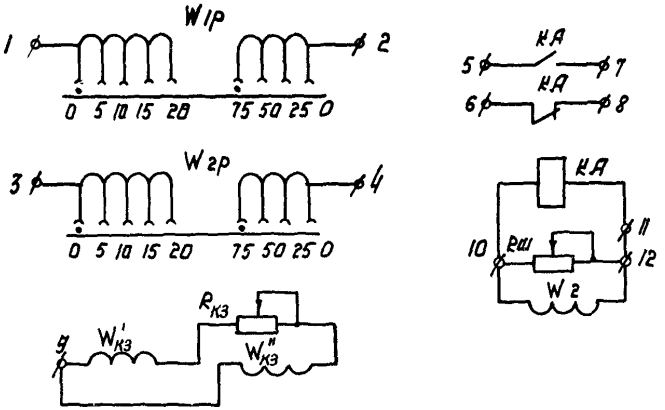

Рис. П2.5. Принципиальная схема реле РНТ-567/2

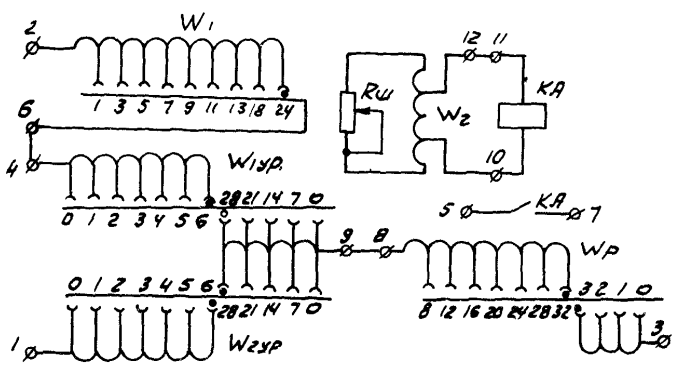

Рис. П2.6. Принципиальная схема реле ДЗТ-11

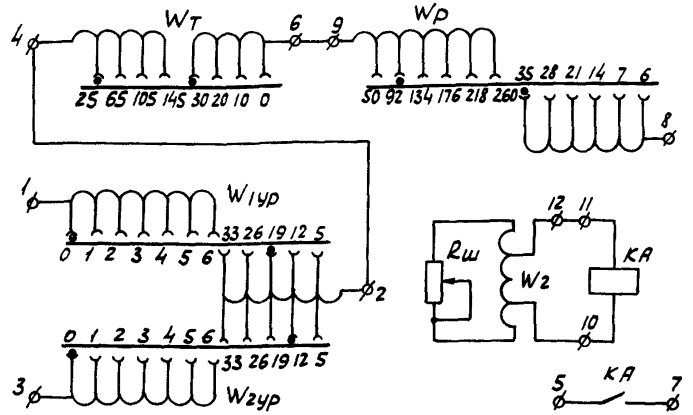

Рис. П2.7. Принципиальная схема реле ДЗТ-II/2

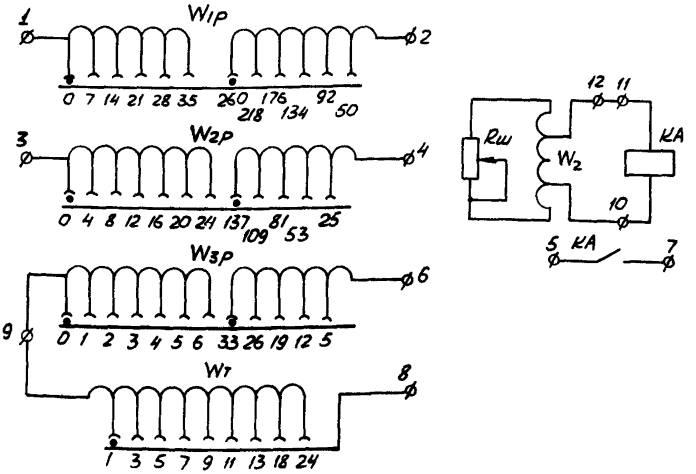

Рис. П2.8. Принципиальная схема реле ДЗТ-II/3

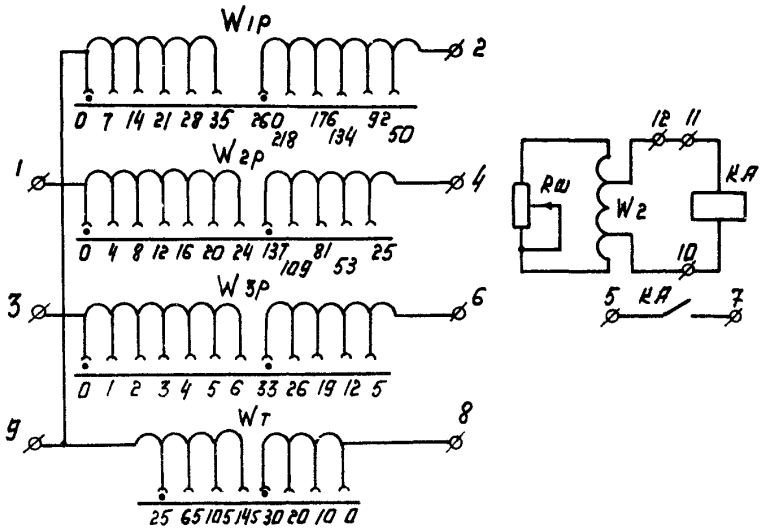

Рис.П2.9. Принципиальная схема реле ДЗТ-II/4

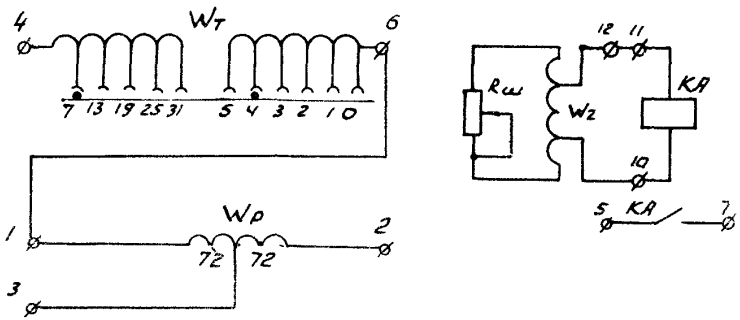

Рис. П2.10. Принципиальная схема реле ДЗТ-II/5

Номинальная частота – 50 или 60 Гц.

Коэффициент надежности реле не менее I,2 при двукратном и не менее I,35 при пятикратном токе срабатывания (для реле ДЗТ-I0 при K_T = 0,35).

П2.3. Время действия реле при первичном токе, равном трехкратному току срабатывания, не превышает 0,04 с, а при двукратном токе – около 0,05 с (для реле ДЗТ-I0 при K_T = 0,35).

П2.4. Степень отстройки реле РНТ от неустановившихся переходных токов, характеризуемая кривой $E = f(K)$, может плавно регулироваться изменением сопротивления R_{K3} в пределах, указанных на рис. П1.4.

П2.5. При любом угле сдвига фаз между тормозными и рабочими токами зависимость $F_p = f(F_T)$ реле ДЗТ-I0 находится в пределах, указанных на рис. П1.6.

Значения коэффициентов торможения, определенных для условий минимального торможения при F_T = 300А, приведены в табл. П2.2.

