

ним цветом фона и желтым цветом букв) перемещается. Реализуется выбранный режим вертикального меню нажатием клавиши «Enter».

Выполнение расчетов. Выполнение расчетов осуществляется при реализации режима «Расчет» горизонтального меню. Задание режима расчета выполняется путем выбора в вертикальном меню (выбор осуществляется клавишами «↑», «↓» и «Enter»). Независимо от выбранного вида расчета после выбора расчетного элемента программой формируются расчетная схема и схема замещения, а затем реализуется расчет.

Так, нами был произведен расчет токов короткого замыкания в цепи, проверка защитных аппаратов, а именно, их чувствительность к токам КЗ, отключающая способность, селективность их действия. Расчет показал, что селективность действия защитных аппаратов в цепях обеспечивается не всегда. Это связано с тем, что времятоковая характеристика автоматических выключателей в диапазоне перегрузки и ограничения токов короткого замыкания имеет большой разброс времени срабатывания при одной и той же величине тока КЗ.

Литература

1. Методические указания по расчету токов короткого замыкания и выбору коммутационных аппаратов в сети постоянного тока электрических станций. – Минск, 2003.

УДК 621.3

ЗАЗЕМЛЕНИЕ НЕЙТРАЛИ СЕТЕЙ 6–35 КВ ЧЕРЕЗ РЕЗИСТОР

Шевалдин М.А.

Научный руководитель – БОХАН Н.В.

В Республике Беларусь, странах СНГ и других странах мира до настоящего времени широкое распространение получила система изолированной нейтрали и система компенсированной через дугогасящий реактор нейтрали сетей 6–35 кВ.

Основным достоинством таких систем заземления нейтрали является то, что даже в режиме однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) без отключения повреждённого участка сети представляется возможным определенное время (до обнаружения и устранения повреждения) осуществлять электроснабжение потребителей. Однако, отмеченное преимущество всегда сопровождается негативными явлениями, основными из которых являются:

– при металлическом ОЗЗ напряжение на неповреждённых фазах повышается до линейного, что требует выполнения фазной изоляции на линейное напряжение, которое представляет повышенную опасность для изоляции кабельных сетей с длительным сроком эксплуатации;

– появляются значительные дуговые перенапряжения, которые способствуют увеличению вероятности перехода ОЗЗ в двухфазные и трехфазные замыкания, появлению множественных повреждений для всей сети, питающейся от данной секции шин подстанции;

– режим ОЗЗ может приводить к развитию феррорезонансных перенапряжений в цепи намагничивания измерительных трансформаторов, электродвигателей и другого оборудования;

– в случае резонансной настройки ДГР ОЗЗ сопровождается малыми токами замыкания на землю, что исключает возможность создания простой, надёжной и селективной защиты, способной выявить повреждённые присоединения;

– повышается опасность поражения людей и животных по причине длительного существования ненормального режима работы электрической сети.

На данном этапе во многих странах мира признано целесообразным проводить модернизацию системы заземления нейтрали сетей 6–35 кВ путем заземления её через резистор или через резистор и ДГР, т. е. переходить на резистивную систему заземления нейтрали или на комбинированную систему заземления нейтрали.

Высокоомное резистивное заземление нейтрали целесообразно применять в случаях, когда сеть должна иметь возможность длительной работы в режиме ОЗЗ до обнаружения места ОЗЗ. При этом ток в нейтрали должен быть такой величины, чтобы исключить появление опасных негативных явлений, связанных с перенапряжениями и электробезопасностью, но быть достаточным для определения повреждённого присоединения и работы релейной защиты на сигнал.

К достоинствам этого варианта заземления нейтрали относятся:

– возможность работы сети с ОЗЗ до принятия мер по отключению поврежденного элемента. Это позволяет определять место ОЗЗ традиционными методами без отключения фидера с ОЗЗ;

– возможность самопогасания дуги и самоликвидации ОЗЗ;

– снижает количество дуговых перенапряжений ОЗЗ;

– уменьшение кратности перенапряжений на неповрежденных фазах до 2,2–2,4 фазного напряжения.

