МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

РД 34.35.518-91

СПО
ОРГРЭС
Москва 1992

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

РД 34.35.518-91

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ОРГРЭС

Москва 1992

Р А З Р А Б О Т А Н О фирмой по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС

И С П О Л Н И Т Е Л И В.Г.ГЛОВАЦКИЙ (электроцех)

У Т В Е Р Ж Д Е Н О бывшим Главным научно-техническим управлением энергетики и электрификации Минэнерго СССР 29.12.91 г.

© СПО ОРГРЭС, 1992.

УДК 621.316.925 (083.96)

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

РД 34.35.518-91

Срок действия установлен
с 01.05.92 г.
до 01.05.97 г.

В В Е Д Е Н И Е

Практически все повреждения внутри бака маслонаполненного аппарата (трансформатора, автотрансформатора, реактора) сопровождаются выделением газов в результате разложения масла и других изолирующих материалов под действием электрической дуги или сильного нагрева. В дальнейшем в Инструкции под словом "трансформатор" понимается маслонаполненный аппарат, снабженный газовой защитой.

При этом может происходить ускоренное перетекание масла или его смеси с газом из бака в расширитель. Возможно снижение уровня масла, а также выделения газов по разным причинам.

Сюда относятся короткие замыкания (КЗ) между обмотками, витковые замыкания, "пожар" стали магнитопровода, неисправности переключателей ответвлений и др. Защита, реагирующая на указанные повреждения, получила название "газовой".

Эта защита осуществляется с помощью специального газового реле, реагирующего на скопление в нем определенного объема газа, а также на быстроту его образования, косвенно связанную со скоростью перемещения масла в трубопроводе от бака трансформатора к расширителю.

Защита контакторов РПН осуществляется с помощью струйных реле, реагирующих на скорость потока масла из бака контактора в расширитель.

При внутренних повреждениях в трансформаторе, даже самых незначительных, выделяются газообразные продукты разложения масла

или органической изоляции, чем обеспечивается действие газовой защиты почти в самом начале возникновения постепенно развивающегося повреждения. В некоторых случаях опасных внутренних повреждений трансформаторов ("пожар" стали, межвитковые замыкания и т.п.) действует только газовая защита, в то же время максимальная и дифференциальная защиты не приходят в действие из-за недостаточности тока.

В настоящей Инструкции по эксплуатации газовой защиты (в дальнейшем Инструкции) описаны принципы действия и конструкция газовых и струйных реле, применяемых в энергосистемах (см.прил.I-4), а также методы технического и оперативного обслуживания защит с этими реле. В нее также включены сведения об отсечном клапане, представляющем собой устройство для перекрытия трубопровода вблизи расширителя трансформаторов мощностью 100 МВ·А и более для предотвращения развития пожара (в случае его возникновения) за счет вытекания из расширителя большого количества масла на поврежденный трансформатор, и реле контроля уровня масла в расширителе, так как эти элементы функционально входят в состав цепей газовой защиты.

При подготовке Инструкции использованы материалы заводов-изготовителей, данные энергообъединений "Мосэнерго", "Краснодарэнерго", "Курскэнерго", "Донбассэнерго", "Киевэнерго" по опыту эксплуатации газовых и струйных реле.

Настоящая Инструкция обязательна для всех работников, занимающихся наладкой, техническим и оперативным обслуживанием устройств газовой защиты в энергосистемах Минэнерго СССР.

С выходом настоящей Инструкции ранее действовавшие "Инструкция по наладке и эксплуатации газовой защиты" (М.: Госэнергоиздат, 1963); "Инструкция по наладке и эксплуатации газовой защиты с реле РГЧЗ-66" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1971); "Инструкция по эксплуатации газовых реле *BF 80/Q* и струйных реле *ÜRF 25/10* защиты трансформаторов и устройств РПН" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1979); "Методические указания по техническому обслуживанию защиты трансформаторов и устройств РПН с реле *BF 80/Q*, *BF 50/10* и *ÜRF 25/10*" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1984) считаются утратившими силу.

I. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГАЗОВЫХ И СТРУЙНЫХ РЕЛЕ

Газовые реле реагируют на повреждения, сопровождающиеся выделением газов, перетоком масла из бака в расширитель и снижением уровня масла в баке маслонаполненного аппарата. Исходя из этого и выполнена конструкция всех газовых реле.

Газовые реле имеют герметически закрытый корпус, устанавливаемый в маслопроводе между баком трансформатора и расширителем. На рис.I показан эскиз такого реле. Оно имеет сигнальный I и отключающие 2, 3 элементы (I, 3 поплавки, 2 пластина), каждый из которых срабатывает при определенных условиях.

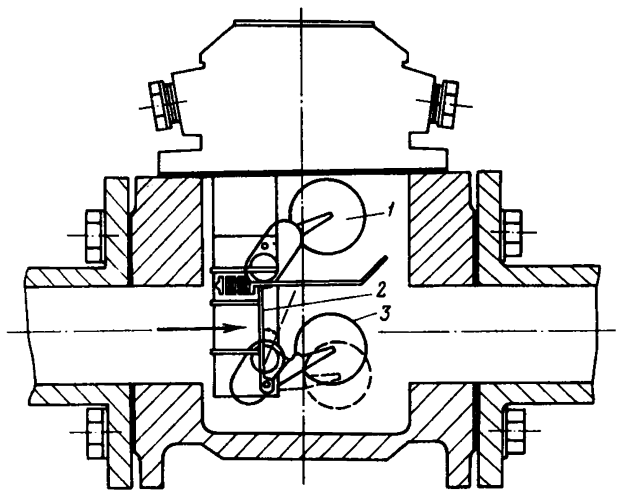


Рис.I. Газовое реле

В нормальных условиях работы корпус реле заполнен маслом, и элементы занимают положение, при котором их контакты разомкнуты. При незначительном газообразовании в баке трансформатора газ по маслопроводу проходит в расширитель, скапливаясь в верхней части корпуса реле, где помещен сигнальный элемент I.

При скоплении в реле определенного количества газа уровень

масла в нем снижается так, что поплавок I сигнального элемента опускается под действием силы тяжести, и сигнальный контакт замыкается; так же срабатывает сигнальный элемент реле при снижении уровня масла по другим причинам (для упрощения контакты на рис.I не показаны).

При дальнейшем снижении уровня масла, когда корпус реле опорожняется практически полностью, поплавок 3 отключающего элемента также опускается под действием силы тяжести, и отключающий контакт замыкается.

При внутренних повреждениях трансформатора в месте КЗ происходит бурное разложение масла, и поток масла или смеси масла с газом устремляется из бака в расширитель (стрелка на рис.I). Под воздействием этого потока отклоняется на определенный угол пластина 2, и отключающий контакт замыкается. В зависимости от вида и развития повреждения трансформатора возможна последовательная работа сигнального и отключающего элементов реле или их одновременная работа.

При бурном газообразовании и резких толчках масла возможны кратковременные замыкания контактов, поэтому газовое реле должно действовать на отключение через промежуточное реле по схеме с самоудержанием.

Для защиты контакторов РПН от внутренних повреждений применяются так называемые струйные реле, которые в отличие от газовых реле не работают при уходе масла из трубопровода и заполнении корпуса реле воздухом или газом; уровень масла в расширителе контролируется по маслоуказательному стеклу или с помощью реле уровня масла.

Использование струйных реле обусловлено особенностью работы контакторов устройств РПН. В нормальной работе контактора под воздействием электрической дуги в момент переключения происходит разложение незначительного количества масла и выделение из него газа, который по трубопроводу проходит в свой расширитель или в отсек общего расширителя и далее через его дыхательные пути выходит в атмосферу. Небольшое количество горючего газа, выделяющегося из масла в процессе работы контактора, является нормальным явлением.

Нарушение нормальной работы контактора может быть вызвано повреждением изоляции, ослаблением пружин механизма, старением керамических силовых контактов, что ведет к замедлению и нечеткости переключения. Затянувшаяся дуга сопровождается (с учетом небольшого объема масла в баке контактора) бурным разложением масла. Струя масла в смеси с газом направляется из бака контактора в расширитель.

При таких повреждениях требуется отключение трансформатора и устройства РПН для принятия мер по устранению повреждения. Поэтому защита контакторов устройств РПН выполняется с помощью струйных реле. Эти реле имеют только один реагирующий элемент (пластину), срабатывающий при заданной скорости струи масла из бака контактора в расширитель и действующий на отключение защищаемого аппарата.

Для обеспечения правильной работы газовой защиты необходимо выполнять правила установки и монтажа трансформатора и реле.

Реле должно устанавливаться в трубопроводе с соответствующим внутренним диаметром, при этом опорожнение его от масла ведет к опорожнению нижней части корпуса реле, опусканию нижнего поплавка и замыканию отключающего контакта. В случаях установки реле в трубопровод с меньшим внутренним диаметром при опорожнении трубопровода от масла в нижней части корпуса реле остается некоторое количество масла, так что нижний поплавок не опускается, т.е. реле не срабатывает при уходе масла из бака трансформатора.

Крышка трансформатора (реактора) должна иметь подъем по направлению к расширителю и, следовательно, к газовому реле не менее 1%, а маслопровод к расширителю - не менее 2% [1] .

Для подъема крышки трансформатора со стороны расширителя применяют металлические подкладки под катки трансформатора.

Указанный подъем выполняется для того, чтобы выделяющийся из масла газ не скапливался под крышкой бака, а, оказавшись в наиболее высоком месте бака, проходил по маслопроводу в газовое реле. После заполнения верхней части корпуса реле продолжающий поступать газ проходит в расширитель и далее через дыхательную трубку в атмосферу.

Между реле и расширителем устанавливается кран для перекры-

тия маслопровода, что требуется при проведении различных работ в процессе эксплуатации трансформатора и, в частности, при некоторых работах с газовым реле.

Правильная установка реле, когда стрелка на крышке направлена в сторону расширителя, обеспечивает работу пластины отключающего элемента, на которую будет направлен поток масла из бака трансформатора в расширитель (при неправильной установке реле пластина отклоняться не может). Наиболее низкий уровень масла в расширителе, допустимый в условиях эксплуатации, должен не менее чем на 50 мм превышать уровень крышки корпуса реле.

Для обслуживания газовой защиты трансформатор снабжается стационарной лестницей с площадкой наверху, стоя на которой оперативный персонал или другое лицо может с соблюдением требований правил техники безопасности выполнять различные операции с газовой защитой на невключенном под напряжение трансформаторе (наблюдать за уровнем масла в реле, отбирать пробу газа и пр.).

С этой же площадки должен выполняться возврат в нормальное положение отсечного клапана.

Для обеспечения правильной работы струйных реле защиты контактора должны выполняться требования установки и монтажа бака (отсека) контактора и реле.

Подъем маслопровода от контактора к расширителю должен составлять 2-4% к горизонтали, реле должно устанавливаться в маслопроводе с внутренним диаметром 25 мм и по возможности ближе к контактору.

Стрелки на крышке и на корпусе реле должны быть направлены к расширителю. Прокладки между фланцами маслопровода и реле и под крышкой реле должны быть проложены точно и не выступать внутрь маслопровода и корпуса реле. Все болты должны быть надежно затянуты, под болт безопасности должна быть проложена зубчатая шайба с зубцами в сторону крышки реле.

Для обеспечения надежной работы газовой защиты при повреждениях в трансформаторе кабели от газовых и струйных реле следует прокладывать на трансформаторе в защитном металлорукаве. В целях уменьшения мест возможного снижения изоляции прокладывать кабели следует непосредственно от выводов реле к выводам панели защиты трансформатора. Изоляция применяемых кабелей должна быть маслостойкой.

I.I. Особенности газовых реле ПГ-22, ПГЗ-22

Газовые реле ПГ-22, а впоследствии ПГЗ-22 выпускались отечественной промышленностью до 1968 г.* Особенностью конструкции этих реле является отсутствие отключающей пластины, реагирующей на скорость потока масла из трансформатора в расширитель. Конструкция реле ПГЗ-22 показана на рис.2,*а* . Внешний вид реле показан на рис.2,*б* . В корпусе реле (рис.2,*а*) расположены один над другим два поплавка I и 2, каждый из которых несет на себе замыкающий ртутный контакт 3. Контакт верхнего поплавка I (сигнальный) замыкается при опускании поплавка в случае снижения уровня масла до определенного предела. Контакт нижнего поплавка 2 (отключающий) замыкается при дальнейшем снижении уровня масла в реле, а также при бурном выделении газов, когда масло в маслопроводе приобретает значительные скорости. Поплавки имеют регулировочные устройства в виде грузов. Верхний поплавок снабжен грузом 4, нижний - грузом 5. Перемещая груз верхнего поплавка, можно изменить его плавучесть (в небольших пределах) и тем самым изменить чувствительность срабатывания контакта в зависимости от количества выделенного объема газа под крышкой реле или снижения уровня масла.

Перемещением груза 5 на нижнем поплавке по кольцу 6 из крайнего левого положения в крайнее правое можно регулировать чувствительность срабатывания контакта - в зависимости от скорости потока масла от трансформатора к расширителю по маслопроводу. На крышке корпуса реле установлен кран 7 для отбора пробы газа и выпуска воздуха из реле после его монтажа. Кроме того, на крышке имеются выводы 8, 9, IO, II от контактов 3 для подключения к схеме защиты. Технические данные реле приведены в приложении I.