Таблица П2.2

Тип реле	Значения коэффициентов торможения	
	при максимальной уставке по току срабатывания	при минимальной уставке по току срабатывания
ДЗТ-II	0,I0 и выше	0,550 и ниже
ДЗТ-II/2	0,40 и выше	0,475 и ниже
ДЗТ-II/3	0,I6 и выше	0,492 и ниже
ДЗТ-II/4	0,40 и выше	0,475 и ниже
ДЗТ-II/5	0,04-0,20	-

П2.6. В нормальном режиме работы первичные обмотки НТТ дифференциальных реле длительно выдерживают токи, значения которых приведены в табл. П2.3 (при одновременном обтекании током всех обмоток).

Таблица П2.3

Тип реле	Обмотка реле	Варианты включения			
		Число включенных витков	Длительно допустимый ток, А	Число включенных витков	Длительно допустимый ток, А
РНТ-565	$W_р$; $W_{1ур}$; $W_{2ур}$	35;34; 34	I0,0	-	-
РНТ-566	$W_{1р}$	295	0,7	85 (35+50)	I,8
	$W_{2р}$	I6I	I,5	77 (24+53)	3,5
	$W_{3р}$	39	7,0	39	7,0
РНТ-566/2	$W_{1р}$	285	2,0	-	-
	$W_р$	23	I5,0	-	-
РНТ-567	$W_{1р}$; $W_{2р}$	I9;I9	20,0	-	-
РНТ-567/2	$W_{1р}$; $W_{2р}$	95;95	4,0	-	-
ДЗТ-II	$W_р$; $W_{1ур}$; $W_{2ур}$, $W_т$	35;34; 34; 24	I0,0	-	-
ДЗТ-II/2	$W_р$	295	I,0	85	I,8
	$W_{1ур}$; $W_{2ур}$	39;39	8,0	39;39	8,0
	$W_т$	I75	I,0	I75	I,8
ДЗТ-II/3	$W_{1р}$	295	I,0	85	I,8
	$W_{2р}$	I6I	2,0	77 (24+53)	3,5
	$W_{3р}$; $W_т$	39;24	8,0	39;24	8,0
ДЗТ-II/4	$W_{1р}$	295	I,0	85	I,8
	$W_{2р}$	I6I	2,0	77 (24+53)	3,5
	$W_{3р}$	39	8,0	39	8,0
	$W_т$	I75	I,0	I75	I,8
ДЗТ-II/5	$W_р$; $W_т$	I44;36	5,5	-	-

П2.7. Разрывная мощность контакта реле в цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой (постоянная времени не более 5мс) равна 60 Вт при напряжении до 250 В или токе до 2А.

Минимальное напряжение на контактах должно быть не менее 24В.

П2.8. Механическая износостойкость реле – не менее 8000 срабатываний, в том числе коммутационная износостойкость – не менее 1000 срабатываний с нагруженными контактами в соответствии с П2.7

П2.9. МДС срабатывания не отличается от МДС срабатывания, измеренной при температуре окружающего воздуха $(20\pm5)^{\circ}C$ более чем на $\pm$ 15; $\pm$ 20; $\pm$25; $\pm$30%, при изменении температуры окружающего воздуха от – 20 до +40; +45; +50; $+55^{\circ}C$ соответственно.

П2.10. Изоляция независимых цепей реле между собой и по отношению к корпусу выдерживает в течение 1 мин напряжение переменного тока частоты 50 Гц:

- 2000 В до ввода в эксплуатацию;
- 1500 В после отработки гарантируемого (п.П2.8) коммутационного цикла.

Приложение 3

Министерство энергетики и электрификации СССР

(организация, выполняющая проверку)

(предприятие, объект)

(присоединение)

" " _____ 19__г

ПРОТОКОЛ
ПРОВЕРКИ ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ С РЕЛЕ СЕРИИ РНТ

П3.1. Основные технические данные

ПЗ.I.I. Защиты

Назначение	Место установки	Обозначение на схеме	Фаза	Год выпуска	Тип	Заводской номер

ПЗ.I.2. Защищаемого объекта

ПЗ.I.2.I. Данные трансформатора (автотрансформатора, реактора).

Тип	Мощность, МВ·А			Напряжение, кВ			Номинальный ток, А		
	ВН	СН	НН	ВН	СН	НН	ВН	СН	НН

ПЗ.I.2.2. Данные генератора (синхронного компенсатора, электродвигателя)

Тип	Мощность, МВт	Напряжение, кВ	Коэффициент мощности	КПД, %	Номинальный ток, А

ПЗ.I.2.3. Системы шин

Напряжение, кВ	Количество присоединений	Максимальный ток нагрузки, А

ПЗ.I.3. Трансформаторов тока защиты

Обозначение на схеме	Тип	Место установки	Номинальный ток, А		Коэффициент трансформации	Схема соединений ТТ
			первичный	вторичный		

П3.2. Уставки защиты

П3.2.1. Параметры срабатывания

Плечо защиты	Ток срабатывания, А		Обозначение обмотки и число витков	$R_{КЗ}$ Ом
	первичный	вторичный		

П3.2.2. Дополнительные указания: _____

_____

_____

_____

Уставки заданы _____

(кем, когда, номер документа)

_____

П3.3. Проверка состояния устройств защиты

П3.3.1. Осмотр, проверка механической части и изоляции дифференциальных реле

Обозначение реле	Состояние реле и контактных поверхностей по результатам осмотра и механического регулирования	Сопротивление изоляции обмоток и контактов на корпус и между собой, МОм, не менее

ПЗ.3.2. Измерены сопротивления изоляции ДЗ и ее внешних цепей

Цепи	Сопротивление изоляции относительно цепей, МОм, не менее		
	корпуса	токовых	оперативных
Токовые		-	-
Оперативные			
Сигнализации			

ПЗ.3.3. Испытана изоляция ДЗ

Изоляция всех токоведущих цепей защиты по отношению к корпусу испытана переменным напряжением 1000В 50 Гц в течение 1 мин.

Повторно произведена проверка сопротивления изоляции защиты согласно требованиям п.ПЗ.3.2.

Сопротивление изоляции _____

ПЗ.4. Проверка электрических характеристик реле РНТ

ПЗ.4.1. Проверка исполнительного органа при отключенном НТТ

Обозначение реле	Напряжение срабатывания, В	Ток, А		Коэффициент возврата
		срабатывания	возврата	

ПЗ.4.2. Проверка правильности выполнения короткозамкнутых обмоток реле

Обозначение реле	Число витков рабочей обмотки	Параметры срабатывания реле при				Ток короткозамкнутого контура реле при $R_{КЗ}$ = 0м
		$R_{КЗ}$ = 0м		$R_{КЗ}$ = ∞		
		$I_{ср}$, А	$F_{ср}$, А	$I_{ср}$, А	$F_{ср}$, А	

ПЗ.4.3. Проверка МДС срабатывания и тока срабатывания реле на рабочих уставках

Обозначение реле	Плечо защиты	Рабочая обмотка реле	Число витков	Ампер-витки срабатывания реле, А	Ток, А		Коэффициент возврата
					срабатывания	возврата	

ПЗ.4.4. Проверка коэффициента надежности реле

Обозначение реле	Ток в обмотке исполнительного органа, А, при токе в первичной обмотке			Коэффициент надежности	
	$I_{ср}$	$2I_{ср}$	$5I_{ср}$	$K_{Н2}$	$K_{Н5}$

ПЗ.4.5. Проверка надежности работы контактов реле

При напряжении оперативного тока, соответствующем (I,0–I,I)$U_{ном}$, проверено отсутствие вибрации и искрения контактов исполнительного органа как при плавном изменении первичных ампер-витков от I,05 до 5,0$F_{ср}$, так и при подаче токов разного значения в указанном диапазоне толчком.

