

О СПОСОБАХ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВЫСОКООМНЫХ ЗАЩИТНЫХ РЕЗИСТОРОВ ДЛЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ СЕТИ И ИХ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Емельянов Н.И., Ильиных М.В. (ООО «ПНП БОЛИД», г. Новосибирск)
Кудряшов Д.С. (ОАО «ИАЦ «Кузбасстехэнерго», г. Кемерово)*

До 2003 года у эксплуатирующих электроэнергетических организаций не было формального права по внедрению на своих электроустановках 6-35 кВ защитных резисторов (ЗР) для заземления нейтрали сети. Но некоторые главные инженеры, видя перспективу по возможности организации безаварийной работы своих сетей, на свой страх и риск, брали на себя ответственность и внедряли указанные защитные аппараты. Подход эксплуатирующих организаций базировался на [3] и понимании физики процесса при установке ЗР. ЗР, производства "ПНП БОЛИД", были установлены в сетях как с дугогасящими реакторами, так в сетях без компенсации емкостного тока ОЗЗ. Примеры реализованных проектов для сетей 35 кВ в сетях ВЭС "Кузбассэнерго", где существовали дугогасящие реакторы, представлены на рис. 1, 2.

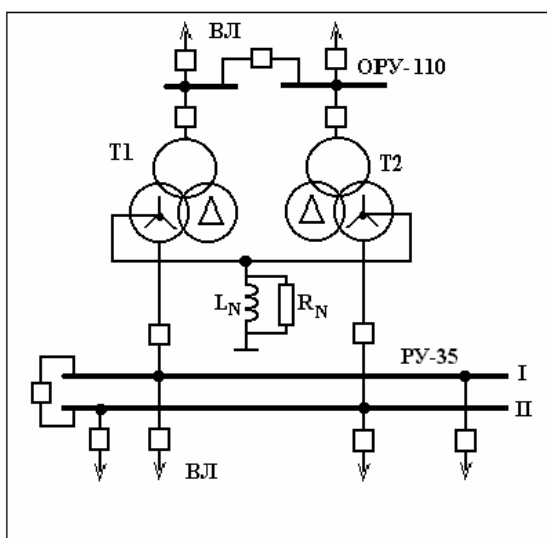


Рис.1 Схема подключения ЗР параллельно дугогасящему реактору

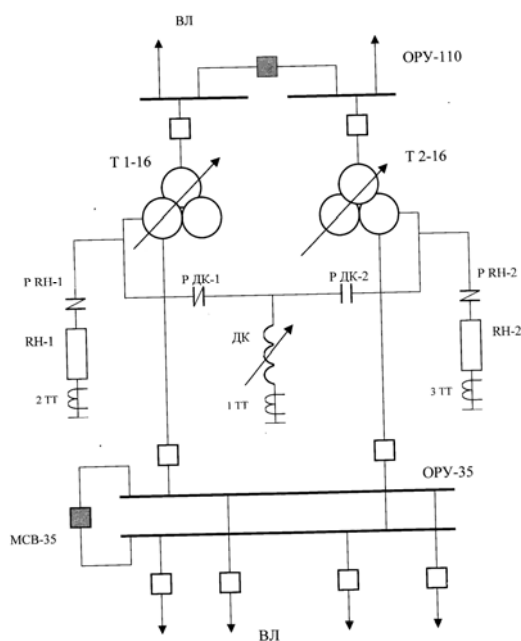


Рис.2 Схема с возможностью подключения ЗР к нулевому выводу трансформатора

Для подключения ЗР для заземления нейтрали необходима реально существующая "нейтральная" точка сети.

В сетях 6 ÷ 10 кВ резистор может быть установлен в нейтраль "звезды" высокой стороны трансформаторов 6 ÷ 10 кВ со схемой соединения обмоток Y_0/Δ , Y_0/Y_0 либо специальных фильтров присоединения нулевой последовательности. Использование трансформаторов со схемой соединения обмоток Y_0/Y_0 для подключения как резисторов, так и дугогасящих реакторов, имеет ряд существенных особенностей и ограничений, в связи

с чем не может быть рекомендовано для типового применения при подключении резисторов для заземления нейтрали.

В сети 35 кВ резистор может быть подключен к выведенной нейтрали обмотки 35 кВ трансформатора 110(220)/35/10(6) кВ.