I.2. Особенности газового реле РГЧЗ-66

Основной особенностью конструкции газового реле РГЧЗ-66 является то, что поплавки в нем выполнены в виде металлических чашек.

---

*Реле ПГ-22 сначала выпускались на Московском электротехническом заводе, а затем и на ЗТЗ. В начале выпуска реле Запорожского трансформаторного завода (ЗТЗ) именовались ПГ-22, а затем завод присвоил своим реле маркировку ПГЗ-22.

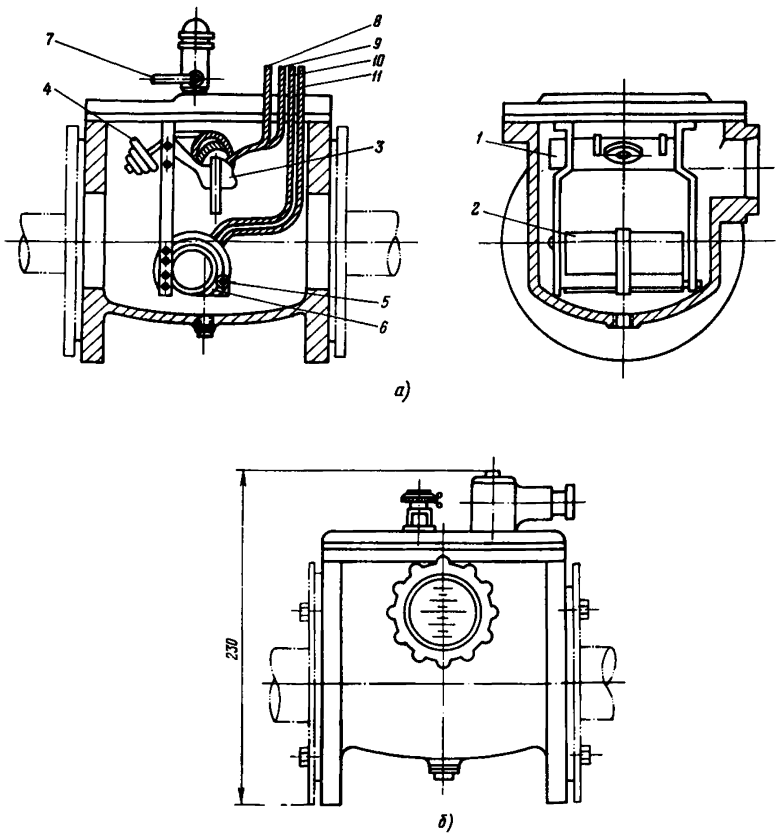


Рис.2. Газовое реле ПГЗ-22:
а - конструкция; *б* - внешний вид

Как и все газовые реле, оно (рис.3) имеет герметически закрытый корпус, устанавливаемый в маслопроводе между баком трансформатора и расширителем. В нем расположено три элемента: верхний (чашка I)- сигнальный и два нижних отключающих элемента (чашка 2 и пластина II).

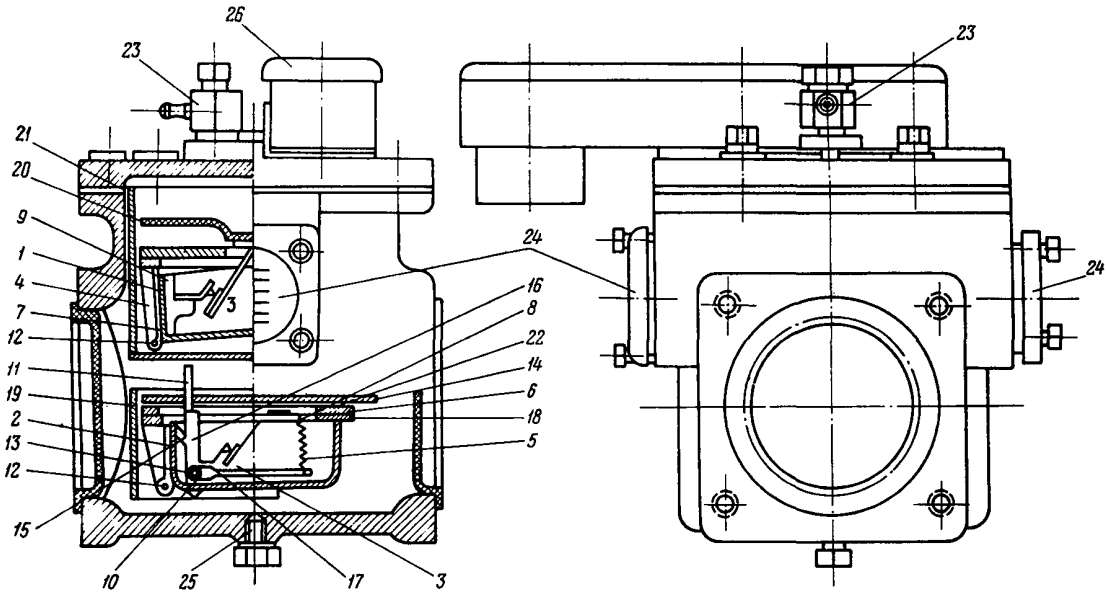


Рис.3. Газовое реле РГЧЗ-66:

I, 2 - чашки; 3 - контакты; 4, 9, I6 - стойки; 5 - спиральная пружина; 6 - сборочное кольцо; 7, 8 - держатели; I0 - скобообразная стойка; II - отключающая пластина; I2, I3 - оси; I4 - прокладка; I5 - выступ; I7 - рычаг; I8 - пластина; I9, 20, 2I, 22 - экраны; 23 - кран; 24 - смотровое стекло; 25 - пробка; 26 - коробка выводов

Когда реле заполнено маслом, контакты, расположенные внутри чашек, остаются разомкнутыми, так как каждая чашка со стороны спиральной пружины 5 подтянута ею вверх до упора.

При выделении воздуха или повреждении трансформатора, сопровождающемся слабым газообразованием, поднимающийся к расширителю газ или воздух скапливается в верхней части реле, вытесняя масло. При этом масло остается в чашке сигнального элемента реле, и под действием массы этого масла чашка поворачивается вокруг своей оси I2 вниз до замыкания контактов.

Отключающие элементы (чашка и пластина) расположены в нижней части корпуса реле, пластина установлена против входного отверстия маслопровода со стороны трансформатора. Она является элементом, реагирующим на скорость движения масла в маслопроводе, а чашка - элементом, реагирующим на полное опорожнение корпуса реле от масла. Оба элемента действуют на один контакт, причем при работе пластины чашка может не работать. При повреждении трансформатора, сопровождающемся бурным газообразованием, давление в баке повышается, и масло вытесняется из бака в расширитель. При скорости потока масла, равной уставке реле или больше нее, усилием, возникающим на пластине II, последняя поворачивается вокруг оси I3 со стойкой I6 и подвижными контактами до их замыкания с неподвижными контактами. При этом чашка отключающего элемента может оставаться в покое. Сигнальный элемент в этом случае может сработать несколько позже отключающего, пока выделившийся газ поднимется из бака трансформатора и заполнит верхнюю часть корпуса газового реле.

При аварийном упуске масла, когда нижняя часть корпуса реле окажется без масла, отключающий элемент (чашка) будет работать так же, как и сигнальный - с замыканием контактов. В этом случае отклоняется и пластина, так как стенка чашки при движении нажимает на выступ I5 стойки I6, к которой крепится пластина.

В верхней части реле, расположенной выше маслопровода и предназначенной для фиксации появления газов, поднимающихся из трансформатора в расширитель, врезаны сквозные смотровые стекла 24 с делениями (в кубических сантиметрах), позволяющими определять объем скопившегося газа.

На крышке корпуса реле установлен кран 23 для отбора пробы газа и выпуска воздуха из реле; коробка выводов 26 служит для

подключения контрольного кабеля. На крышке реле нанесена стрелка, указывающая направление потока масла от трансформатора к расширителю, которая предусмотрена для правильной установки выемной части реле на трансформаторе. В дне коробки с выводами предусмотрено отверстие для стока собирающейся в ней влаги. В нижней части корпуса реле предусмотрена пробка 25 для спуска влаги и осадков масла, скопившихся в реле. Выемная часть реле крепится к крышке корпуса с помощью стоек, на которых смонтированы все элементы реле.

Каждая чашка со стороны входа потока масла закрыта цилиндрическими полуэкранами (I9, 2I). Сверху над чашкой сигнального элемента I установлен экран 20 для уменьшения оседания на дно чашки шлама из масла и других механических примесей. С этой же целью установлен экран 22 над нижней чашкой 2. В экране предусмотрена прорезь для перемещения пластины II.

На входе созданного экранами I9, 20, 2I, 22 канала установлена пластина II. Когда корпус реле заполнен маслом, контакт разомкнут, дно чашки имеет подъем по направлению к расширителю на 5,5-II%.

При скоплении в верхней части реле воздуха, газа или при понижении уровня масла в реле верхняя чашка, заполненная маслом, под действием собственной массы и массы масла начинает поворачиваться (опускаться) вниз до замыкания контактов. При полном опорожнении корпуса реле от масла опускается заполненная маслом нижняя чашка. При этом боковая стенка чашки нажимает на выступ I5 стойки I6 и поворачивает ее с укрепленной на ней пластиной II до замыкания своих контактов 3.

При повреждении трансформатора, сопровождающемся перетоком масла из трансформатора в расширитель, срабатывает только пластина II. Сравнительно малое время срабатывания (практически 0,I с) скоростного элемента (пластины) в этом случае достигнуто тем, что пластина и чашка механически жестко не связаны между собой - пластина может поворачиваться при неподвижной чашке.

Реле может иметь одну из трех фиксированных уставок по скорости масла: 0,6; 0,9; I,2 м/с. Изменение уставок производится заменой калиброванных пластин II.

Технические данные реле РГЧЗ-66 приведены в приложении I.

I.3. Особенности газового реле *BF* 80/*Q* (*BF* 50/I0)

Газовые реле *BF* 80/*Q* (*BF* 50/I0) производства ГДР (рис.4) состоят из корпуса и крышки из атмосферостойкого сплава легких металлов, к которой крепятся все основные элементы реле (*B* – реле с двумя элементами, *F* – с фланцем, 50, 80 – внутренний диаметр фланца в мм, *Q* – фланец квадратной формы). На крышке закреплена табличка с указанием типа реле и его данных, а также изображена стрелка, которая должна быть направлена в сторону расширителя. Стальная сборочная скоба 8 крепится двумя винтами к крышке реле, эта скоба является основной для крепления сигнального и отключающего элементов, постоянного магнита I0 и ряда других деталей реле.

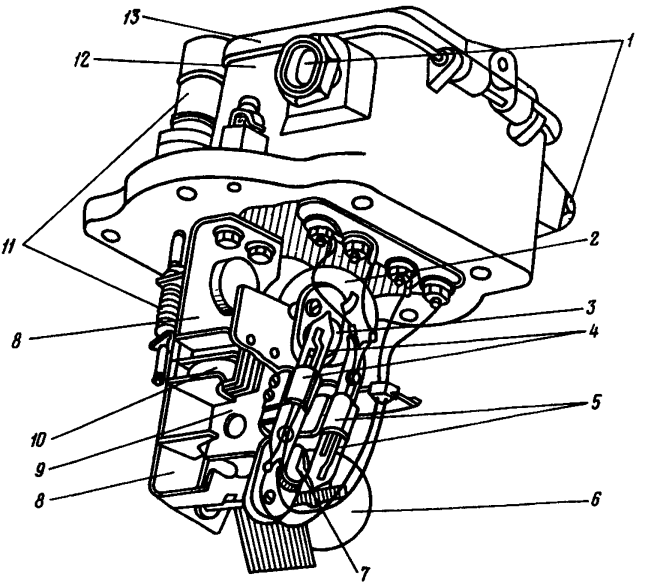


Рис.4. Объемная часть газового реле *BF* 80/*Q* (*BF* 50/I0)

Сигнальный элемент состоит из пластмассового полого шарообразного поплавка 2 с держателем, который крепится к сборочной скобе 8. С поплавком жестко связан круглый магнит 3, служащий для управления сигнальным контактом 4.

Как сигнальный 4, так и отключающий контакт 5 реле выполнены с помощью магнитоуправляемых герконов, замыкание которых происходит от приближения круглого магнита к концу стеклянной колбы, в которой заключен контакт. При понижении уровня масла в реле опускается поплавок 2 сигнального элемента и при объеме газа в реле 250-300 $см^3$ управляющий магнит 3 приводит к замыканию сигнального контакта 4 реле.

Отключающий элемент помещен в нижней части корпуса реле под пластиной, служащей для закрепления магнита I0 в одном из трех положений и одновременно выполняющей функцию экрана, защищающего элемент от оседающего из масла шлама.

Отключающий элемент (как и сигнальный) крепится к сборочной скобе 8 и состоит также из пластмассового поплавка 6, круглого магнита 7 и геркона 5. Пластина 9 отключающего элемента удерживается в нормальном положении с помощью постоянного магнита I0. Она предназначена для срабатывания от потока масла; при определенной скорости потока преодолевается сила притяжения магнита I0 и пластина отклоняется на некоторый угол, поворачиваясь вокруг своей оси.