Вибрация и искрение контактов отсутствуют, параметры настройки реле до и после проверки не изменились.

ПЗ.5. Комплексная проверка защиты

ПЗ.5.I. Опробование защиты в полной схеме присоединения

Проверено взаимодействие реле ДЗ при $U_{ном}$ и 0,8 $U_{ном}$ =В. Взаимодействие соответствует принципиальной схеме.

ПЗ.5.2. Проверка токов срабатывания дифференциальных реле в полной схеме защиты

Обозначение ТТ плеча защиты	Обозначение реле	Обмотка реле		Ток подан на зажимы панели (ИБ)	Ток срабатывания, А
		Обозначение	Число витков		

ПЗ.5.3. Определение времени срабатывания защиты при $I_р = 2I_{ср}$ = _____А (ток подавался на зажимы панели)

Ток подан в реле .....

Время действия защиты,с

ПЗ.6. Проверка защиты рабочим током _____

$I_н$= ------ А со стороны _____кВ

ПЗ.6.I. Проверена отстройка защиты от бросков тока намагничивания: при _____кратном включении на напряжение _____кВ контакты всех дифференциальных реле оставались неподвижными.

ПЗ.6.2. Снятие векторной диаграммы токов

При снятии векторной диаграммы токов напряжение подавалось со стороны ___ кВ.

Обозначение ТТ плеча защиты	Фаза	Токи в цепях защиты	
		значение,А	угол, эл.град
	A		
	B		
	C		
	N		
	A		
	B		
	C		
	N		
	A		
	B		
	C		
	N		

П3.6.3. Проверено выравнивание ампер-витков дифференциальных реле

Исключены токи плеча защиты	Снят испытательный блок	Реле	Напряжение на обмотке исполнительного органа,В

П3.6.4. Проверено напряжение небаланса

Обозначение реле	Напряжение небаланса, мВ

Примечание. _____

_____

_____

Заключение. _____

_____

_____

Проверку производили _____

Руководитель работ _____

Приложение 4

Министерство энергетики
и электрификации СССР

(предприятие, объект)

(присоединение) _____

(организация, выполняющая проверку)

" " _____ 19 г.

ПРОТОКОЛ
ПРОВЕРКИ ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ С РЕЛЕ СЕРИИ ДЗТ-10

П4.1. Основные технические данные

П4.1.1. Защиты

Назначение	Место установки	Обозначение по схеме	Фаза	Год выпуска	Тип	Заводской номер

П4.1.2. Защищаемого объекта

П4.1.2.1. Данные трансформатора (автотрансформатора)

Тип	Мощность, МВ·А			Напряжение, кВ			Номинальный ток, А		
	ВН	СН	НН	ВН	СН	НН	ВН	СН	НН

П4.I.2.2. Данные генератора (синхронного компенсатора, электродвигателя)

Тип	Мощность, МВт	Напряжение, кВ	Коэффициент мощности	КПД,%	Номинальный ток, А

П4.I.3. Данные трансформаторов тока защиты

Обозначение по схеме	Тип	Место установки	Номинальный ток,А		Коэффициент трансформации	Схема соединений ТТ
			первичный	вторичный		

П4.2. Уставки защиты

П4.2.I. Параметры срабатывания

Плечо защиты	Ток срабатывания, А		Обозначение обмотки и число витков	
	первичный	вторичный	рабочей	тормозной

П4.2.2. Дополнительные указания: _____

Уставки заданы _____

(кем, когда, номер документа)

_____

П4.3. Проверка состояния устройств защиты

П4.3.1. Осмотр, проверка механической части и проверка изоляции дифференциальных реле

Обозначение реле	Состояние реле и контактных поверхностей по результатам осмотра и механического регулирования	Сопротивление изоляции обмоток и контактов на корпус и между собой, МОм, не менее

П4.3.2. Измерены сопротивления изоляции ДЗ и ее внешних цепей

Цепи	Сопротивление изоляции относительно цепей, МОм, не менее		
	корпуса	токовых	оперативных
Токовые			
Оперативные			
Сигнализации			

П4.3.3. Испытана изоляция ДЗ

Изоляция всех токоведущих цепей защиты по отношению к корпусу испытана переменным напряжением 1000 В 50 Гц в течение 1 мин.

Повторно произведена проверка сопротивления изоляции защиты согласно требованиям в П4.3.2.

Сопротивление изоляции _____

_____

П4.4. Проверка электрических характеристик реле ДЗТ-10

П4.4.1. Проверка исполнительного органа при отключенном НТТ

Обозначение реле	Напряжение срабатывания, В	Ток, А		Коэффициент возврата
		срабатывания	возврата	

П4.4.2. Проверка отсутствия взаимоиндукции между тормозной и вторичной обмотками

Снята перемычка 11-12

На тормозной обмотке установлено максимальное число витков

Обозначение реле	Ток подан на зажимы реле	Значение тока в тормозной обмотке	Напряжение на вторичной обмотке, В

П4.4.3. Проверка МДС срабатывания и тока срабатывания реле на рабочих уставках при отсутствии торможения

Обозначение реле	Плечо защиты	Рабочая обмотка реле	Число витков	Ампер-витки срабатывания реле, А	Ток, А		Коэффициент возврата
					срабатывания	возврата	

П4.4.4. Проверка коэффициента надежности

Рабочая и тормозная обмотки соединены последовательно.

Проверка производится для двух случаев:

а) число витков рабочих и тормозной обмоток установлены по условию K_T = 0,35;

б) на рабочих и тормозной обмотках установлено заданное число витков (уставки).

Обозначение реле	Рабочая обмотка		Число витков тормозной обмотки	Ток в обмотке исполнительного органа А, при токе в первичной обмотке			Коэффициент надежности	
	обозначение	число витков		$I_{ср}$	$2I_{ср}$	$5I_{ср}$	$K_{н2}$	$K_{н5}$

П4.4.5. Проверка тормозных характеристик

Обозначение реле	Параметры проверки	Значения параметров при торможении							
		наибольшем ($\dot{I}_т \cdot \dot{I}_р = 0^o$)				наименьшем ($\dot{I}_т \cdot \dot{I}_р = 90^o$)			
	$I_т$, А								
	$I_т \cdot W_т$, А								
	$I_р$, А								
	$I_р \cdot W_р$, А								
	$I_т$, А								
	$I_т \cdot W_т$, А								

Обозначение реле	Параметры проверки	Значения параметров при торможении							
		наибольшем ($\dot{I}_т \cdot \dot{I}_р = 0^0$)				наименьшем ($\dot{I}_т \cdot \dot{I}_р = 90^0$)			
	$I_р$, А								
	$I_р \cdot W_р$, А								
	$I_т$, А								
	$I_т \cdot W_т$, А								
	$I_р$, А								
	$I_р W_р$, А								

П4.4.6. Определение коэффициента торможения на рабочих уставках при наименьшем торможении

Обозначение реле	Значение параметров проверки						Коэффициент торможения
	Цепь торможения			Рабочая цепь			
	$W_т$	$I_т$, А	$F_т$, А	$W_р$	$I_{ср}$, А	$F_{ср}$, А	

П4.4.7. Проверка надежности работы контактов реле

При напряжении оперативного тока, соответствующем (I,0-I,I) $U_{ном}$, проверено отсутствие вибрации и искрения контактов исполнительного органа при плавном изменении первичных ампер-витков от I,05 до 5,00 $F_{ср}$ и при подаче токов разного значения в указанном диапазоне толчком.