К недостаткам относятся:

– дополнительные затраты на заземление нейтрали сети;

– увеличение тока в месте повреждения;

– ограничение развития сети по величине емкостной составляющей тока ОЗЗ;

– большая мощность заземляющего резистора и проблемы обеспечения его термической стойкости;

– с точки зрения техники безопасности сохраняется опасность поражения людей и животных при значительных токах ОЗЗ.

Низкоомное резистивное заземление нейтрали применяется в случаях, когда ОЗЗ должно быть селективно отключено в течение минимально возможного времени. При этом ток в присоединении должен быть достаточным для работы релейной защиты на отключение.

В чисто кабельной сети с высокой степенью резервирования экономически и технически выгодно перейти от системы резонансно-заземленной нейтрали к нейтрали заземленной через резистор с сопротивлением 50–100 Ом, с отключением кабельной линии с ОЗЗ без выдержки времени. Параллельно резистору возможна установка ограничителя перенапряжений (ОПН) с пропускной способностью 250 А, при этом на сборных шинах необходима установка ОПН с пропускной способностью 500 А. Это необходимо для защиты от дуговых перенапряжений при аварийном отключении резистора. Кроме того, в сети должны быть установлены аналогичные ОПН для разгрузки ОПН, установленных на сборных шинах. Количество ОПН определяется расчетом.

В воздушной сети с низким уровнем резервирования применение этого метода ограничено, так как поиск «пробитого» изолятора на железобетонной опоре возможен только под напряжением.

По сравнению с высокоомным заземлением нейтрали низкоомное имеет следующие преимущества:

– практически исключает возможность дальнейшего развития повреждения;

– простое решение проблем релейной защиты от ОЗЗ;

– полностью исключает возможность возникновения прерывистых дуговых перенапряжений;

– уменьшается длительность воздействия перенапряжений, что увеличивает срок службы изоляции;

– уменьшается вероятность поражения людей и животных при ОЗЗ.

Комбинированное заземление нейтрали осуществляется путем присоединения высокоомного резистора параллельно дугогасящему реактору (ДГР) и позволяет снижать уровень перенапряжений при неточной настройке ДГР, а также способствовать работе на сигнал простых релейных защит. Эта система заземления нейтрали применяется для поиска места ОЗЗ.

Данный тип заземления имеет те же преимущества и недостатки, что и высокоомное заземление нейтрали.

При технико-экономическом обосновании целесообразности резистивного заземления нейтрали сетей 6–35 кВ необходимо исходить из следующих основных факторов:

- изменение технических параметров сетей 6–35 кВ;
- повышение срока службы изоляции;
- дополнительные затраты на заземление нейтрали сетей 6–35 кВ через резистор;
- электробезопасность.

Литература

1. Временные методические указания по переводу сетей 6–35 кВ Белорусской энергосистемы с режима изолированной нейтрали на режим заземления нейтрали через резистор. – Минск: концерн «Белэнерго», 2004.

2. Временные методические указания по выбору ограничителей перенапряжений (ОПН) в сетях 0,38–10 кВ. – Минск: концерн «Белэнерго», 2002.

3. Ильиных М.В., Сарин Л.И. Комплексный подход к выбору средств ограничения перенапряжений в сетях 6–35 кВ. – Новосибирск, 2005.

4. ГОСТ 12.1.038-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Система стандартов безопасности труда. Часть 3. – Введен в действие в 1982 году.

УДК 621.3

ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Куриленок В.Ю., Цыркунов Ю.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент **МАЗУРКЕВИЧ В.Н.**

Высоковольтный выключатель – это коммутационный аппарат, предназначенный для отключения нагрузки и защиты системы от короткого замыкания в цепях высокого напряжения. Выключатель является основным аппаратом в электрических установках и служит для отключения и включения в цепи в любых режимах: длительная нагрузка, перегрузка, короткое замыкание, холостой ход, несинхронная работа. Наиболее тяжелой и ответственной операцией является отключение токов КЗ и включение на существующее короткое замыкание. Высоковольтные выключатели непременно содержат пару подвижных электрических контактов и устройство управления ими (например электромагнитный привод).

К выключателям высокого напряжения предъявляют следующие требования:

- надежное отключение любых токов (от десятков ампер до номинального тока отключения);
- быстрота действия, т. е. наименьшее время отключения;
- пригодность для быстродействующего автоматического повторного включения, т. е. быстрое включение выключателя сразу же после отключения;