Для достижения требуемого быстродействия пластина помещена против входного отверстия реле и при своем движении не связана с поплавком 6 отключающего элемента; только в конце хода пластина нажимает на поплавок, который опускается, что приводит к замыканию отключающего контакта 5 реле. В пластине 9 имеются два отверстия для прохождения части масла, чтобы пластина не повредилась при больших скоростях потока масла за счет сильного давления на нее.

Изменение скорости срабатывания реле достигается выбором расстояния между пластиной 9 и магнитом I0 путем изменения положения магнита. Трем положениям магнита соответствуют уставки скорости срабатывания 0,65 м/с*, I,0 м/с и I,5 м/с. Магнит передви-

---

*Реле BF 50/I0 имеют только одну уставку по скорости потока масла.

гается после отвинчивания винта магнитодержателя и перемещения последнего до появления в окне магнитодержателя цифры требуемой скорости срабатывания. Время срабатывания отключающего элемента реле при скорости потока масла I,25 скорости уставки составляет 0,I5 с; при скорости потока масла I,5 скорости уставки - не менее 0,I с. Технические данные реле приведены в приложении I.

Выводы сигнального и отключающего контактов реле размещены в коробке I2, на внутренней стороне откидной крышки I3 этой коробки имеется табличка с маркировкой выводов. Крышка коробки выводов имеет надежное устройство для закрывания и уплотнения, что предотвращает попадание влаги в коробку.

Кабель цепей защиты может быть подведен в любое из двух отверстий I в коробке выводов I2; неиспользуемое отверстие остается закрытым крышкой с винтовой резьбой.

Реле серии BF снабжены устройством II для контроля работоспособности обоих элементов и контактов реле. Оно состоит из кнопки, рейки с выступами, возвратной пружины и рамки. В условиях эксплуатации кнопка закрыта крышкой (колпачком) с винтовой резьбой. На табличке около кнопки устройства контроля изображены два положения кнопки с надписями "Сигнал" и "Отключение".

При нажатии на кнопку рейка перемещается вниз в направляющей рамке, и верхний выступ нажимает на держатель верхнего поплавка, который опускается и обеспечивает замыкание сигнального контакта реле. При дальнейшем нажатии на кнопку опускается нижний поплавок под действием нижнего выступа, и отключающий контакт реле также замыкается.

Пластина от устройства контроля не опробуется. Опускание кнопки приводит к возврату устройства контроля под действием возвратной пружины; при этом поплавки реле всплывают, и оба контакта размыкаются.

В крышке реле имеется кран для отбора пробы газа из реле и для выпуска газа; в нижней части корпуса имеются два отверстия для слива загрязненного масла; эти отверстия закрыты пробками с винтовой резьбой.

Верхние смотровые стекла имеют отметки уровня масла с цифрами (от 250 до 450 $см^3$), обозначающими объем газа в корпусе реле.

Для безопасности обслуживающего персонала крышка реле заземляется с помощью одного из болтов, крепящих крышку к корпусу реле. Головка этого болта (болт безопасности) окрашена в красный цвет.

Для создания металлического контакта крышки и корпуса реле через болт под него помещается фигурная шайба зубцами в сторону крышки, так что при затягивании болта зубцы создают надежный контакт с крышкой, и она (несмотря на прокладку изоляции) оказывается заземленной на корпус реле и бак трансформатора.

I.4. Особенности струйных реле *ÜRF* 25/I0 и *RS* - I000

Для защиты контакторов РПН в отечественной практике нашли широкое распространение струйные реле *ÜRF* 25/I0 производства ГДР и *RS* - 1000 производства НРБ. Реле *ÜRF* 25/I0 состоит из корпуса и крышки (рис.5), изготовленных из атмосферостойкого сплава легких металлов, к крышке крепятся все основные элементы реле (*Ü* - контрольное, *R* - реле, *F* - с фланцем, 25 - внутренний диаметр в мм, I0 - давление в месте крепления фланца в кгс/см^2). На верхней части крышки реле закреплена табличка с указанием типа и данных реле, а на корпусе реле и на крышке изображены стрелки, которые должны быть направлены в сторону расширителя. Струйное реле *ÜRF* 25/I0-I (далее реле *ÜRF* 25/I0) является одноэлементным.*

Стальная фигурная скоба I (рис.5), крепящаяся винтами к крышке реле, служит основой для крепления реагирующего элемента реле, представляющего собой пластину 9, подобную пластине газового реле. Пластина расположена со стороны бака контактора и в нормальных условиях удерживается в определенном положении грузом 6.

Струя масла через реле, показанная стрелкой на рис.5, создает давление на пластину 9, что приводит к повороту ее на определенный угол. Груз 6 при этом поднимается, и круглый магнит (не виден на рис.5) приближается к управляемому им геркону 8; последний замыкается.

---

*Двухэлементные реле *ÜRF* 25/I0-2 имеющие два выходных независимых контакта в отечественной практике пока не нашли применения и в настоящей Инструкции не рассматриваются.

По окончании движения пластина оказывается зафиксированной в положении срабатывания с помощью защелки 4 из стальной проволоки, поэтому контакт реле остается замкнутым на длительное время, до возврата вручную. Это не дает возможности включить в работу отключившийся трансформатор с устройством РПН без принятия требуемых мер и ручного возврата струйного реле. Для возврата сработавшего реле в нормальное положение в нем имеется устройство возврата, которое служит также и для контроля работоспособности реле, поэтому ниже оно называется устройством контроля-возврата.

Устройство контроля-возврата струйного реле конструктивно похоже на устройство контроля газового реле BF 80/Q, описанное выше, и состоит из подвижной рейки с возвратной пружиной и выступом. Устройство контроля-возврата управляется, как и у газового реле, кнопкой на крышке струйного реле. На табличке около кнопки изображены два ее положения с надписями "Возврат" и "Контроль".

При медленном нажатии кнопки рейка, двигаясь в направляющей рамке, опускается примерно на половину своего хода и отводит пружинную защелку из прорези установочной скобы I, что приводит под действием силы тяжести груза 6 к возврату пластины 9 в нормальное положение и к размыканию контакта реле (сквозь смотровое стекло видно, как груз возвращается в горизонтальное положение). При дальнейшем нажатии кнопки вниз до упора происходит нажатие выступа 3 рейки 2 на закругленный край держателя груза I0, и последний поднимается, как и при давлении струи масла на пластину реле (сквозь смотровое стекло видно, когда реле оказалось в положении срабатывания), что приводит к действию реле на отключение.

Реле ÜRF 25/I0 выпускается двух исполнений для выбора различных уставок (скоростей масла):

I диапазон - 0,9; I,2; I,5 м/с;

2 диапазон - I,5; 2,0 и 2,5 м/с.

Выбор одной из трех уставок скорости масла каждого диапазона выполняется отвинчиванием винта 5 и перемещением груза 6 в держателе до положения, при котором в окне 7 держателя груза появится цифра выбранной скорости срабатывания.

Конструктивное выполнение коробки и крышки выводов реле,

уплотнений крышки, выводов контактов, отверстий для контрольного кабеля и крепления выемной части реле к корпусу и крепления к маслопроводу аналогичны выполнению их в газовом реле BF 80/Q.

Один из болтов крепления крышки реле ÜRF 25/10 к корпусу предназначен для заземления крышки, как это сделано у реле BF 80/Q: головка этого болта безопасности также окрашена в красный цвет.

Струйные реле RS - 1000 устанавливаются на трансформаторах с устройствами РПН, изготовленных заводом им.В.Коларова в Болгарии, и предназначены для их защиты. Внешний вид реле RS - 1000 показан на рис.6, функциональная схема, поясняющая принцип работы реле - на рис.7. Как и реле ÜRF 25/10, реле RS - 1000 реагирует только на скорость потока масла, однако имеет только одну уставку по скорости потока - 0,9 м/с.

Конструкция реле RS - 1000 аналогична конструкции реле ÜRF 25/10. Реагирующий элемент (пластина) расположен со стороны бака контактора и нормально удерживается в определенном положении (рис.7,*а*). При возникновении повреждения струя масла через реле, показанная стрелкой, создает давление на пластину, что приводит к ее повороту на определенный угол и срабатыванию (замыканию) ртутного контакта 1-3 реле (рис.7, *б*). Пластина фиксируется в сработанном состоянии с помощью защелки, поэтому контакт 1-3 остается замкнутым длительное время, до возврата реле вручную.

Для возврата сработавшего реле необходимо нажать на кнопку "Включено", находящуюся под верхней крышкой (рис.6). В отличие от реле ÜRF 25/10, реле RS - 1000 имеет независимую кнопку для проверки работоспособности - "Выключено". При нажатии кнопки "Выключено" с помощью тяги отключающая пластина поворачивается, что приводит к замыканию контакта 1-3, как и при срабатывании реле от потока масла. Возврат реле выполняется нажатием кнопки "Включено".

В отличие от газовых реле у струйных реле ÜRF 25/10 и RS - 1000 отсутствует кран для отбора проб газа или масла, нет делений на смотровых стеклах, поскольку в процессе эксплуатации нет надобности выпускать газ из реле. Замена масла в баке (отсеке) контактора предусматривается при ухудшении его качества или при достижении заданного числа переключений контактора.

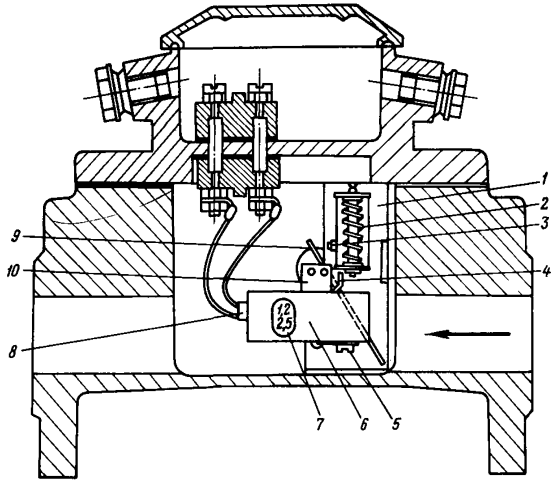


Рис.5. Струйное реле ÜFR 25/10

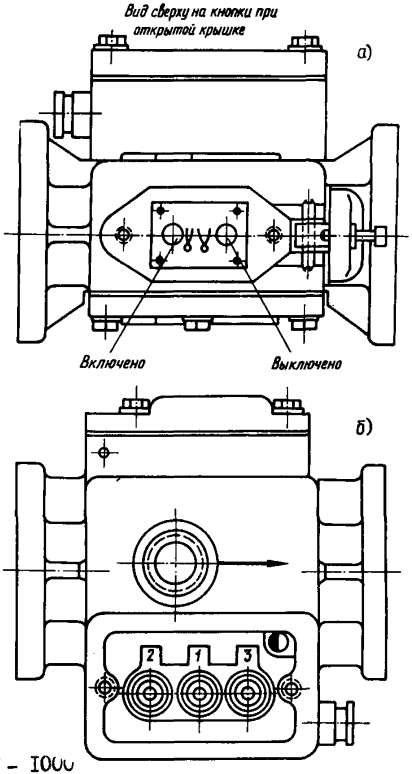


Рис.6. Струйное реле RS - 1000

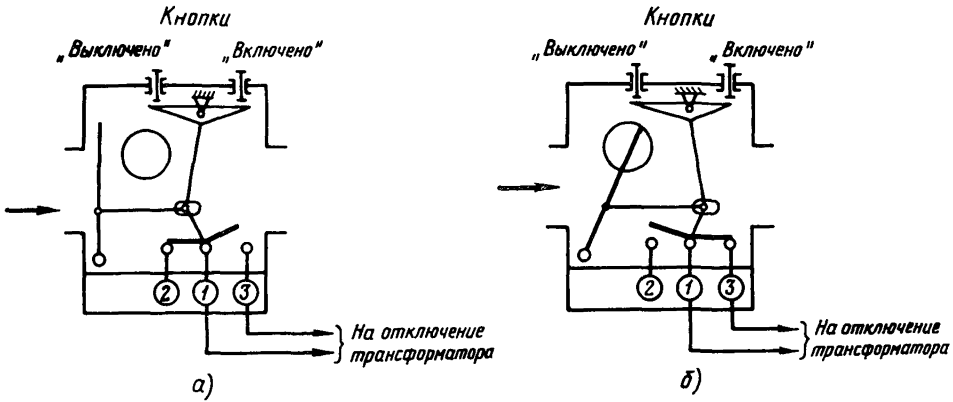


Рис.7. Функциональная схема реле RS - I000:
а - в нормальном режиме; *б* - в режиме срабатывания

Отбор проб масла из бака контактора производится через сифонное устройство, а не из струйного реле.

Технические данные струйных реле приведены в приложении I.

2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОТСЕЧНОГО КЛАПАНА И РЕЛЕ УРОВНЯ МАСЛА

2.I. Отсечной клапан

Отсечной клапан представляет собой устройство для перекрытия маслопровода вблизи расширителя трансформатора мощностью I00 МВ·А и более для предотвращения развития пожара (в случае его возникновения) за счет вытекания масла из расширителя на поврежденный трансформатор 4. Поэтому отсечной клапан 3 (см. рис.8) устанавливается на маслопроводе, соединяющем расширитель I и бак трансформатора 4 (между расширителем I и газовым реле 2).