Вибрация и искрение контактов отсутствуют, параметры настройки реле до и после проверки не изменились.

П4.5. Комплексная проверка защиты

П4.5.I. Опробование защиты в полной схеме присоединения

Проверено взаимодействие реле ДЗ при $U_{ном}$ и 0,8$U_{ном}$ = ___ В. Взаимодействие соответствует принципиальной схеме.

П4.5.2. Проверка токов срабатывания дифференциальных реле в полной схеме защиты

Обозначение ТТ плеча защиты	Обозначение реле	Рабочая обмотка реле		Число витков тормозной обмотки	Ток подан на зажимы панели (ИБ)	Ток срабатывания, А
		Обозначение	Число витков			

П4.5.3. Определение времени срабатывания защиты при $I_р = 2I_{сз}$ = _____А (ток подавался на зажимы панели)

Ток подан в реле			
Время действия защиты, с			

П4.6. Проверена защита рабочим током

$I_н$ = _____А со стороны _____кВ

П4.6.I. Проверена отстройка защиты от бросков тока намагничивания: при _____кратном включении на напряжение _____кВ контакты всех реле оставались неподвижными.

П4.6.2. Снятие векторной диаграммы токов

При снятии векторной диаграммы токов напряжение подавалось со стороны _____кВ.

Обозначение ТТ плеча защиты	Фаза	Токи в цепях защиты	
		Значение, А	Угол, эл. град
	A		
	B		
	C		
	0		
	A		
	B		
	C		
	0		
	A		
	B		
	C		
	0		
	A		
	B		
	C		
	0		

П4.6.3. Проверено выравнивание ампер-витков дифференциальных реле

Исключены токи плеча защиты	Снят испытательный блок	Реле	Напряжение на обмотке исполнительного органа, В

П4.6.4. Проверено напряжение небаланса

Обозначение реле	Напряжение небаланса, мВ

Примечание. _____

Заключение. _____

Проверку производил _____

Руководитель работ _____

Приложение 5

ПРИБОРЫ, АППАРАТУРА И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕЛЕ РНТ и ДЗТ-10

П5.1. Требования к схемам проверки

П5.1.1. Проверка электрических характеристик реле РНТ и ДЗТ-10 должна производиться при питании первичных обмоток НТТ синусоидальным током. В качестве источника питания для проверки реле предпочтительнее использовать междуфазное напряжение 220 или 380 В, так как кривая фазного напряжения может существенно отличаться от синусоиды из-за наличия высших гармонических составляющих.

П5.1.2. Для обеспечения синусоидальной формы кривой тока, подаваемого в обмотки НТТ, в случае применения реостатной схемы без нагрузочных трансформаторов параметры испытательной схемы (значение питающего напряжения, сопротивление реостата) должны быть такими, чтобы напряжение на первичной обмотке НТТ при полном числе витков и пятикратном токе срабатывания не превышало 10% напряжения источника.

Как правило, синусоидальная форма кривой тока обеспечивается при напряжении источника питания 220 В и выше.

П5.1.3. Для обеспечения синусоидальной формы кривой тока при использовании источника синусоидального напряжения и нагрузочного трансформатора или регулировочного автотрансформатора последовательно с первичной обмоткой НТТ необходимо включить добавочный реостат с минимальным значением сопротивления, в семьдесять раз большим полного сопротивления обмотки при токе уставки.

В зависимости от числа витков первичной обмотки значения сопротивлений добавочного реостата должны соответствовать данным, приведенным ниже

Число витков первичной обмотки	5	10	20	40	60	120	180
Сопротивление добавочного реостата, Ом.....	1,5	3,0	5,0	10,0	15,0	30,0	50,0

П5.2. Приборы и аппаратура для проверки реле РНТ и ДЗТ-10

П5.2.1. Для проверки реле РНТ и ДЗТ-10 наиболее целесообразно использовать установку У 5052 (регулировочный блок К 513 и нагрузочный блок К 514). При отсутствии такой установки может быть использовано комплектное устройство УПЗ-1 или схемы с использованием реостатов (в том числе нагрузочных и водяных), нагрузочных трансформаторов и регулировочных автотрансформаторов.

При использовании установки У 5052 или УПЗ-1 для получения синусоидального тока следует вводить предвключенный резистор в цепи первичной обмотки нагрузочного трансформатора (в блоке К 513).

П5.2.2. При измерении параметров срабатывания ($I_{ср}$ =0,16 - - 0,17 А; $U_{ср}$ = 3,5 - 3,6 В) исполнительного органа реле РНТ и ДЗТ-10 допустимая погрешность Δ при измерении тока не должна превышать 1%, а при измерении напряжения - 0,5%.

Допустимая погрешность определяется по формуле

$$\Delta \leqslant \frac{0{,}5D}{3}, \qquad (5.1)$$

где D - величина поля допуска.

Поэтому при проверке исполнительных органов реле РНТ и ДЗТ-10 следует применять амперметры класса точности не ниже 1,0 и вольтметры класса точности не ниже 0,5.

Измеритель тока и напряжения в установке У 5052 имеет класс точности 2,5, а в установке УПЗ-1 - 1,5. Это вызывает необходимость применения выносных приборов требуемого класса точности в случае проверки исполнительных органов реле РНТ и ДЗТ-10 с помощью указанных установок.

Следует отметить, что установка тока срабатывания дифференциальных реле РНТ и ДЗТ-10 в соответствии с их техническими данными и с требованиями действующих Правил технического обслуживания устройств РЗА должна выполняться по условию равенства МДС срабатывания (100 $\pm$ 5)А. В ряде случаев (при заданном числе витков первичной обмотки свыше 100) это условие вызывает необходимость измерения тока срабатывания реле с допустимой погрешностью не ниже 1,5%.

Таким образом, при техническом обслуживании реле серий РНТ и ДЗТ-10 использовать установку У 5052 с выносным измерителем тока класса точности не ниже 1% следует не только при проверке исполнительных органов, но и в ряде других случаев.

П5.3. П Е Р Е Ч Е Н Ь ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТ С РЕЛЕ СЕРИЙ РНТ и ДЗТ-10

1. Комплектная установка для проверки релейной аппаратуры и защиты: постоянный ток 0-4,5 А; 0-240 В; переменный ток 0-200 А; 0-380 В; погрешность - $\pm$2,5%, например У 5052.

2. Амперметр электромагнитный: 2,5 - 5,0 А; класс точности 0,5; например Э 514/2 - 2 шт.

3. Амперметр электромагнитный: 0,25 - 1,0 А; класс точности 0,5; например Э 513/4.

4. Измерительный трансформатор тока: 0,5 - 50/5А; класс точности 0,1; например И-515М - 2 шт.

5. Комбинированный прибор: класс точности 1,0 - 1,5 на переменном токе; например Ц4311, Ц4312, Ц4352.

6. Вольтметр электромагнитный: 1,5 - 15,0 В; класс точности 0,5; например Э 515/1.

7. Вольтметр универсальный цифровой:
постоянный ток 0,0001-1000 В; класс точности 0,15-0,35;
переменный ток 0,0001-300В; класс точности 0,7-4,5, например В7-22.

8. Фазометр однофазный: 0-90-180-270-360^{0}; 5-10А;
100-127-220 В; класс точности 0,5; например Д-578/1.

9. Мост постоянного тока: 0,05-5$\cdot 10^{4}$ Ом; например ММВ, Р 3009.