В сетях 6 ÷ 10 кВ распределительных подстанций часто отсутствует явно выведенная нейтраль. В этом случае могут быть рекомендованы варианты подключения резисторов к нейтралю специальных трансформаторов малой мощности со схемой соединения обмоток Y_0/Δ (рис.3-а) или фильтров нулевой последовательности, например, типа ФМЗО (рис.3-б), выпускаемых на Раменском электротехническом заводе "Энергия". ФМЗО является особым трехфазным реактором-нейтралером, обмотки которого соединены в зигзаг.

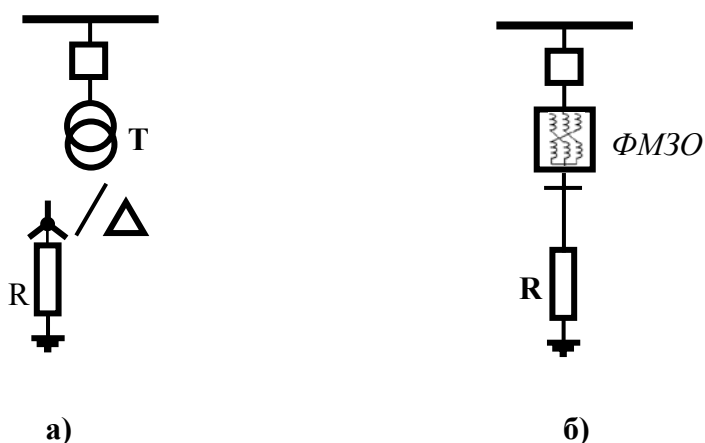


Рис.1. Схемы подключения резисторов к нейтрали сетей 10 кВ.

В случае комбинированного использования ЗР и ДГР рекомендуем независимое подключение каждого устройства к нейтрали трансформатора через разъединитель, позволяющее независимое использование устройств.

После выхода в свет 2003 году изменений ПУЭ, разработкой и принятием РАО "Газпром" собственного нормативного документа по режимам заземления нейтрали, установка защитных резисторов для заземления нейтрали активизировалась. Установка резисторов только производства "ПНП БОЛИД" составляла 50-80 штук в год, а в 2007 году - более 170.

У проектировщиков и эксплуатирующих организаций пока не сложилось однозначного понимания, куда и как подключать "нейтралеобразующее" устройство ЗР.

На сегодняшний день ОАО «Инженерно-аналитический центр «Кузбасстехэнерго» выполнил проектирование по установке высокоомных защитных резисторов производства ООО «ПНП БОЛИД» на 9 подстанциях разрезв СУЭК, распредустройстве 6 кВ Ново-Кемеровской ТЭЦ ОАО «Кузбассэнерго», на подходе выполнение проекта установки ЗР в сети 10 кВ на ПС «Гурьевская» ОАО «Кузбассэнерго-РЭС». И каждый раз, при заключении договора на проектирование приходится долго и упорно убеждать заказчика, что первоначально предложенный вариант технического задания по подключению и установке оборудования, является наиболее оптимальным. При этом, мы исходим из следующих положений:

1. Исходя из целей и задач, которые ставятся перед защитным резистором, необходимо его постоянное подключение к сети (или если точнее к "нулевой" точке), особенно в таком тяжелом режиме как однофазное замыкание на землю;

2. И, как следствие, в связи с тем, что ЗР защищает всю гальванически связанную сеть, он должен отключаться с источником питания (силовым трансформатором).

Исходя из положения 1, оптимальным вариантом с экономической точки зрения, в случае отсутствия уже организованной "нулевой" точки, при применении высокоомного ЗР является подключение ФМЗО к секции шин через разъединитель. Разъединителями наружной установки трехполюсного типа при напряжении 10 кВ и ниже допускается отключение и включение нагрузочного тока до 15 А.

У эксплуатирующей организации сразу возникает вопрос о необходимости защиты силового трансформатора от возможных перекрытий изоляции на участке шинный мост – ФМЗО, особенно, если на этом участке имеется кабель. Сразу возникает предложение о подключении этого присоединения через выключатель с наличием всех возможных защит. Такой вариант теоретически возможен, но, к сожалению, чаще всего у заказчика не оказывается свободных ячеек. Кроме этого, необходима организация сигнализации дежурному персоналу о включении-отключении этого присоединения, иначе возникает противоречие положениям.

Для решения данной задачи присоединение ФМЗО может быть выполнено путем использования такого аппарата, как предохранитель-разъединитель, например, типа ПРВТ, выпускаемого ЗАО «ЗЭТО» г. Великие Луки.

ПРВТ выполняет одновременно функции разъединителя и защитного аппарата, причем в режиме предохранителя обеспечивает видимый разрыв цепи после срабатывания. Оперирование в режиме разъединителя, а также снятие и установка держателя заменяемого элемента (патрона) производятся вручную с земли при помощи специальной оперативной изолирующей штанги, при этом допускается работа под дождем.