Конструкция отсечного клапана показана на рис.9. Он состоит из корпуса I, клапана 2, пружины 3, ввода 4, плиты 5, пробки 6, кожуха 7, кнопки 8, тяги 9, вилки I0, стаканов II,I5, диска I2, якоря I3 и обмотки I4 электромагнита, пружины I6, фланца I7 для присоединения к расширителю.

Вводы электромагнита клапана (рис.9, вид А) подключаются к схеме релейной защиты трансформатора. В случае возникновения внутренних повреждений в трансформаторе на обмотку электромагнита I4 от его устройств релейной защиты подается напряжение переменного тока 220 В, якорь I3 втягивается и выводит из зацепления вилку I0 с тягой 9. Под действием пружины 3 клапан 2 перекрывает проход для масла между расширителем и баком. При этом одновременно диск I2 нажимает на кнопку 8, контакт которой отключает электромагнит I4.

Другой контакт кнопки используется в цепях сигнализации, указывая путем действия на сигнализацию закрытое положение отсечного клапана. Номинальное напряжение обмотки электромагнита - 220 В переменного тока, 50 Гц.

Установка клапана в рабочее (не сработанное) состояние производится вручную путем оттягивания тяги 9 крюком стакана II.

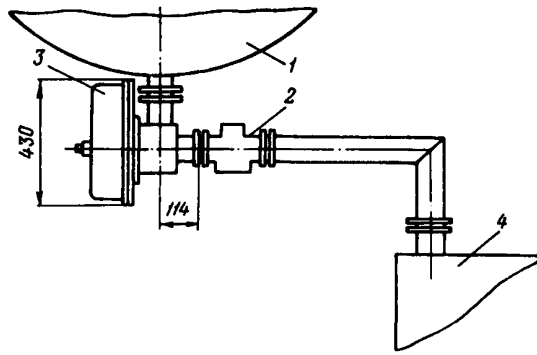


Рис.8. Схема размещения отсечного клапана на трансформаторе

Сначала необходимо отвинтить стакан II, а затем крюком на его крышке оттянуть тягу 9.

2.2. Реле уровня масла

Реле уровня масла предназначено для контроля количества масла в расширителе трансформатора. Оно имеет стрелочный указатель для визуальной оценки уровня масла и контактный выход для подключения к цепям сигнализации.

Реле выполнено в виде диска, с одной стороны которого под стеклянной крышкой перемещается стрелка визуального указателя, а с другой - крепится каркас, на котором смонтирован сигнальный элемент реле. Сигнальный элемент состоит из широкой плоскодонной чашки, которая имеет возможность поворачиваться вокруг оси. На другой ее стороне закреплен стрелочный указатель. Внутри чашки помещена изоляционная стойка, на выступе которой закреплены подвижные контакты. Неподвижные контакты смонтированы на изоляционной пластинке, установленной на каркасе реле. С наружной стороны ниже стеклянной крышки крепится коробка выводов с сальником для подключения кабеля.

Когда сигнальный элемент находится в масле, чашка сигнального элемента при помощи пружины приподнята несколько кверху (на 5-10°), при этом контакты разомкнуты. При понижении уровня масла усилие, создаваемое массой масла в чашке, заставляет ее опуститься и на-

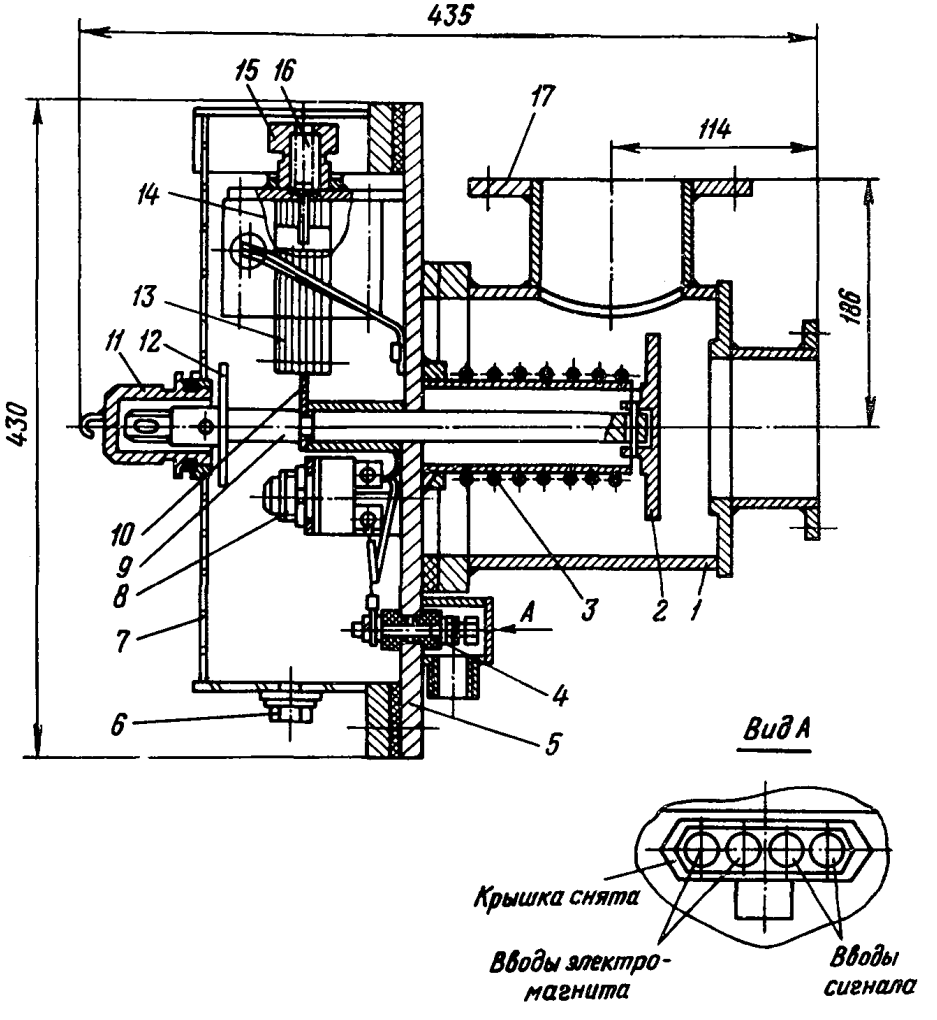


Рис.9. Конструкция отсечного клапана

дежно замкнуть контакты.

В новых конструкциях реле уровня замыкающие контакты заменены на герконы, чашка - на поплавок. При изменении положения поплавка меняется положение связанных с ним стрелки и постоянного магнита. Последний при приближении к геркону заставляет его переключаться.

Контакты используются в цепи внешней сигнализации (входящей в комплект защит трансформатора) о снижении уровня масла в расширителе до недопустимо низкого уровня. Срабатывание реле уровня масла происходит до срабатывания сигнального элемента газового реле, что позволяет заблаговременно принять меры по устранению неисправности трансформатора.

3. ВИДЫ, ОБЪЕМ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

Газовая защита должна проверяться в соответствии с действующими нормативно-техническими документами (НТД).

Устанавливаются следующие виды планового технического обслуживания защиты [7, 8] :

проверка при новом включении (*Н*);

первый профилактический контроль (К1);

профилактический контроль (К);

профилактическое восстановление (В).

Кроме того, в процессе эксплуатации могут проводиться следующие виды непланового технического обслуживания:

внеочередная проверка;

послеаварийная проверка.

Цикл технического обслуживания (срок между профилактическими восстановлениями) газовой защиты трансформаторов должен устанавливаться на основе цикла капитальных ремонтов трансформатора или его выключателей и может быть принят 6–8 лет.

В перерывах между профилактическими восстановлениями один раз в 3–4 года может проводиться профилактический контроль.

Учитывая возможность выявления каких-либо дефектов, не обнаруженных при новом включении или проявившихся в первый год

эксплуатации, первый профилактический контроль проводится через год-полтора эксплуатации защиты.

Неплановое техническое обслуживание следует производить после проведения каких-либо работ на трансформаторе, которые могут оказать влияние на работу газовой защиты, а также после случаев ее излишней и ложной работы.

Выявленные в процессе технического обслуживания неисправности реле должны устраняться персоналом службы РЗАИ (ЭТЛ), а неисправность крана на маслопроводе и прокладок фланцев реле - ремонтным персоналом подстанции или электроцеха станции.

Техническое обслуживание защиты контакторов устройств РПН производится в те же сроки, что и обслуживание защиты трансформатора с совмещением профилактического контроля и профилактического восстановления с плановыми ремонтами трансформатора.

При проведении технического обслуживания газовых и струйных реле должны проводиться следующие виды работ:

а) подготовительные работы (Н, КI, К, В);

б) внешний осмотр (Н, КI, К, В); спуск из корпуса реле около 2-2,5 л загрязненного масла (только при КI, К*, В);

в) внутренний осмотр, ревизия механической части (Н, КI, В);

г) проверка правильности регулирования уставки и положения контактов (Н, КI, В).

Примечание. Рекомендуемые значения уставок по скорости срабатывания реле защиты трансформаторов приведены в табл.I, а контакторов РПН - в табл.2

Таблица I

Рекомендуемые уставки по скорости срабатывания газовых реле

Мощность трансформатора (мВ·А) и вид охлаждения	Уставка реле (скорость масла), м/с			
	BF 80/Q	РГЧЗ-66	ПГ-22, ПГЗ-22	BF 50/10
До 40 мВ·А включительно, охлаждение Ц и дЦ	0,65	0,6	0,6	0,65
Более 40 мВ·А, охлаждение Д	I,0	0,9	-	-
Независимо от мощности, охлаждение Ц и дЦ	I,0	I,2	-	-

*По усмотрению эксплуатационного персонала.

Таблица 2

Рекомендуемые уставки по скорости срабатывания реле защиты контакторов переключающих устройств

Типы устройств РПН	Номинальный ток, А	Уставка реле (скорость масла), м/с			
		ÜRF-25/I0	BF 80/Q	РГЧЗ-66	*RS*-I000
Однофазные РНОА	I000 и более	2,5	I,0	I,2	-
Трехфазные:					
SCV I-II00	II00	2,5	-	-	-
SDV-I250	I250	2,5	-	-	-
Однофазные SAV I-I600	I600	2,5	-	-	-
Трехфазные SDV I-630	630	I,5	-	-	-
Трехфазные РНТА 35/320	320	0,9	0,65	0,6	-
Все другие типы устройств	Менее 400	0,9	0,65	0,6	-
РС-2, РС-3 и РС-4	Все токи	-	-	-	0,9

Примечание. При использовании газовых реле (РГЧЗ-66, BF 80/Q) в качестве струйных реле защиты контакторов РПН (при нехватке струйных реле) они устанавливаются в маслопроводе диаметром 25 мм и предназначены для срабатывания от потока масла; для этого используется только отключающий элемент реле;

д) проверка срабатывания отключающего и сигнального элементов спуском масла из корпуса реле (Н, КI, В);

е) измерение сопротивления (при Н, КI, К, В) и испытания (при Н, КI, В) изоляции электрических цепей реле между цепями (при отключенных контактах реле) и по отношению к "земле". Проверка изоляции разомкнутых контактов реле мегаомметром на 500 В для реле с герконами и I000 В для всех остальных;

ж) проверка срабатывания реле нажатием на кнопку контроля работоспособности - для реле BF 80/Q , BF 50/I0, *ÜRF* 25/I0; *RS*- I000 (Н, КI, К, В);

з) проверка герметичности и плавучести поплавков для реле

ПГ-22, ПГЗ-22 (Н, КI, В);

и) проверка уставки срабатывания по скорости потока масла измерением действительной уставки - только после ремонта механической части реле или замены отключающей пластины в реле РГЧЗ-66.

Техническое обслуживание отсечного клапана и реле уровня проводится в те же сроки, что и реле газовой защиты. При этом должны выполняться следующие виды работ:

а) внешний осмотр (Н, КI, В);

б) проверка срабатывания (Н, КI, В);

в) измерение сопротивления и испытания изоляции между цепями (при отключенных контактах используемых в цепях сигнализации) и по отношению к "земле" (Н, КI, В).

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

4.I. Подготовительные работы

В подготовительные работы входят: подготовка и анализ схем защиты трансформатора, анализ выполнения цепей газовой защиты, связанных с другими устройствами РЗА данной электростанции или подстанции, определение уставки срабатывания отключающего элемента реле по скорости потока (только при наладке),подготовка программы работ, а также инструментов, приборов и устройств, требующихся при техническом обслуживании.

4.2. Внешний осмотр

При внешнем осмотре реле по направлению стрелки должна проверяться правильность установки его в маслопроводе, целость корпуса, смотровых стекол и проходных изоляторов выводов и наличие всех крепежных болтов и их затяжка.

должны также проверяться правильность установки на крышке реле, болта, головка которого окрашена в красный цвет (болта безопасности у реле производства ГДР), наличие уплотняющей прокладки в крышке коробки выводов реле, надежность крепления крышки и состояние разделки контрольного кабеля защиты, а также исправность крана для отбора газа и пробок спускных отверстий в дне корпуса и отсутствие течи масла из корпуса реле.