10. Мегаомметр на 1000В: 0-200 мОм; 0-1000 кОм; например М 4100/4.

11. Вольтамперфазометр: 1-250В; 10-250 мА; 1-10А;
180-0-180^{0}; класс точности 4,0 (при измерении тока и напряжения) и 1,5 (при измерении угла сдвига фаз); например ВАФ-85М.

12. Миллисекундомер: 1-10^{4} мс; минимальная погрешность -

± 0,005%; например Ф-209.

I3. Фазорегулятор: 380/220 В; 2 кВ·А; например Фр 52 А.

I4. Реостаты: 95-265 Ом, 2,0 - I,0 А; 3,5-I4,0 Ом, I4,0-7,0 А; например РСП-3, РСП-4.

I5. Реостат нагрузочный: диапазон регулирования тока при напряжении 220 В: рабочим плечом - I-I7 А; тормозным плечом - 0,85-30 А; например РН-5.

I6. Водяной реостат.

I7. Испытатель изоляции вторичных цепей $U_{вых}$ = 2000 В; $R_{из}$ - 40 МОм, например ИВК.

Примечание. При наличии комплектнои установки нет необходимости в некоторых приборах (измерительные ТТ, амперметры и др.)

Приложение 6

ПРОВЕРКА ХАРАКТЕРИСТИК ОТНОСИТЕЛЬНОГО СРАБАТЫВАНИЯ E = f (к) РЕЛЕ РНТ

П6.I. Характеристики E = f (к) следует определять в условиях срабатывания реле при подмагничивании сердечника НТТ постоянным током. Испытания производятся по схеме рис. П6.I. Синусоидальный переменный ток подводится к одной из первичных обмоток, а постоянный - к другой. Число витков первичных обмоток целесообразно устанавливать удобным для подсчета ампер-витков.

Источник постоянного тока должен быть напряжением 220 или II0 В. При использовании источника питания меньшего напряжения измерения могут оказаться неверными из-за значительной трансформации переменного тока в цепь постоянного.

Во избежание недопустимого перегрева обмоток подачу в них токов, превышающих длительно допустимые, необходимо осуществлять кратковременно (только на время измерений).

П6.2. Характеристики следует определять для двух значений $R_{кз}$ - 0 и I0 Ом.

Для значений МДС постоянного тока ($F_a = I_a W_1''$), равных 0; 0,2; 0,5; I,0; 2,0; 5,0 $F_{ср}$ измеряются токи срабатывания реле. Значения E и К вычисляются по формулам:

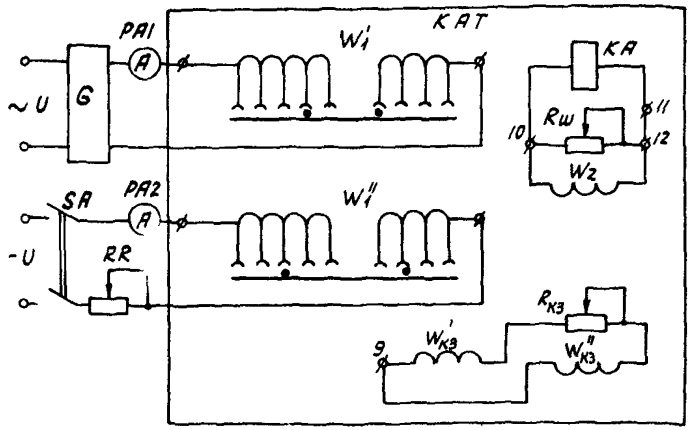

Рис. П6.I. Схема проверки характеристик E = f (к)

$$E = \frac{F_{ср\,п}}{F_{ср}} = \frac{I_{ср\,п}\,W_1'}{I_{ср}\,W_1'} = \frac{I_{ср\,п}}{I_{ср}} \qquad (П6.1)$$

$$K = \frac{F_a}{F_{ср}} = \frac{I_a\,W_1''}{I_{ср}\,W_1'}\ , \qquad (П6.2)$$

где $F_{ср.п}$ и $I_{ср\,п}$ - переменные составляющие МДС и тока срабатывания реле при наличии постоянного тока в обмотке W_1'' реле;

$F_{ср}$ и $I_{ср}$ - МДС и ток срабатывания реле при отсутствии постоянного тока;

F_a и I_a - постоянные составляющие МДС и тока в реле.

П6.3. Полученные характеристики E = f (к) должны быть близки к типовым (см.рис.П1.4) с точностью до 5%.

Приложение 7

...ЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ...ТЕРНИЗИРОВАННЫХ РЕЛЕ РНТМ И ДЗТМ

П7.I. Принцип действия реле

I.I. Модернизированное реле РНТ состоит из реле РНТ

(НТТ,РТ-40) и полупроводникового устройства, которое, в свою очередь, состоит из устройства детектирования формы дифференциального тока, канала загрубления по току плеча и полупроводникового ключа.

П7.I.2. Структурная схема модернизированного реле РНТ показана на (рис.П7.I.)

Входным элементом устройства детектирования формы дифференциального тока 8 является трансреактор TAV, первичная обмотка которого включена в короткозамкнутую цепь НТТ. Ток в короткозамкнутой цепи в требуемом диапазоне пропорционален дифференциальному току.

Вторичная обмотка трансреактора TAV через схему расщепления Т, выпрямительный мост 2, корректирующий элемент 3, инерционны элемент 4, схему сравнения 5 и расширитель импульсов 6 подключена к полупроводниковому ключу 7.

При возникновении пауз в дифференциальном токе и во вторичном напряжении трансреактора TAV появляются интервалы времени, когда напряжение U_2 на емкости инерционного элемента превышает напряжение U_I на емкости корректирующего элемента. На выходе схемы сравнения появляется импульс напряжения U_3, который сглаживается расширителем импульсов и преобразуется в постоянное напряжение U_4. Напряжение U_4 поступает на вход полупроводникового ключа (симистор), который открывается и подключает параллельно исполнительному органу КА регулируемый резистор $R'_ш$, что приводит к загрублению реле.

При отсутствии пауз в дифференциальном токе (внутреннее КЗ, синусоидальный ток) устройство детектирования формы дифференциального тока не срабатывает. При синусоидальном токе напряжение U_I на выходе корректирующего элемента 3 больше напряжения U_2 на выходе инерционного элемента ($U_I \approx 1{,}2\ U_2$). В этом случае напряжение U_3 на выходе схемы сравнения равно нулю, полупроводниковый ключ не включается и загрубления реле не происходит.

П7.I.3. В случаях, когда возможно протекание периодических синусоидальных токов небаланса при внешнем КЗ (например, ДЗ понижающего двухобмоточного трансформатора), устройство детектирования формы дифференциального тока работать не будет и возможны излишние срабатывания ДЗ.