К сожалению, ни в одной статье посвященной опыту эксплуатации защитных резисторов авторами не был освещен аспект электробезопасности. В связи с возможностью длительного протекания (от нескольких секунд до часов) токов более 1 А данный вопрос, по нашему мнению, имеет немаловажное значение.

При отсутствии нормативной базы по обеспечению электробезопасности персонала предлагается отталкиваться от требований основных нормативных документов [1-3]. При этом, необходимо учитывать требования [2], так как дугогасящий реактор эксплуатируется в аналогичных условиях – подключение осуществляется к нейтралю трансформаторов.

Таким образом, при проектировании и эксплуатации защитных резисторов производства ООО «ПНП БОЛИД» на ОРУ подстанций необходимо учитывать:

1. Расстояния до токоведущих частей п. 4.2.58 [1].

В случае установки оборудования на лежнях (низких стойках) и заводских опорах необходимо предусмотреть ограждение. Либо, при отсутствии места для забора, возможен вариант проектирования специальной конструкции, чтобы нижняя кромка изоляторов была расположена над уровнем планировки или наземных коммуникационных сооружений на высоте не менее 2,5 м. Недостатком этого способа установки является приличная высота сооружения – 4,3 м и необходимость выбора места установки с учетом расстояний до другого электрооборудования.

2. Особенности работы высокоомных защитных резисторов.

Защитные резисторы, как и дугогасящие реакторы, можно отнести к «ленивым» аппаратам. В случае симметричной трехфазной сети они работают только в случае ОЗЗ, либо неполнофазного режима. Но именно в этих случаях, их работа может представлять опасность, так как через них протекает ток несколько ампер.

В связи с вышеизложенным, предлагается, при проектировании, предусмотреть на подстанциях, в дополнение к существующей сигнализации наличия «земли» в сети, отдельную световую и звуковую сигнализацию в цепи заземления защитного резистора.

Примерная схема для сети 35 кВ с дугогасящим реактором приведена на рис.4. На указанной подстанции, изначально, при установке дугогасящего реактора, в соответствии с

требованиями п.4.5 [3] была выполнена схема сигнализации и контроля работы дугогасящего реактора. При внедрении на подстанции высокоомных защитных резисторов схемы были дополнены. Аналогичная схема сигнализации и контроля работы защитных резисторов выполнена на подстанциях без дугогасящих реакторов.

Реализация подобной схемы позволяет оперативно, в любое время суток, оценить наличие ОЗЗ в сети и определить конкретную секцию шин и защитный резистор, к которому запрещено приближаться на расстояние менее 8 м.

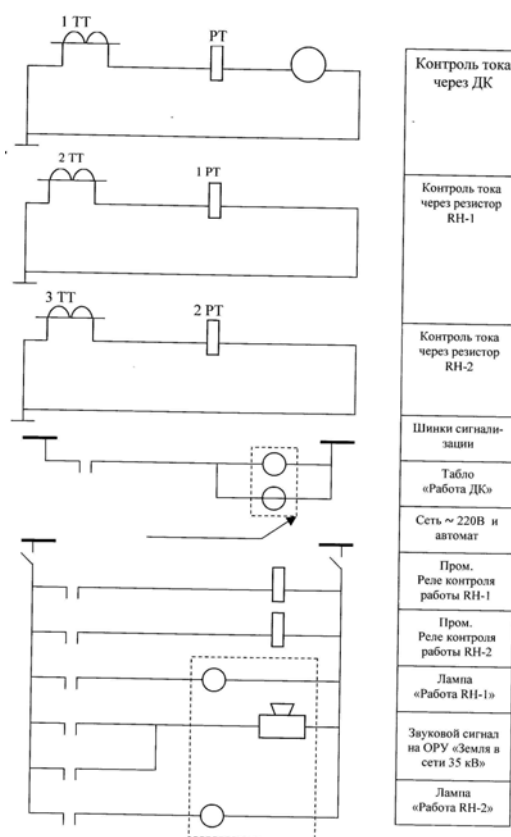


Рис.4 Схема сигнализации

Литература:

1. Правила устройства электроустановок.- 7-е изд. - М.: ЗАО "Энергосервис", 2007. – 887 с.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, РД 34.20.501-2003. - М.: СПО ОРГРЭС, 2003. – 368 с.
3. Типовая инструкция по компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35 кВ (ТИ 34-70-070-87). - М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.
4. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (с изм. и доп.), ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 192 с.