4.3. Внутренний осмотр

При осмотре выемной части реле проверяется отсутствие видимых повреждений и надежность крепления всех внутренних элементов (затяжка всех болтов и гаек, наличие пружинящих шайб), величина люфтов осей реле (продольные люфты не должны превышать 0,5 мм, а поперечные должны практически отсутствовать), отсутствие заедания движущихся частей и отсутствие на них продуктов разложения масла (желеобразных масс).

Кроме того, производится проверка правильности установки прокладок между фланцами реле (они не должны сужать проходное отверстие маслопровода) и регулировки контактной системы реле.

У реле со ртутными контактами проверяется:

отсутствие трещин в стеклянных баллончиках ртутных контактов с помощью лупы не менее чем с пятикратным увеличением;

отсутствие посторонних включений и качество ртути (ртуть не должна прилипать к стеклу и дробиться на шарики при встряхивании);

стеклянные баллончики должны быть установлены так, чтобы в нормальном (несработанном) состоянии, когда контакт разомкнут, расстояние от поверхности ртути до второго электрода, непогруженного в ртуть, составляло 3-4 мм. При замыкании контакта ртуть должна залить оба контакта равномерно. У реле *RS* - 1000 аналогично проверяется перетекание ртути от размыкающего контакта (выводы 1-2) к замыкающему (выводы 1-3).

У реле с замыкающими (механическими) контактами (РТЧЗ-66) проверяется:

степень износа спиральной пружины, удерживающей подвижную контактную систему в верхнем положении;

отсутствие выработки отверстий в местах крепления оси чашек;

параллельность пластин неподвижных контактов и расположение их в одной плоскости, соблюдение расстояния между подвижными и неподвижными контактами 2-2,5 мм;

надежность запрессовки оси чашки в стойку, отсутствие возможного перемещения чашки вместе со стойкой вдоль оси;

совместный ход контактов (около 2 мм), при этом подвижные контакты должны скользить по середине пластин неподвижных контактов.

У реле с герконами проверяется:

целость стеклянных баллонов герконов путем осмотра. Расстояние от стеклянного баллона до плоскости управляющего магнита должно быть в пределах 0,5-2,0 мм при замкнутых контактах;

четкость работы контактов при крайних положениях поплавков и пластины отключающего элемента;

отсутствие масла в полостях пластмассовых поплавков.

4.4. Проверка правильности уставки по скорости потока масла

Для обеспечения срабатывания контактов отключающих поплавков реле ПГ-22 и ПГЗ-22 при скорости масла не менее 0,5 м/с, необходимо регулирующий груз установить так, чтобы он создавал наибольший тормозящий момент (в сторону размыкания контакта). При такой установке груза проверка чувствительности реле по скорости потока масла необязательна [2] .

У реле РГЧЗ-66 для получения заданной уставки необходимо установить соответствующую калиброванную пластину. Затем необходимо провести косвенную проверку чувствительности нижнего элемента реле. Для этого выемная часть реле вместе с крышкой устанавливается на горизонтальной плоскости. Затем нижняя чашка реле заполняется трансформаторным маслом и с помощью пружинного граммометра (динамометра) до 50 г, конец которого подводится под край дна чашки с той стороны, где установлена спиральная пружина, приподнимается. При усилии 25-30 г контакты должны разомкнуться. Совместный ход до размыкания контактов около 2 мм.

Если косвенной проверкой обнаружена разрегулировка реле, то проверка чувствительности реле по скорости потока масла должна производиться на специальной установке [10] подачей потока масла толчком при постепенном увеличении скорости потока масла до срабатывания элемента (пластины) реле с замыканием контактов. Время срабатывания реле при скорости потока, равной 1,25 уставки, должно быть не более 0,2 с.

Для получения нужной уставки реле BF 80/Q следует вывернуть винт магнитодержателя отключающего элемента и передвигать последний до тех пор, пока в его окне не появится необходимая цифра выбранной в соответствии с табл.I,2 уставки.

Для выполнения нужной уставки реле ÜRF 25/I0 следует вывернуть винт грузодержателя, груз передвинуть в нужное положение до появления в окне грузодержателя цифры нужной уставки, затем груз зафиксировать винтом.

Скорость срабатывания реле производства ГДР не проверяется, поскольку настройка не требует большой точности, и реагирующая часть реле выполнена так, что возможность изменения скорости срабатывания исключена.

После внутреннего осмотра и настройки реле их подвижная часть во избежание повреждения при перевозке или монтаже арретируется путем помещения под крышку устройства контроля-возврата прокладки заводского изготовления.

Проверка чувствительности реле подачей потока масла должна производиться только после ремонта, вызванного механическими повреждениями.

Проверка чувствительности отключающего элемента реле RS-I000 должна производиться косвенным образом, путем измерения усилия, необходимого для срабатывания реле.

Для определения усилия необходимо установить рычаг граммометра в верхний край отключающей пластины так, чтобы рычаг являлся продолжением плоскости пластины и плавно вести граммометр в сторону срабатывания реле. В этих условиях усилие срабатывания исправного реле, отрегулированного на заводе-изготовителе, колеблется в пределах I20-I40 г.

4.5. Измерение сопротивления и испытание изоляции

Измерение сопротивления изоляции цепей газовой защиты и испытание электрической прочности их изоляции должны выполняться следующим образом.

Мегаомметром на I000 В измеряется сопротивление изоляции газовой защиты при полностью собранной схеме:

между отключающими и сигнальными цепями;

отключающих цепей относительно земли;
сигнальных цепей относительно земли;
между жилами сигнальных цепей;
между жилами отключающих цепей.

При двух последних измерениях кабель газовой защиты отключается от выводов реле с герконами, поскольку изоляция между их размыкающими контактами рассчитана на испытательное напряжение 500 В.

Их изоляция между размыкающими контактами должна измеряться и испытываться мегаомметром на 500 В, а реле с ртутными и замыкающими контактами - на 1000 В.

Испытание электрической прочности изоляции цепей газовой защиты относительно земли в полной схеме и изоляции между жилами контрольного кабеля (с отсоединенным реле) должно производиться напряжением 1000 В переменного тока в течение 1 мин. При профилактических восстановлениях допускается проводить испытание изоляции мегаомметром 2500 В.

4.6. Проверка работы элементов газового реле при понижении уровня масла

Эту проверку следует производить после монтажа реле на маслопроводе. Сначала необходимо закрыть кран между газовым реле и расширителем. Кран в крышке реле открывается для доступа в реле воздуха, после чего отвинчивается пробка в дне корпуса. По мере вытекания масла из реле его верхняя часть заполняется воздухом. Объем воздуха, при котором сработает сигнальный элемент (около 300 $см^3$ для реле ВГ 80/Q и 400 $см^3$ для реле РГЧЗ-66) фиксируется по шкале смотрового стекла, а замыкание контакта сигнального элемента по подключенному к нему индикатору. Затем индикатор срабатывания подключается к зажимам отключающего элемента. При продолжении слива масла из корпуса газового реле срабатывает отключающий элемент, что фиксируется по подключенному индикатору.

При проведении профилактического восстановления и первого профилактического контроля проверка проводится с действием на сигнализацию и выходные промежуточные реле защит трансформатора (предпочтительно на отключение выключателей).

По окончании проверки пробку в дне реле завинчивают и, открыв кран на маслопроводе и кран реле, вновь заполняют маслом.

На трансформаторах не снабженных азотной или пленочной защитой масла проверка работы элементов газового реле может проводиться также путем нагнетания воздуха в реле с помощью насоса через кран в крышке. По мере наполнения корпуса реле воздухом, аналогично как и при сливе масла, фиксируется срабатывание сигнального, а затем отключающего элементов. Если путем нагнетания воздуха в реле добиться срабатывания его элементов не удается, то проверку следует провести путем слива масла.

4.7. Проверка работы схемы газовой защиты

Проверка должна производиться при напряжении оперативного тока $U_{ном}$ и 0,8 $U_{ном}$ (только при Н) и всех возможных положениях переключающих устройств (накладок). Нажатием на кнопку устройства контроля (а при ее отсутствии сливом масла, из корпуса реле или нагнетанием воздуха) должен проводиться в действие сигнальный элемент, а затем при дальнейшем нажатии - отключающий элемент; при этом должна работать сигнализация и выходное промежуточное реле защит трансформатора на отключение выключателей трансформатора.

4.8. Проверка отсечного клапана и реле уровня

Работы при внешнем осмотре, измерении и испытании изоляции отсечного клапана аналогичны описанным выше для реле газовой защиты.

Для проверки отсечного клапана проводится измерение напряжения срабатывания, подаваемого толчком на обмотку электромагнита. Напряжение срабатывания электромагнита не должно превышать 0,8 номинального значения. При проверке проверяется разрыв цепи тока электромагнита после его срабатывания и замыкание контакта действием на сигнализацию о работе отсечного клапана.

Проверка срабатывания реле уровня может быть произведена только косвенным путем, и то только у реле выпуска начиная с 1975 г. С помощью достаточно сильного постоянного магнита (например, от реле РП-8) имитируется срабатывание реле путем воздействия

на магнитную систему геркона через корпус реле, который выполнен из немагнитного материала.

5. ОПЕРАТИВНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

Распределение обязанностей между оперативным и ремонтным персоналом и персоналом МС РЗАИ предприятия электрических сетей (ПЭС) или электротехнической лабораторией (ЭТЛ) электростанции должно определяться местной инструкцией, составленной на основе настоящей и других НТД [3] с учетом местных условий.

Персоналом МС РЗАИ ПЭС или ЭТЛ электростанции должны проводиться все работы по проверке и настройке реле газовой защиты как при новом включении, так и при дальнейшем техническом обслуживании.

При наладке защит трансформатора персоналом специализированной наладочной организации все работы при новом включении должны выполняться этим персоналом при участии в окончательных проверках персонала МС РЗАИ ПЭС или ЭТЛ электростанции.

Ремонтным персоналом ПЭС, электростанции или энергосистемы должны выполняться монтаж и установка трансформатора с соблюдением нужного наклона и монтаж газового реле.

Осмотр газовых реле должен производиться оперативным персоналом (одновременно с осмотром трансформаторов без отключения последних) в сроки, предусмотренные ПТЭ [1] .

С учетом местных условий и состояния трансформаторов сроки осмотров могут изменяться решением главного инженера предприятия.

При осмотре трансформатора оперативный персонал должен обращать внимание на отсутствие течи масла из бака трансформатора, на уровень масла в расширителе и на отсутствие газа в газовом реле, открытое положение крана между газовым реле и расширителем, осматриваются также другие реле защиты.

В зависимости от серьезности обнаруженных отклонений от нормальных условий эксплуатации трансформатора оперативный персонал должен принимать меры, а при необходимости ставить в известность о случившемся вышестоящий оперативный персонал, а также персонал МС РЗАИ или ЭТЛ. Обязанности оперативного персонала распространя-

ются на персонал оперативно-выездных бригад (ОВБ), который должен также устранять выявленные незначительные неисправности, не требующие привлечения специализированного ремонтного персонала.

Порядок операций с газовой защитой в нормальных условиях эксплуатации. Отключающий элемент газовой защиты должен быть включен с действием "на отключение" при включении трансформатора и не должен затем переводиться "на сигнал" на время выделения воздуха из трансформаторного масла.

Примечание. При включении трансформатора после ремонта или из резерва, когда температура окружающего воздуха и, следовательно, масла в трансформаторе составляет 30°С и ниже, его кинематическая вязкость уже достигает 1000-1100 сСт, поэтому при повреждении в неразогретом трансформаторе газовое реле может сработать с большим временем или даже отказать. Учитывая неполноценность газовой защиты в этих условиях, рекомендуется включить трансформатор только с введенной дифференциальной и другими защитами.

Перевод отключающего элемента газовой защиты с действием "на сигнал" должен производиться в следующих случаях:

а) на время проверки защиты;

б) при неисправности защиты;

в) при работах в масляной системе трансформатора, в том числе и при доливке масла;

г) при временных взрывных работах вблизи места установки трансформатора;

д) при выводе в ремонт трансформатора с сохранением в работе его выключателей.

Контроль за выделением воздуха из трансформатора следует выполнять после включения в работу вновь смонтированного трансформатора, а также после его ремонта или длительного нахождения в резерве и после доливки большого количества масла.

Оперативный персонал должен вести наблюдение за выделением воздуха из трансформатора и периодически выпускать воздух через кран в крышке реле, не дожидаясь работы последнего "на сигнал".

Осмотр газовых реле, выпуск из них воздуха и отбор проб газа на неработающих трансформаторах должен производиться со стационарных площадок и лестниц с соблюдением правил техники безопасности.

Для отбора пробы газа с уровня земли на ряде трансформаторов предусматривается трубка с краном, присоединяемая к крану газового реле.

Для этой же цели завод-изготовитель реле BF 80/Q выпускает приставку к реле.

Интенсивность выделения воздуха зависит от температуры масла трансформатора: при большей температуре выделение воздуха ускоряется, контроль может потребоваться в течение 1-3 сут.

Время окончания контроля за трансформатором после прекращения выделения воздуха должно фиксироваться в оперативном журнале.

Контроль за уровнем масла в расширителе трансформатора при его работе и при выводе в резерв. Оперативный персонал должен следить, чтобы уровень масла в расширителе не выходил за допустимые пределы, особенно за нижний, чтобы избежать срабатывания газовой защиты, а также чрезмерного снижения уровня масла, что может вызвать повреждение трансформатора.