Для предотвращения этого в полупроводниковое устройство реле РНТИ ЧЭАЗ введен канал загрубления по току плеча, состоящий из

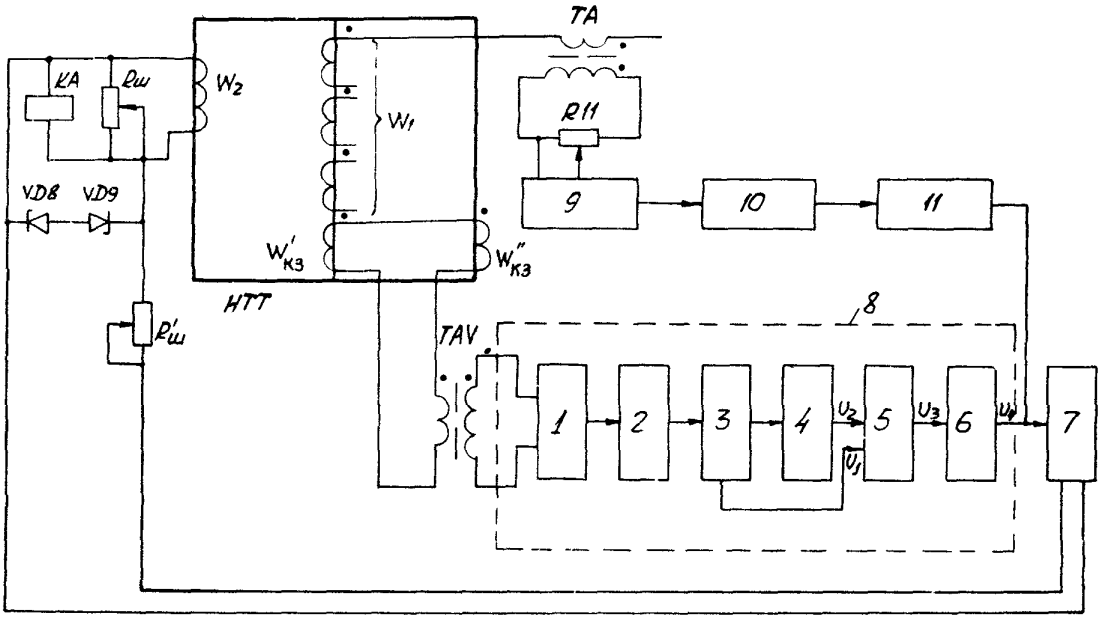

Рис.П7.1. Структурная схема модернизированного реле РНТ

промежуточного трансформатора тока ТА2, переменного резистора $R11$, выпрямительного моста 9, сглаживающего фильтра 10, порогового устройства 11.

При превышении током плеча максимального значения тока погрузки защищаемого присоединения срабатывает пороговое устройство и на вход полупроводникового ключа поступает сигнал. Ключ открывается и происходит загрубление реле.

П7.1.4. Модернизированное реле РНТ имеет два тока срабатывания: низший ток срабатывания $I_{ср1}$ - при КЗ в защищаемой зоне, когда полупроводниковое устройство не срабатывает, и высший ток срабатывания $I_{ср2}$ - при токах небаланса в режиме внешнего КЗ и б.н.т., когда полупроводниковое устройство срабатывает.

Кратность изменения тока срабатывания характеризуется коэффициентом изменения тока срабатывания:

$$K_{и.т.с} = \frac{I_{ср2}}{I_{ср1}}. \qquad (П7.1)$$

П7.1.5. На ЧЭАЗ изготовлена опытно-промышленная партия модернизированных реле РНТМ-565 с минимальным током срабатывания 1,45 ± 0,07 А. В указанных реле коэффициент $K_{и.т.с}$ может изменяться резистором $R'_{ш}$ в пределах от 2 до 5.

Принципиальная электрическая схема реле РНТМ-565 и временные диаграммы токов и напряжений, поясняющие принцип действия реле, приведены на рис. П7.2-П7.3.

П7.1.6. Модернизированное реле ДЗТМ состоит из реле ДЗТ-10 (НИТ, РТ-40) и полупроводникового устройства, аналогичного устройству реле РНТМ.

Структурная схема модернизированного реле ДЗТМ показана на рис. П7.4.

Входным элементом устройства детектирования формы дифференциального тока 8 является трансреактор ТАV ,первичная обмотка которого выполняется с ответвлениями, соединенными с рабочими обмотками НТТ. Наличие указанных ответвлений позволяет обеспечить требуемую чувствительность полупроводникового устройства при различных вторичных номинальных токах сторон защищаемого присоединения.

Обозначение элементов устройства детектирования формы диф-

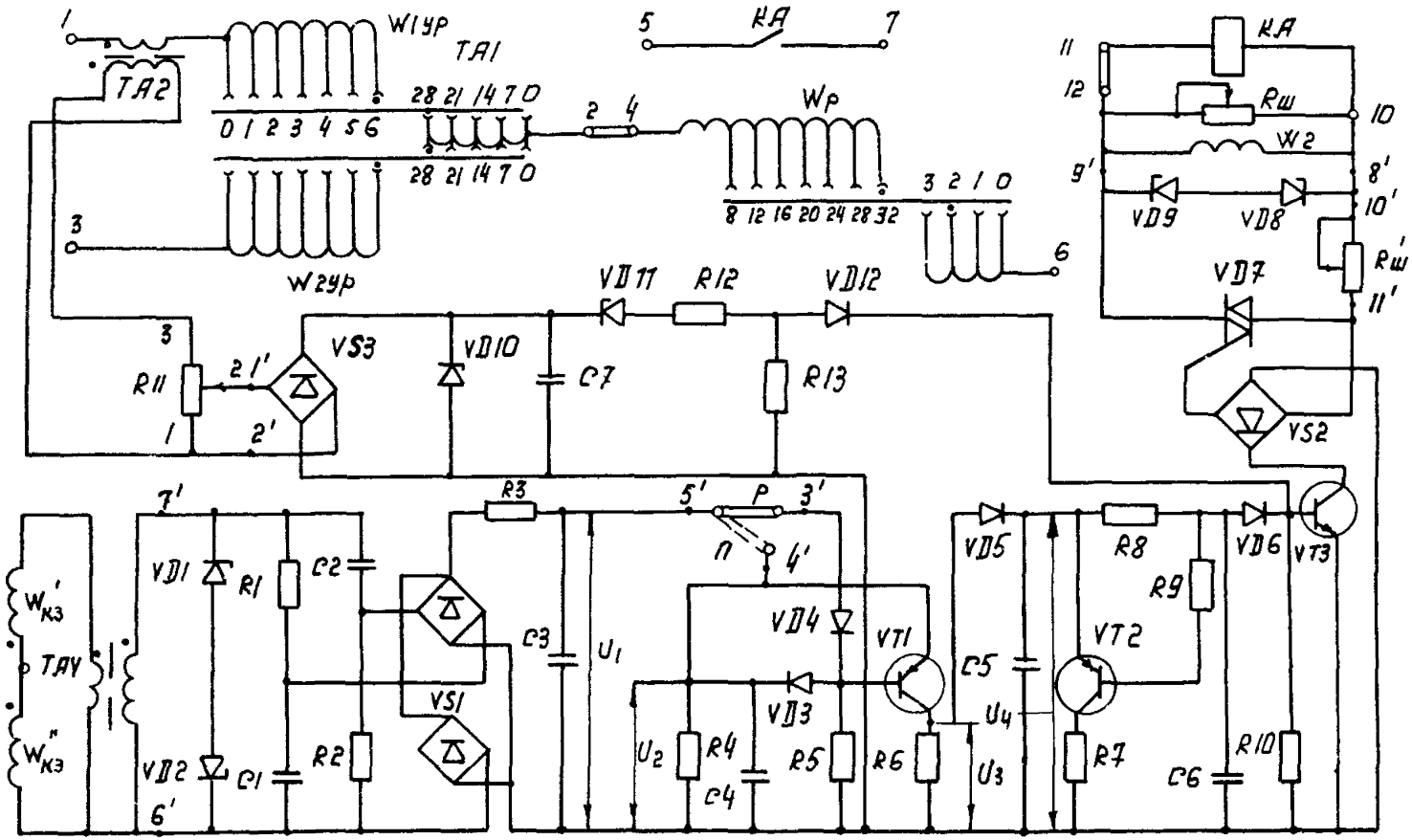

Рис.П7.2. Принципиальная схема реле РНТМ-565

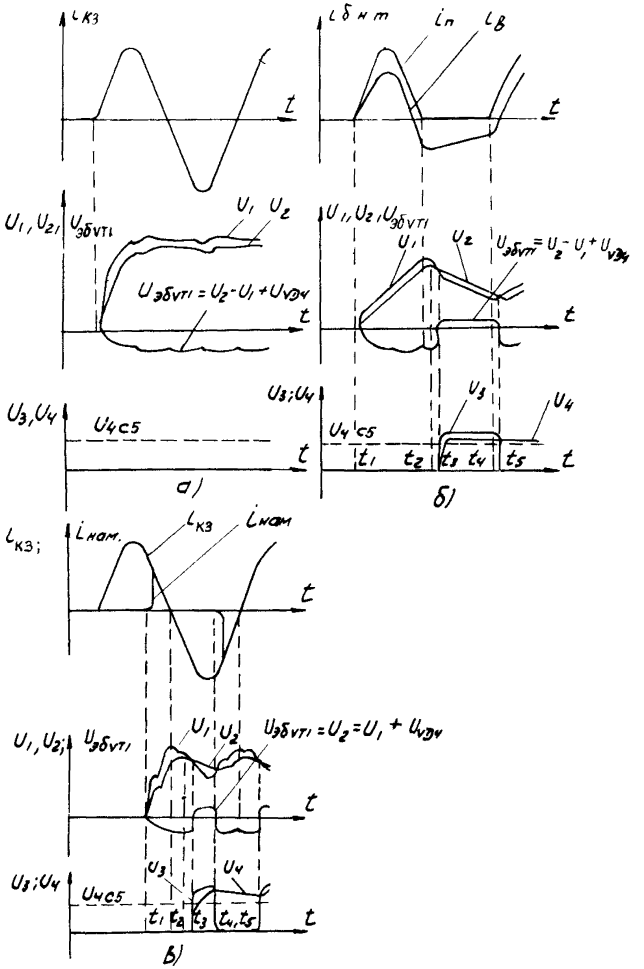

Рис.П7.3. Диаграммы токов и напряжений бесконтактного устройства реле РНТМ и ДЗТМ:

а – внутреннее КЗ (синусоидальный ток);
б – включение трансформатора (б.н.т.);
в – внешнее КЗ

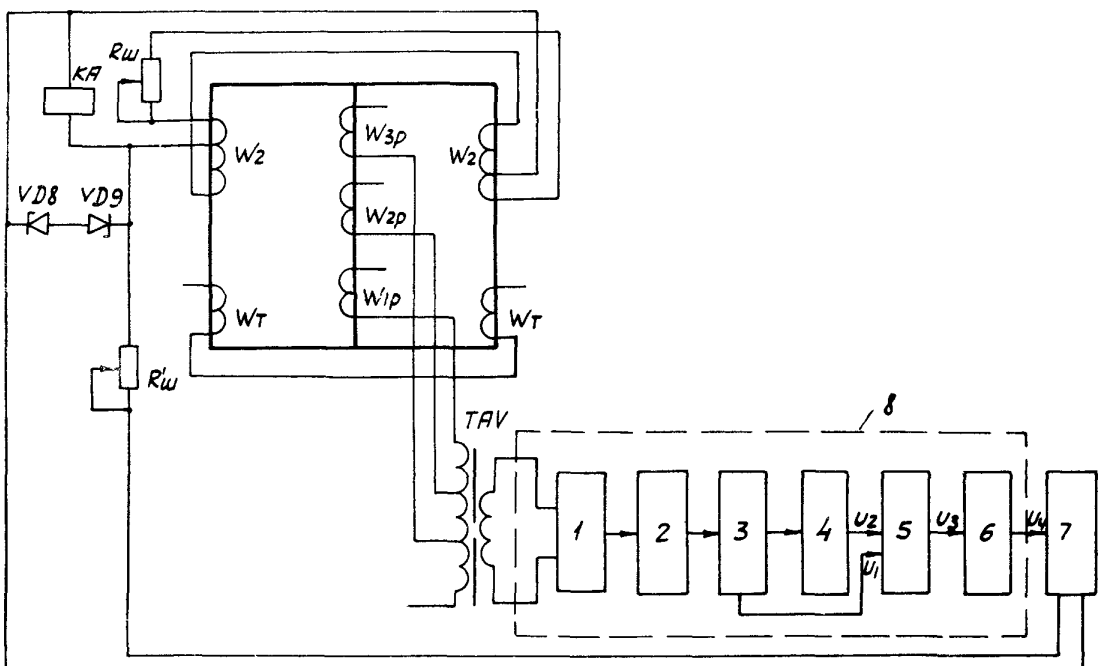

Рис.П7.4. Структурная схема модернизированного реле ДЗТ-10

ференциального тока такое же, как и на рис. П7.1. Принцип действия устройства указан в п.П7.2.

П7.1.7. Для ДЗ с реле РНТ и ДЗТ-10, находящихся в эксплуатации, разработано автономное бесконтактное устройство (УБ) для детектирования искажения формы дифференциального тока, принцип действия которого аналогичен принципу действия устройства реле РНТМ (канал загрубления отсутствует). Производство указанных УБ намечено наладить на предприятиях ПО "Союзэнергоавтоматика".

Бесконтактное устройство выполнено в виде отдельного изделия и состоит из основания, на котором крепятся печатные платы с радиоэлектронными элементами и трансреактор, кожуха и крышки.

Конструкция УБ допускает возможность его установки как по месту крепления реле серии РНТ или ДЗТ, так и в непосредственной близости к ним.

П7.1.8. Применение бесконтактных устройств УБ позволяет выполнить модернизацию реле серий РНТ и ДЗТ-10, находящихся в эксплуатации, и тем самым повысить эффективность действия ДЗ эксплуатируемого оборудования.

Использование модернизированных реле РНТМ и ДЗТМ в схемах ДЗ трансформаторов (автотрансформаторов), блоков генератор-трансформатор и электродвигателей позволяет выполнить ДЗ с токами срабатывания:

$$I_{ср\,1} = (0{,}3\text{–}0{,}5) I_{ном},$$
$$I_{ср\,2} = (1{,}5\text{–}2{,}0)\, I_{ном}.$$

Дифференциальные защиты генераторов с реле РНТМ и ДЗТМ могут быть выполнены с токами срабатывания:

$$I_{ср\,1} = (0{,}1\text{–}0{,}2) I_{ном},$$
$$I_{ср\,2} = (0{,}6\text{–}0{,}8) I_{ном}.$$

По сравнению с реле РНТ и ДЗТ-10 модернизированные реле РНТМ и ДЗТМ имеют также меньшую задержку на срабатывание при внутренних КЗ с апериодической составляющей благодаря уменьшению тока срабатывания ДЗ.

П7.2. Особенности технического обслуживания

П7.2.1. Техническое обслуживание модернизированных реле РНТМ и ДЗТМ следует производить в соответствии с методикой, изложенной в разд. 5. При этом следует учитывать особенности их технического обслуживания, изложенные ниже.

Перед проверкой работы реле следует произвести его осмотр, установить правильность подключения полупроводникового устройства, качество паек и гальванических покрытий.

П7.2.2. Для реле ДЗТМ следует определить необходимое для подключения число витков обмотки трансреактора TAV полупроводникового устройства.