При снижении уровня масла из-за резкого понижения температуры или небольшой течи масла газовую защиту из работы выводить не следует. Для восстановления уровня масла может быть произведена его доливка с подачей масла в бак ниже уровня газового реле. При такой доливке газовую защиту следует переводить "на сигнал" только непосредственно перед началом подачи масла в трансформатор.

В случае резкого понижения уровня масла (несоответствие температуры масла его уровню более чем на 20°С) сопровождающимся работой реле уровня масла, трансформатор следует отключить по согласованию с диспетчером. При большей скорости ухода масла трансформатор следует отключить немедленно с последующим уведомлением диспетчера.

Работы с газовой защитой при замене поврежденной фазы трансформатора резервной. Если резервная фаза вводится в работу путем переключения в первичных цепях, то перед включением в работу трансформаторной группы газовая защита поврежденной фазы должна выводиться из работы своим отключающим устройством (накладкой), а переключающее устройство газовой защиты резервной фазы подключает ее к действующим цепям защиты.

Если резервная фаза транoформатора устанавливается на фундамент взамен выведенной в ремонт, то подключение цепей газового

реле резервной фазы должно производиться персоналом МС РЗАИ или ЭТЛ, а ввод защиты в работу выполняет в обоих случаях оперативный персонал.

Порядок операций с газовой защитой при ее работе "на сигнал". При работе газовой защиты "на сигнал" оперативный персонал должен определить по устройствам сигнализации, на каком трансформаторе (фазе трансформаторной группы) сработала защита, сообщить об этом вышестоящему оперативному персоналу и немедленно осмотреть трансформатор.

Если при осмотре трансформатора обнаружатся явные признаки повреждения (потрескивания, необычный гул, щелчки или другие признаки повреждения внутри бака трансформатора), он должен быть отключен немедленно. Затем отобран газ из реле для анализа и проверки на горючесть. Для обеспечения безопасности персонала при отборе газа из газового реле и выявления причины его срабатывания должны быть произведены разгрузка и отключение трансформатора. Время выполнения работ по разгрузке и отключению должно быть минимальным.

Если газ в реле негорючий, отсутствуют признаки повреждения трансформатора, а его отключение вызвало недоотпуск электроэнергии, трансформатор может быть немедленно включен в работу до выяснения причины срабатывания газового реле "на сигнал". Продолжительность работы трансформатора в этом случае устанавливается главным инженером энергопредприятия.

По результатам анализа газа из газового реле, хроматографического анализа масла, других измерений (испытаний) необходимо установить причину срабатывания газового реле"на сигнал".

Скопление в газовом реле негорючего газа может свидетельствовать о начале повреждения, и при повторных пробах газ может оказаться горючим, поскольку при дальнейшем развитии повреждения продолжающееся разложение масла и твердой изоляции обмоток ведет к образованию горючего газа.

Если причиной срабатывания газовой защиты "на сигнал" явилась течь масла из бака, то, не выводя газовую защиту из действия, следует в возможно короткое время разгрузить и отключить трансформатор.

Если при работе газовой защиты "на сигнал" нет каких-либо признаков ненормальной работы трансформатора и отсутствует газ в реле, необходимо проверить сопротивление изоляции цепей защиты*; трансформатор при этом остается в работе, а газовая защита выводится для внеочередной проверки с разрешения вышестоящего оперативного персонала. О случившемся нужно сообщить в МС РЗАИ или ЭТЛ, персонал которых выявляет причину работы защиты.

Отбор пробы газа. Производится из газового реле для проверки на горючесть в емкость объемом не менее 450-500 $см^3$ или в газоотборник с прозрачными стенками, который может быть изготовлен из плексигласа. Горючесть отобранного газа должна определяться сразу же в помещении, поскольку на открытом воздухе ветер или дождь могут препятствовать загоранию.

Отбор пробы газа из газового реле для химического анализа [5] следует производить с помощью прибора (рис.10), состоящего из пипетки 1 вместимостью 500 мл и уравнительной склянки 2, которая соединяется резиновой трубкой 3 с нижним краном 5 пипетки. Прибор для отбора проб газа размещается в деревянном футляре.

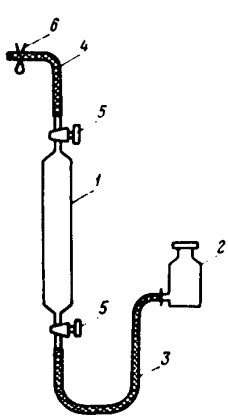


Рис.10. Прибор для отбора проб газа

Перед отбором пробы пипетку и резиновую трубку, надетую на верхний кран пипетки, необходимо заполнить затворной жидкостью. Для этого открывают верхний и нижний краны пипетки и поднимают уравнительную склянку выше верхнего крана. При заполнении пипетки необходимо следить, чтобы в ее верхней части не оставалось пузырьков воздуха. Когда жидкость начнет вытекать из резиновой трубки 4, краны пипетки следует закрыть, а на резиновую трубку надеть зажим 6.

В качестве затворной жидкости в летнее время может быть использован 22%-ный раствор

*Для непрерывного контроля сопротивления изоляции целесообразно применять устройства КИЗ-1.

поваренной соли, подкисленный серной кислотой (5-6 капель серной кислоты) и подкрашенный метиловым оранжевым индикатором. В зимнее время допускается применять водный раствор глицерина (I:I по объему) или трансформаторное масло.

Для отбора в пипетку пробы газа свободный конец резиновой трубки 4 необходимо присоединить к штуцеру крана газового реле, опустить пипетку ниже крана, установить уравнительную склянку на высоте нижнего крана пипетки, затем открыть краны пипетки и снять зажим с верхней резиновой трубки. Убедившись в отсутствии подсоса воздуха в пипетку при закрытом кране газового реле (уровень затворной жидкости в пипетке не должен опускаться), следует открыть этот кран и отобрать газ в пипетку. Отбор газа следует производить до тех пор, пока уровень масла в газовом реле не достигнет верхней отметки на смотровом стекле или пока пипетка не заполнится газом. Затем необходимо закрыть кран газового реле и поднять уравнительную склянку на высоту верхнего крана пипетки для создания в пипетке избыточного давления. После этого следует закрыть нижний и верхний краны пипетки, снять резиновую трубку со штуцера газового реле. Пробу газа следует доставить на анализ.

В некоторых случаях (неудобства при отборе проб, неблагоприятные метеорологические условия) допускается отбирать пробу газа в пипетку без уравнительной склянки с выбросом затворной жидкости. В случае транспортирования пробы газа на значительное расстояние краны пипетки необходимо дополнительно герметизировать, заливая их расплавленным парафином.

Порядок операций с газовой защитой при ее работе "на отключение". При работе газовой защиты "на отключение" трансформатора оперативный персонал должен определить по устройствам сигнализации, на каком трансформаторе (фазе трансформаторной группы) работала газовая защита, и сообщить об этом вышестоящему оперативному персоналу, немедленно осмотреть трансформатор и газовые реле и отобрать пробу газа для проверки на горючесть и для химического анализа.

Если выявляется, что причиной отключения трансформатора является его повреждение (повреждение бака, втулок или других элементов трансформатора, течь масла из бака, повреждение мембраны вых-

лопной трубы, наличие горючего газа в реле) или уход масла из расширителя и из бака ниже уровня газового реле, то вышестоящему оперативному персоналу должно быть сообщено о причине отключения трансформатора.

Поврежденный трансформатор должен быть выведен в ремонт.

В неповрежденный трансформатор доливается масло через отверстие с пробкой в расширителе; отключающий контакт реле переводится на время доливки с действием "на сигнал", а перед включением в работу он вновь должен включаться "на отключение".

Перевод "на сигнал" предусматривается, поскольку длительное нахождение в положении срабатывания выходного промежуточного реле защиты трансформатора увеличивает вероятность работы УРОВ, что нежелательно при нарушении нормальных условий эксплуатации электрооборудования на подстанции.

Возврат отсечного клапана в исходное (не сработанное) положение следует проводить при отключенном трансформаторе во избежание срабатывания газового реле на отключение, вызванного потоком масла из-за разности давлений в баке работающего трансформатора и расширителе.

Порядок операций при работе защиты контактора РПН. При срабатывании защиты контактора она действует на отключение трансформатора Оперативный персонал должен произвести осмотр устройства РПН.

После срабатывания защиты контактора требуется проведение ревизии контактора и замена повредившихся деталей металлокерамических контактов, добавочных сопротивлений, а также замена масла в баке контактора.

Если несмотря на повреждения контактора РПН, требуется сохранить в работе трансформатор, он может быть включен в работу после отключения устройства РПН, оперативных цепей управления РПН и блокирования привода.

Если выяснится, что защита контактора сработала ложно, например, из-за дефекта струйного реле или нарушения изоляции цепей, она должна быть выведена из работы персоналом МС РЗАИ или ЭТЛ на время ремонта реле, восстановления изоляции кабеля или замены его неисправных жил резервными.

Если на устройстве РПН по какой-либо причине выведено из ра-

боты струйное реле, то необходимо отключить автоматическое и запретить ручное регулирование напряжения. Срок работы РПН в этом режиме устанавливается главным инженером предприятия.

Если на эту работу требуется время в пределах одних суток, то по решению главного инженера предприятия трансформатор с устройством РПН может быть включен в работу без защиты контактора.

После срабатывания струйных реле защиты контактора (*URF* 25/I0, *RS*- I000) следует производить их возврат медленным нажатием на кнопку, расположенную под крышкой в верхней части реле ("контроля-возврата" у реле *URF* 25/I0 и "Включено" у реле *RS*- I000). Целесообразно обратить внимание оперативного персонала на то, что возврат реле *URF* 25/I0 выполняется нажатием кнопки только на половину ее хода, и на то, что через смотровое стекло следует убедиться, что после возврата груз располагается горизонтально.

Приложение I

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ГАЗОВЫХ И СТРУЙНЫХ РЕЛЕ*

Реле ПГ-22, ПГЗ-22

1. Масса реле около I0 кг. Реле может быть установлено на трубопроводах с диаметром трубы в 2" и 3".

2. Габаритные размеры реле 230хI95хI90 мм.

3. Смотровое стекло реле ПГЗ-22 имеет шкалу с указанием объема выделенных газов в кубических сантиметрах. Шкала имеет градуировку в делениях 250-300-400-450-500-550-600-650 $см^3$.

4. Чувствительность. Верхний поплавок (сигнальный) регулируется заводом на срабатывание (замыкание контакта) при объеме выделенного газа 250-300 $см^3$. Нижний поплавок (отключающий) может регулироваться в зависимости от мощности защищаемого трансформатора по скорости движения масла. Нижний поплавок регулируется на срабатывание при скорости потока масла не менее 0,5-0,6 м/с.

5. Изоляция. Реле выдерживает испытательное напряжение 2000 В, частоты 50 Гц в течение одной минуты.

6. Герметичность. Реле испытывается внутренним давлением в $I4,7 \cdot I0^4$ Па (I,5 атмосферы) подогретого до $+90^{\circ}C$ трансформаторного масла.

*Составлены по данным заводов-изготовителей.

7. Контакты. Ртутные контакты могут замыкать и размыкать цепь постоянного и переменного тока с нагрузкой до I А при напряжении до 220 В.

Реле РГЧЗ-66

I. Масса реле около I2 кг. Реле может быть установлено на маслопроводе с внутренним диаметром 80 мм.

2. Реле имеет три элемента. Верхний, выполненный в виде чашки, срабатывает при понижении уровня масла, обусловленного заполнением реле воздухом или газом в объеме примерно 400 $см^3$, а также утечкой масла.

Нижних элемента два: один выполнен в виде чашки и срабатывает практически при полном уходе масла из реле, а второй - скоростной элемент - выполнен в виде пластины и срабатывает при возникновении потока масла от трансформатора к расширителю с определенной скоростью.

3. Скоростной элемент имеет три сменные пластины, калиброванные по скорости потока масла, с уставками 0,6, 0,9 и I/2 м/с, которые поставляются вместе с реле.

4. Время срабатывания скоростного элемента при скорости потока масла I,25 уставки не превышает практически 0,I с (по ТУ - до 0,2 с). Завод-изготовитель поставлял реле с пластиной, на которой указана уставка 0,6 м/с.

5. Изоляция реле выдерживает испытательное напряжение 2000 В, частоты 50 Гц в течение одной минуты.

6. Контакты реле рассчитаны на замыкание и размыкание цепи переменного и постоянного тока до 0,2 А при напряжении 220 В.

7. Рабочий диапазон температур от -40 до +40°С. Предельная температура масла +I00°С.

Реле BF 80/Q (BF 50/I0)

I. Основные размеры корпуса и масса реле:

а) BF 80/Q :

длина 200 мм, ширина I70 мм, высота 235 мм, внутренний диаметр 80 мм, фланец I25хI25 мм, крепление болтами MI6, масса 5,8 кг;

б) BF 50/I0:

длина I95 мм, ширина I70 мм, высота 249 мм, внутренний диаметр 50 мм, фланец круглый диаметром I65 мм, крепление болтами MI6, масса 6,7 кг.

2. Смотровое стекло реле имеет шкалу с указанием объема выделенных газов с градуировкой в делениях от 250 до 450 $см^3$.

3. Чувствительность. Объем газа, вызывающий срабатывание сигнального элемента, составляет 200÷300 $см^3$.