Требуемое число витков обмотки трансреактора бесконтактного устройства определяется по формулам:

для реле ДЗТ-II

$$W_{уб1} \geq \frac{W_р + W_{ур}}{3}, \qquad (П7.2)$$

для реле ДЗТ-II/2

$$W_{уб1} \geq \frac{W_{ур}}{3}; \quad W_{уб2} \geq \frac{W_р}{3}, \qquad (П7.3)$$

для реле ДЗТ-II/3 и ДЗТ-II/4

$$W_{уб1} \geq \frac{W_{1р}}{3}; \; W_{уб2} \geq \frac{W_{2р}}{3}; \; W_{уб3} \geq \frac{W_{3р}}{3}, \qquad (П7.4)$$

где $W_{уб1}, W_{уб2}, W_{уб3}$ – числа витков обмотки трансреактора TAV, включаемых последовательно с соответствующими рабочими обмотками НТТ;

$W_{1р}, W_{2р}, W_{3р}, W_р, W_{ур}$ – расчетные числа рабочих и уравнительных обмоток НТТ, включаемых последовательно с ответвлениями обмотки трансреактора бесконтактного устройства и соответствующих низшему току срабатывания реле.

В соответствии с расчетным значением $W_{УБ}$ следует выбрать по техническим данным завода-изготовителя ближайшее большее значение числа витков обмотки трансреактора. Для бесконтактного устройства ПО "Союзэнергоавтоматика" значение чисел витков обмотки трансреактора выбираются следующим образом:

Зажимы УБ	I-I3	2-I3	6-I3	7-I3	I4-I3
Число витков обмотки трансреактора $W_{УБ}$	96	48	24	I2	6
Ток срабатывания УБ,А...	0,8	0,6	I,2	2,4	4,8

П7.2.3. Проверка правильности функционирования полупроводникового устройства производится следующим образом.

П7.2.3.I. Установив накладку НI (см. рис.П7.2) в нейтральное положение и выведя резистор R II (реле РНТМ ЧЭАЗ), следует подать в первичную обмотку НТТ, соответствующую основной стороне ДЗ, от регулируемого источника синусоидальный ток и измерить низший ток срабатывания ($I_{ср.1}$) реле.

П7.2.3.2. Установить накладку НI в положение "Р" (работа) и минимальное сопротивление резистора $R'_{ш}$.

В первичную обмотку НТТ следует подать от регулируемого источника синусоидальный ток и, плавно изменяя его в диапазоне от I,05 до 8,0 $I_{ср.1}$, убедиться, что нет возврата исполнительного органа реле. Это свидетельствует о правильном функционировании устройства детектирования формы дифференциального тока.

П7.2.3.3. Установить накладку НI в положение "П" (проверка).

В первичную обмотку НТТ следует подать от регулируемого источника ток и, плавно изменяя его в диапазоне от 0 до 3,0 $I_{ср.1}$, убедиться, что исполнительный орган реле не срабатывает. Это свидетельствует о срабатывании устройства детектирования формы дифференциального тока.

П7.2.3.4. При проверке реле РНТМ(ЧЭАЗ) установить накладку НI в нейтральное положение. В последовательно соединенные первичные обмотки НТТ и трансреактора ТА2 при максимальном числе витков этой обмотки НТТ подать от регулируемого источника ток и измерить ток срабатывания реле ($I_{ср}$), соответствующий набранному числу витков обмотки НТТ.

Полностью ввести резистор $R11$ и, плавно изменяя ток в диапазоне от 0 до 3,0 $I_{ср}$, убедиться, что исполнительный орган реле не срабатывает (сработал канал загрубления по току плеча).

П7.2.4. Установка токов срабатывания реле выполняется в

следующей последовательности

П7.2.4.1. Для измерения низшего тока срабатывания реле следует установить в положение "Р" (работа) накладку НІ, вывести резистор R II (реле РНТМ ЧЭАЗ), на первичных обмотках НТТ установить расчетные числа витков и от регулируемого источника подать в них синусоидальный ток. Плавно увеличить ток до срабатывания исполнительного органа реле, измерить его значение и сравнить с расчетным.

П7.2.4.2. Для измерения высшего тока срабатывания реле следует установить в положение "П" (проверка) накладку НІ, минимальное сопротивление резистора $R'_{ш}$, подать в первичные обмотки НТТ от регулируемого источника ток и установить его равным расчетному значению высшего тока срабатывания. Плавно увеличивая сопротивление резистора $R'_{ш}$, добиться срабатывания исполнительного органа реле. Зафиксировав положение движка резистора $R'_{ш}$, снизить ток до возврата реле и плавным увеличением тока определить высший ток срабатывания реле.

П7.2.4.3. Определение низшего и высшего токов срабатывания реле следует производить для каждого плеча защиты.

П7.2.4.4. Для установки тока срабатывания канала загрубления по току плеча $I_{с.п}$ (реле РНТМ, ЧЭАЗ) следует:

а) на первичной обмотке НТТ, соединенной последовательно с обмоткой трансреактора ТА2, установить число витков, равное

$$W \approx 100/1{,}2\ I_{с.п}\ ; \qquad (П7.5)$$

б) в последовательно соединенные первичные обмотки НТТ и трансформатора ТА2 подать от регулируемого источника ток и установить его равным $I_{с.п}$, при этом исполнительный орган реле сработает;

в) увеличением сопротивления резистора R II добиться возврата реле;

г) зафиксировав положение движка резистора R II, плавным увеличением тока определить ток срабатывания канала загрубления по току плеча и сравнить его с расчетным; при необходимости откорректировать его значение изменением сопротивления резистора R II.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение 3

I. Краткое описание и принцип действия дифференциальных реле 3

2. Меры безопасности 7

3. Техническое обслуживание ДЗ с реле РНТ и ДЗТ-IO 7

3.I. Подготовительные работы . . . . . IO

3.2. Осмотр и проверка механической части . . . II

3.3. Проверка изоляции I2

3.4. Проверка электрических характеристик исполнительного органа I3

3.5. Проверка правильности выполнения короткозамкнутых обмоток реле РНТ I4

3.6. Проверка отсутствия взаимоиндукции между тормозной и вторичной обмотками реле ДЗТ-IO I5

3.7. Проверка МДС и тока срабатывания реле на рабочих уставках I6

3.8. Проверка коэффициента надежности I8

3.9. Проверка тормозных характеристик реле ДЗТ-IO 22

3.IO. Проверка надежности работы контактов реле 26

3.II. Комплексная проверка ДЗ с реле РНТ и ДЗТ-IO 26

3.I2. Проверка ДЗ рабочим током 28

3.I3. Подготовка защиты к вводу в работу. 30

Приложение I. Принцип действия дифференциальных защит с реле серий РНТ и ДЗТ-IO 3I

Приложение 2. Основные технические данные дифференциальных реле серий РНТ и ДЗТ-IO 4I

Приложение 3. Протокол проверки при новом включении дифференциальной защиты с реле серии РНТ 49

Приложение 4. Протокол проверки при новом включении дифференциальной защиты с реле серии ДЗТ-IO. 57

Приложение 5. Приборы, аппаратура и устройства для технического обслуживания реле РНТ и ДЗТ-IO 66

Приложение 6. Проверка характеристик относительного срабатывания $E = f(к)$ реле РНТ 69

Приложение 7. Особенности технического обслуживания модернизированных реле РНТМ и ДЗТМ 70

gost.e-ecolog.ru