Значения уставок по скорости потока масла (м/с) приведены ниже.

Номинальное значение	Пределы допустимого отклонения
0,65	0,48-0,65
I,0	0,75-I,0
I,5	I,I-I,5

4. Время срабатывания реле при скорости потока масла, равной I,25 уставки, не должно превышать 0,I5 с.

5. Контакты реле обеспечивают коммутацию тока до 2 А при напряжении 220 В:

постоянного тока при постоянной времени до I00 мс;

переменного тока при $\cos\varphi \geq 0{,}5$.

Реле должно выдерживать I0 тысяч переключений при 25 коммутационных циклах в I ч. Включающая и отключающая способность контактной системы при этом составляет 2А, 260 В переменного тока при $\cos\varphi = 0{,}5$ или 2 А, 260 В постоянного тока при $\tau = \frac{L}{R} \geq I00$ мс.

Переходное сопротивление контактов при этом должно быть не более 0,3 Ом.

6. Герметичность. Реле в собранном виде выдерживает избыточное давление $I0^5$ Па ($кгс/см^2$).

7. Изоляция реле выдерживает испытательное напряжение I000 В, частоты 50 Гц в течение I мин. Разомкнутые контакты реле выдерживают испытательное напряжение 500 В.

8. Виброустойчивость и удароустойчивость. Реле выдерживает

вибрацию поочередно в трех расположенных перпендикулярно друг другу плоскостях:

с ускорением, равным $1g$, при частоте 5-20 Гц;

с ускорением, равным $5g$, при частоте 20-150 Гц.

Реле выдерживает вибрацию поочередно в трех расположенных перпендикулярно относительно друг друга плоскостях при постоянном ускорении, равном $1{,}5g$, и частоте 5-150 Гц.

Реле выдерживает пятиразовую ударную нагрузку в вертикальной плоскости с ускорением $5g$.

9. Рабочий диапазон температур от - 40 до +40°С при кинематической вязкости масла не более 1100 сСт. Предельная рабочая температура масла до +100°С и до 120°С в течение часа.

Реле ÜRF 25/10-1

1. Масса реле - 3,9 кг. Размеры корпуса: 206х200х170 мм. Реле может быть установлено на маслопроводе с внутренним диаметром 25 мм.

2. Чувствительность. Значения уставок по скорости потока масла (м/с) приведены ниже.

Номинальное значение	Пределы допустимого отклонения
I диапазон	
0,9	0,72-0,9
1,2	0,96-1,2
1,5	1,2-1,5
II диапазон	
1,5	1,2-1,5
2,0	1,6-2,0
2,5	2,0-2,5

3. Контакты реле обеспечивают коммутацию тока до 2 А при напряжении 220 В:

постоянного тока при постоянной времени до 100 мс;

переменного тока при $\cos\varphi \geq 0{,}5$.

4. Герметичность. Реле в собранном виде выдерживает избыточное давление до 10^5 Па (кгс/см^2).

5. Изоляция реле выдерживает испытательное напряжение 1000 В, частоты 50 Гц в течение 1 мин. Разомкнутый контакт реле выдерживает испытательное напряжение 500 В.

6. Рабочий диапазон температур от - 30 до +95°С при кинематической вязкости масла не более 1100 сСт.

Приложение 2

Министерство топлива
и энергетики
Российской Федерации

_____
(организация, выполняющая проверку)

_____
(предприятие, объект)

_____
(присоединение)

_____
(устройство РЗА)

" " _____ 19__ г

ПРОТОКОЛ
ПРОВЕРКИ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

1. Паспортные данные

1. Принципиальная схема № _____
2. Данные защищаемого трансформатора (автотрансформатора), трансформаторной группы, реактора

Завод-изготовитель	Тип	Мощность, кВ·А	Система охлаждения

3. Данные газового реле

Фаза	Завод-изготовитель	Тип реле, №, год выпуска	Уставка (скорость потока масла), м/с
А			
В			
С			
Резервная			

4. Данные защищаемого устройства РПН

Завод-изготовитель	Тип	$I_{ном}$

5. Данные струйного реле

Фаза	Завод-изготовитель	Тип реле, №, год выпуска	Уставка (скорость потока масла),м/с

6. Данные промежуточных и указательных реле

Наименование реле	Тип реле	Назначение в схеме защиты

П. Техническое обслуживание защиты

Приняты следующие обозначения:
Н - проверка (наладка) при новом включении;
К - профилактический контроль;
В - профилактическое восстановление;
КI - первый профилактический контроль.

I. Результаты внешнего осмотра (Н, КI, К, В) газового реле, цепей защиты, включая трассу контрольного кабеля и разделки его концов

2. Результаты внешнего осмотра всех реле защиты (исправность

механической части, зазоры, регулировка контактов (Н,КІ,В) _____

3. Проверка схемы газовой защиты и цепей, связывающих ее с другими устройствами РЗА (например, АПВ, УРОВ, устройство пожаротушения и др. (Н).)

4. Проверка чувствительности отключающего элемента газового реле (РГЧЗ-66, RS -1000) по усилию срабатывания (Н,В)

Фаза	Уставка, м/с	Усилие срабатывания,г
А		
В		
С		
Резервная		

5. Проверка работы газового реле при понижении уровня масла в нем (Н, КІ, В)

Фаза	Объем воздуха в реле, при котором срабатывает, $см^3$	
	сигнальный элемент	отключающий элемент
А		
В		
С		
Резервная		

6. Измерение сопротивления изоляции цепей газовой защиты (Н, КI, В) (контакты газового реле отключены)

Фаза	Элемент	Сопротивление изоляции, МОм (мегаомметр на 1000 В)	
		между жилами кабеля	всех цепей на землю
А	Сигнальный		
	Отключающий		
В	Сигнальный		
	Отключающий		
С	Сигнальный		
	Отключающий		
Резервная	Сигнальный		
	Отключающий		

7. Измерение сопротивления изоляции контактов газовых реле (Н, КI, В)

Фаза	Контакт	Сопротивление изоляции, МОм	
		между разомкнутыми контактами	между замкнутыми контактами и корпусом
А	Сигнальный		
	Отключающий		
В	Сигнальный		
	Отключающий		
С	Сигнальный		
	Отключающий		
Резервная	Сигнальный		
	Отключающий		

8. Результаты испытания электрической прочности изоляции цепей газовой защиты (контакты реле отключены) напряжением 1000 В переменного тока в течение 1 мин (Н, КИ, В)

_____

_____

9. Результаты испытаний электрической прочности изоляции между замыкающими контактами и между этими контактами и корпусом напряжением 500 В в течение 1 мин (для реле производства ГДР)

_____ _____

_____

10. Проверка промежуточных и указательных реле (Н, КИ, В)

Обозначение реле в схеме	$U_{ср} / I_{ср}$	$U_{воз} / I_{воз}$

11. Проверка работы защиты при напряжении оперативного тока $U_{ном}$ и 0,8 $U_{ном}$ нажатием на кнопку устройства контроля (целесообразно - на отключение выключателей)

_____

_____

_____

12. Заключение _____

_____

Подписи проверяющего _____

и начальника МС РЗАИ (ЭТЛ) _____

Дата _____

III. Профилактический контроль и профилактическое восстановление

Дата	Наименование (КИ, К, В)	Результаты	Подписи проверяющего и начальника МС РЗАИ (ЭТЛ)

Приложение 3

СХЕМЫ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ЦЕПЕЙ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ

В ряде энергосистем (Мосэнерго, Тулэнерго, Краснодарэнерго) достаточно широкое распространение получили специальные устройства для контроля изоляции цепей газовой защиты. В этих энергосистемах ложные отключения по причине замыкания между жилами кабеля в цепях газовой защиты практически отсутствуют. Применение таких или аналогичных устройств контроля снижения изоляции целесообразно на всех действующих трансформаторах, ложное отключение которых может привести к перерыву электроснабжения потребителей, или по другим причинам (по местным условиям).

Наибольшее распространение получили устройства КИГЗ-I, выпускаемые много лет ОЗАП Мосэнерго. Принцип действия устройства КИГЗ-I основан на непрерывном контроле тока утечки, протекающего в цепи контактов газовой защиты. Ток срабатывания устройства при контроле напряжением оперативного тока 220 В составляет 300±30 мкА. Устройство не срабатывает при токе более 40 мА, а коэффициент его возврата не менее 0,6. Падение напряжения на внутреннем сопротивлении схемы устройства при токе 500 мА не более 5 В.

Принципиальная электрическая схема устройства приведена на рис.П3.I.

Входная цепь устройства, включаемая в цепь контактов газовой защиты со стороны "плюса" оперативного тока, содержит диодно-резисторный мост. Одну пару симметричных плеч моста составляют резисторы $R2$, $R3$, другую - диоды V2, V4.

Выход диодно-резисторного моста, нагруженный на резистор $R4$, соединен со входом компаратора. Компаратор выполнен на операционном усилителе (микросхема D). Компаратор сравнивает выходное напряжение диодно-резисторного моста, подаваемое на инвертирующий вход усилителя, с опорным напряжением, подаваемым на неинвертирующий вход усилителя с движка потенциометра $R5$. Резистор $R7$ образует цепь положительной обратной связи и обеспечивает заданный коэффициент возврата.

Конденсатор С2 в цепи коррекции предотвращает самовозбуждение усилителя.

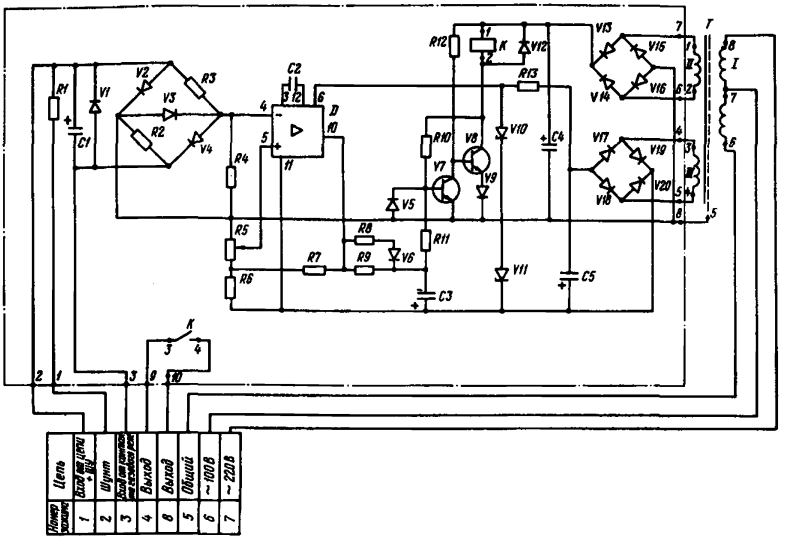


Рис.П3.1. Принципиальная электрическая схема устройства КИЗ-1

К выходу компаратора через схему задержки (С3, R8, R9, R11, V6) подключен усилитель на транзисторах V7, V8, работающий в ключевом режиме. В коллекторную цепь транзистора V8 включено реле К и диод V12, защищающий транзистор от перенапряжений.

Питание устройства осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В через трансформатор Т, имеющих две вторичные обмотки. От обмотки II через выпрямитель на диодах V13÷ V16 со сглаживающим конденсатором С4 питается цепь обмотки реле. От обмотки III через выпрямитель на диодах V17÷ V20 со сглаживающим конденсатором С5 и стабилизатором на стабилитронах V10, V11 питается компаратор.

Устройство работает следующим образом. В нормальном режиме, когда изоляция цепей газовой защиты исправна, т.е. сопротивление изоляции между жилами кабеля, связывающего контакты газового реле с панелью защиты трансформатора, велико и ток меньше тока срабатывания, устройство не срабатывает.

При снижении сопротивления изоляции контролируемых проводов во входной цепи устройства будет протекать ток по цепи "+", R3, R4, R2 "-". Диоды V2 и V4 при этом токе закрыты. При токе большем тока срабатывания устройства напряжение на резисторе R4 превышает опорное напряжение и на выходе компаратора появится сигнал орицательной полярности. Конденсатор С3 через резистор R9 начнет заряжаться. По окончании времени его заряда транзистор V7 закроется, транзистор V8 откроется и сработает реле К.

При срабатывании газовой защиты во входной цепи устройства будет протекать ток, значительно превышающий ток срабатывания устройства. При этом токе диоды V2, V4 откроются. Это вызовет появление на выходе диодно-резисторного моста напряжения другой полярности.

Компаратор не сработает и на его выходе будет сигнал положительной полярности, транзистор V7 будет открыт, транзистор V8 закрыт и реле К срабатывать не будет, т.е. ложного сигнала о неисправности не подается.

Устройство может использоваться при напряжении постоянного тока как 110 В, так и 220 В (при напряжении 220 В зажимы 2 и 3 объединяются).

В случае необходимости ток срабатывания устройства можно подрегулировать потенциометром R5, расположенным на печатной плате.

В ПОЭЭ "Краснодарэнерго" разработана схема для обнаружения понижения сопротивления изоляции цепей газовой защиты на подстанциях с переменным оперативным током. Схема позволяет выявить нарушение сопротивления изоляции в цепи контактов газовой защиты при его снижении до значения 2-2,5 раза больше, чем требуется для срабатывания выходного реле. Схема (рис.П3.2) предполагает установку дополнительно реле напряжения РН-51/32 с уставкой 32 В, замыкающий контакт которого используется для сигнализации о снижении сопротивления изоляции. Изменение в схеме защиты трансформатора (см.рис.П3.2) в связи с установкой дополнительного реле напряжения показаны утолщенными линиями.

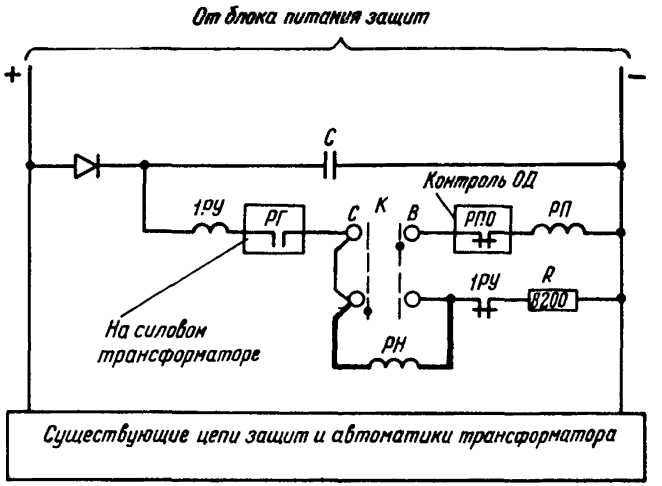


Рис.П3.2. Схема для контроля понижения сопротивления изоляции на подстанциях с переменным оперативным током

Приложение 4

ЗАМЕНА ГЕРКОНОВ В ГАЗОВЫХ РЕЛЕ ПРОИЗВОДСТВА ГДР ГЕРКОНАМИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Чебоксарский центр НТТМ "Поиск" по заказу ПОЭЭ "Мосэнерго" разработал технологию замены герконов газовых реле производства ГДР герконами отечественного производства МКА-52202 группы А.

Герконы МКА-52202 предназначены для коммутации активных и индуктивных электрических цепей с токами от I мА до 4 А, напряжениями от 6 до 220 В постоянного тока и от 6 до 380 В переменного тока частоты 50 Гц мощностью до 40 В·А. Конструкция контактных узлов с герконами МКА-52202 сигнального и отключающего элементов газового реле BF 80/Q показана на рис.П4.I. Узлы сигнального и отключающего элементов реле состоят из одинаковых деталей и различаются только размещением их на несущей скобе выемной части реле.

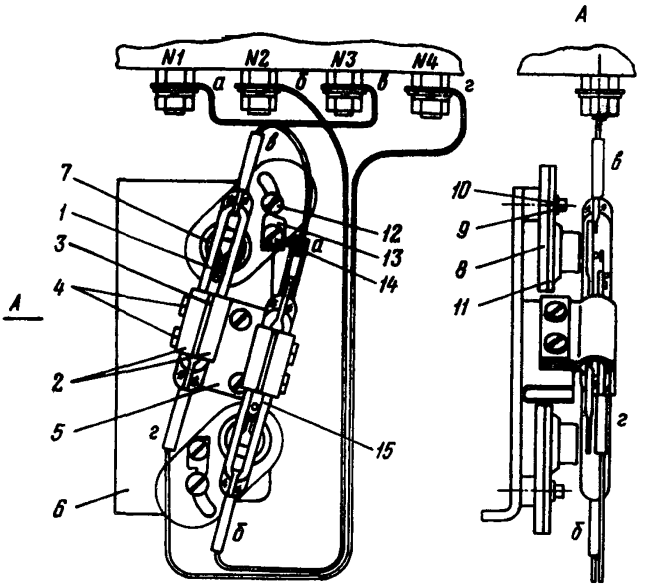


Рис.П4.I. Контактный узел реле *BF 80/Q*

Геркон I сигнального элемента крепится за баллон между двумя фиксирующими скобами 2. Между баллоном и скобами проложена резиновая прокладка 3. Эти скобы закреплены с помощью двух винтов 4 на переходной П-образной пластине 5, которая установлена на несущей скобе 6. Управляющий магнит 7 установлен на поворотной пластине 8, которая может поворачиваться на оси 9, фиксированной от выпадания стопорной шайбой I0. Магнит 7 удерживается на пластине 8 за счет электромагнитной силы и фиксируется от

смещения вдоль ее поверхности держателем II. Поворотная пластина 8 и держатель II притянуты с помощью крепящего винта I2 к приводному рычагу с поплавком (на рис.П4.I не показаны). Винт I2 во избежание расслабления укрепляется с помощью стопорной пластины I3 и стопорного винта I4.

Геркон I обращен к магниту 7 той стороной, на которой находится его магнитопровод, причем торец (полюс) магнита находится напротив части магнитопровода, на которой закреплен дополнительный контакт геркона.

Отключающий элемент реле BF 80/Q содержит геркон I5 и другие детали, которые одинаковы с указанными выше деталями сигнального элемента. Геркон отключающего элемента I5 развернут относительно геркона сигнального элемента I на 180^{0}.

Монтажные провода от геркона отключающего элемента "а" и "б" присоединены к выводным зажимам № I и 2, а монтажные провода от геркона сигнального элемента "в" и "г" - к выводным зажимам № 3 и 4.

В процессе работы реле управляющий магнит поворачивается вокруг оси. При нахождении магнита напротив магнитопровода геркона (рядом с баллоном, как изображено на рис.П4.I) геркон замыкается. При удалении магнита геркон размыкается.

Замена герконов производится в следующей последовательности:

I. Отделите выемную часть реле от корпуса.

2. Отсоедините с помощью паяльника концы монтажных проводов от выводов отказавшего геркона.

3. Поменяйте местами монтажные провода, присоединенные к выводным зажимам № 2 и 3.

П р и м е ч а н и е. При замене только одного геркона вместо перестановки замените один из монтажных проводов: у сигнального элемента замените длинный провод новым коротким проводом длиной 45 мм; у отключающего элемента короткий провод новыми длинными проводами длиной I60 мм.

4. Ослабив винты 4, извлеките неисправный геркон с фиксирующими скобами существовавшей конструкции. При этом не повредите резиновую прокладку 3.

5. Извлеките постоянный магнит 7.

6. Вытащив стопорную шайбу I0 и отвинтив винты I2 и I4,

замените собственный держатель реле новым держателем II. (Конструкция нового держателя показана на рис.П4.2).

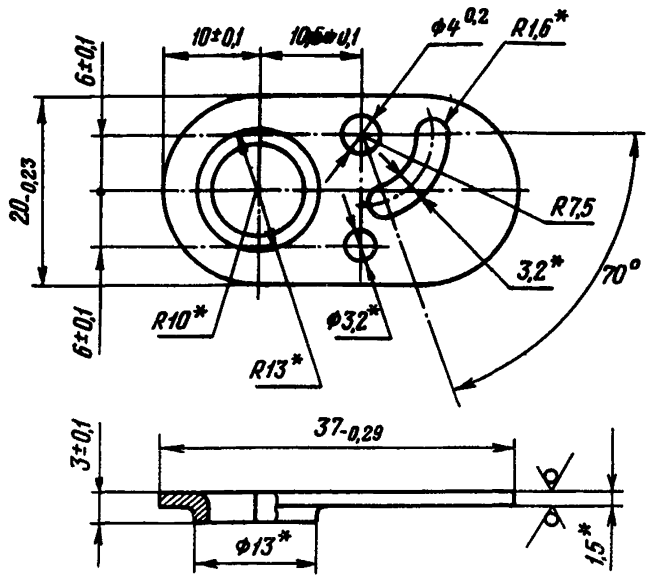


Рис.П4.2. Конструкция держателя

Притяните держатель II к пластине 8 с помощью стопорного винта I4. При этом под головкой винта I4 должна находиться стопорная пластина I3. Наживите винт I2 и затяните, обеспечивая прилегание его к стопорной пластине I3. Установите на место стопорную шайбу I0.

7. Установите магнит 7 в отверстие держателя II. Не допускайте попадания каких-либо частиц между полюсом магнита 7 и пластиной 8.

8. Установите геркон МКА-52202 между двумя новыми фиксирующими скобами 2, проложив между ними резиновую прокладку 3. Конструкция новых фиксирующих скоб показана на рис.П4.3.

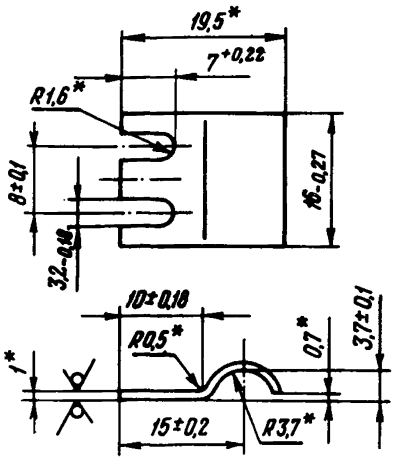


Рис.П4.3. Конструкция фиксирующих скоб

Примечания: 1. Материал деталей Ст.10 ГОСТ 1050-74.
2. Покрытие Кд 12хр

*Размеры для справок

9. Закрепите с помощью двух винтов 4 фиксирующие скобы 2 с герконом I на переходной пластине 5, как это показано на рис.П4.I.

Обратите внимание на правильность установки геркона I:

геркон должен быть обращен к магниту 7 той стороной, на которой находится его магнитопровод, причем напротив магнита должен нахсдиться дополнительный контакт геркона;

зазор между торцом магнита 7 и баллоном геркона I должен быть в пределах 0,2+I,5 мм (в зависимости от чувствительности геркона: герконы с большими МДС срабатывания должны быть установлены ближе к магниту).

I0. Проверьте работоспособность геркона поворотом магнита из одного крайнего положения в другое крайнее положение. Герконы должны переключаться четко со щелчком.

После срабатывания или отпускания геркона магнит должен перемещаться до крайнего положения на угол не менее 2^{0} (или на расстояние не менее 0,5 мм).

Регулировка углов срабатывания и опускания геркона МКА-52202 производится как и у имевшегося в реле геркона тремя способами:

поворотом магнита относительно приводного рычага;

изменением расстояния между баллоном геркона и торцом магнита;

перемещением геркона вдоль своей продольной оси.

II. Припаяйте к выводам геркона I сигнального элемента монтажные провода "в" и "г", присоединенные к зажимам № 3 и 4, а к выводам геркона I5 отключающего элемента монтажные провода "а" и "б", присоединенные к зажимам № I и 2. Следует обратить внимание на правильность присоединения монтажного провода к выводу геркона, который размещен на одном торце баллона с другим выводом: монтажный провод должен быть присоединен к выводу геркона, на котором установлены якорь и подвижная контакт-деталь геркона.

Допускается изгибание или обрезка вывода геркона, расположенного отдельно в одном из торцов баллона, на расстоянии до 5 мм от его конца.

I2. Проверьте надежность затяжки всех винтов и гаек.

I3. Установите выемную часть реле в корпус.

Список литературы

I. ПРАВИЛА технической эксплуатации электрических станций и сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1988.

2. ИНСТРУКЦИЯ по наладке и эксплуатации газовой защиты. - М.: Госэнергоиздат, 1963.

3. ИНСТРУКЦИЯ по наладке и эксплуатации газовой защиты с реле РГЧЗ-66. - М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1971.

4. ИНСТРУКЦИЯ по эксплуатации газовых реле BF 80/Q и струйных реле *ÜRF* 25/10 защиты трансформаторов и устройств РПН. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1979.

5. ИНСТРУКЦИЯ по определению характера внутренних повреждений трансформаторов по анализу газа из газового реле. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1980.

6. ТИПОВАЯ инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций. - М.: СПО ОРГРЭС, 1991.

7. ПРАВИЛА технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1989.

8. ПРАВИЛА технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ.- М.: СПО Союзтехэнерго, 1989.

9. ТИПОВОЕ положение о службах релейной защиты и электроавтоматики. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1981.

10. СПРАВОЧНИК по наладке вторичных цепей электростанций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1989.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение 3

I. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГАЗОВЫХ И СТРУЙНЫХ РЕЛЕ 5

I.I. Особенности газовых реле ПГ-22, ПГЗ-22 9

I.2. Особенности газового реле РГЧЗ-66 9

I.3. Особенности газового реле *BF*-80/*Q* (*BF* 50/I0) I4

I.4. Особенности струйных реле *ÜRF*- 25/I0 и *RS*-I000 ..... I7

2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОТСЕЧНОГО КЛАПАНА И РЕЛЕ УРОВНЯ МАСЛА 22

3. ВИДЫ, ОБЪЕМ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ 25

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ 28

5. ОПЕРАТИВНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ 34

Приложение I. Технические данные газовых и струйных реле 4I

Приложение 2. Протокол проверки газовой защиты 45

Приложение 3. Схемы контроля изоляции цепей газовой защиты 50

Приложение 4. Замена герконов в газовых реле производства ГДР герконами отечественного производства 53

Список литературы 59

Подписано к печати 06.05.92 Формат 60x84 I/I6

Печать офсетная Усл.печ.л.3,49 Уч.-изд.л. 3,4 Тираж 3I50 экз.

Заказ № 62/92 Издат. № 92076

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий ОРГРЭС

I05023, Москва, Семеновский пер. д.I5

Участок оперативной полиграфии СПО ОРГРЭС

I0[illegible], Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

gost.e-ecolog.ru