

При этом отдельно принимаются работы, которые впоследствии будут скрыты, и в это время, а не после, подписываются акты на скрытые работы.

Монтажные организации сдают заказчику всю документацию на заземляющие устройства. На каждое устройство заводится паспорт, в котором отмечаются все изменения, результаты осмотров и измерений.

При проверке состояния заземления периодически проводятся осмотр видимой части, наличие цепи между заземлителем и заземляемыми элементами, измерение сопротивления заземляющего устройства, выборочное вскрытие грунта для осмотра элементов, находящихся в земле.

Литература

1. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф., Околович М.Н. Электрическая часть станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Охрана труда в электроустановках / Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Правила устройств электроустановок. – 6-е изд. доп. с испр. – М.: Госэнергонадзор, 2000.
4. Каталог ERITECH® Grounding Products. – Великобритания, 2007.
5. Каталог ЗАО «Завод электротехнического оборудования». – Великие Луки, 2006.

УДК 621.311

ВЫБОР ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ 10–35 КВ

Пашкович Н.П.

Научный руководитель – ДЕРЮГИНА Е.А.

Зачастую причинами аварий ограничителей перенапряжений (ОПН) является не правильно проведенный их выбор, который заключается в определении: длительно допустимого рабочего напряжения; номинального разрядного тока; способности поглощения энергии; устойчивости к короткому замыканию.

Подбор по длительно допустимому рабочему напряжению. Касается ограничителей подключённых между фазой и землей.

Сеть с изолированной или резонансно-заземлённой нейтралью

$$U_c \geq U_m.$$

Если короткое замыкание на землю выключается в течение 10 секунд, то обязывает формула:

$$U_c \geq 0,75U_m.$$

Сеть с эффективно заземлённой нейтралью

$$U_c \geq 1,1 \frac{U_m}{\sqrt{3}}.$$

В первую очередь делается выбор длительно допустимого рабочего напряжения U_c , как наиболее важного параметра ограничителя. При выборе должны быть выполнены два основных условия:

– U_c должно быть больше сетевого напряжения, которое может длительно появиться в условиях эксплуатации на зажимах ограничителя;

– устойчивость к медленно изменяющимся перенапряжениям должна быть выше от ожидаемых в сети медленно изменяющихся перенапряжений, т. е. вольт-временная характеристика устойчивости ограничителя должна находиться выше значений ожидаемых перенапряжений, которые могут появиться в сети.

Выбор номинального разрядного тока. В воздушных линиях среднего напряжения при отсутствии грозозащитных тросов существует вероятность непосредствен-

ного попадания молнии в линию. Разрядный ток в ограничителе обычно меньше чем грозовой ток. Импульсная волна в линии распространяется от места удара в обе стороны. Кроме того, появление перекрытия на изоляции линии приводит к отведению значительной части грозового тока в землю, а импульсная волна по пути протекания в линии поддается сильному гашению.

Экстремальные значения разрядного тока в ограничителе могут появиться при попадании молнии в линию поблизости от ограничителя. Вероятность появления определенного значения разрядного тока, вызванного непосредственным попаданием молнии в линию зависит от многих факторов таких как: уровень изоляции линии (линия на деревянных столбах с заземлённой или не заземлённой распоркой), уровень изоцерауничный в районе линии, расстояние удара от ограничителя и т. п.

Для защиты распределительных трансформаторов в линиях средних напряжений, без проведения четкого анализа системы сети, как общее указание надо принимать:

– в сетях, в которых расстояния между местами монтажа ограничителей не большие (ниже 5 км), достаточную защиту распределительным трансформатором обеспечивают ограничители 5 кА, даже в случае линии на деревянных столбах с не заземлённой распоркой;

– в других случаях нужно применять ограничители 10 кА;

– в каждом случае ограничители 10 кА обеспечивают высший уровень безотказности и низший уровень защиты.

Выбор способности поглощения энергии. В каталогах часто ограничителям средних напряжений приписывается класс разряда длинной линии. Это следует из испытания действия, производимого на элементах из которых также часто строятся ограничители больших и наибольших напряжений и это свидетельствует о том, что эти ограничители могли бы работать с длинными линиями передачи. Однако выбор класса разряда длинной линии не имеет практического применения в сетях средних напряжений. Способность поглощения энергии всех типов ограничителей GX, независимо от приписываемого им «класса разряда длинной линии», значительно выше энергии, связанной с зарядом воздушной линии среднего напряжения.

В сетях средних напряжений, кроме энергии грозовых разрядов, наибольшие энергии могут выделяться в ограничителе в случае выключения больших батарей конденсаторов или кабелей выключателями, в которых выступают вторичные зажигания дуги. В этом случае принимается коэффициент перенапряжения $k = 3$, а энергия определяется следующим уравнением:

$$E = \frac{1}{2} C \left[\left(3 \frac{U_m}{\sqrt{3}} \sqrt{2} \right)^2 - (U_r \sqrt{2})^2 \right],$$

где U_m – наибольшее напряжение сети;

U_r – номинальное напряжение ограничителя.

Для большинства случаев сети среднего напряжения, все типы ограничителей GX исполняют требования, возникающие из возможных энергетических опасностей ограничителя. Выбор ограничителя с соответствующей способностью поглощения энергии может быть необходим только в случае существования в сети очень больших батарей конденсаторов.

Класс устойчивости к короткому замыканию должен быть выше от ожидаемого значения тока короткого замыкания сети в месте монтажа ограничителя. Выбор требуемого класса устойчивости короткого замыкания гарантирует, что в случае повреждения ограничителя и протекания через него тока короткого замыкания сети корпус ограничителя не взорвётся.

Правильный выбор ограничителей позволяет помимо прочего уменьшить воздушные изоляционные промежутки по сравнению с ПУЭ для РУ, защищенных разрядниками, и, сократив габариты РУ, получить значительный экономический эффект.

УДК 621.316.925

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРОВ МИНИ-ТЭЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Дервогд В.А.

На сегодняшний день развитие энергетики многих стран СНГ претерпевает изменения. Все большую популярность приобретает применение технологии когенерации (использование когенерационных установок), т. е. одновременного производства тепловой и электрической энергии в пределах одного устройства на таких объектах, как промышленные производства, больницы, объекты ЖКХ, газоперекачивающие и компрессорные станции, котельные и т. д. В настоящее время объекты, использующие технологию когенерации часто относят к термину «мини-ТЭЦ».

Следует отметить, что генераторы когенерационных установок (КГУ) работают параллельно с энергосистемой, и несмотря на то, что число КГУ постоянно возрастает, многие вопросы работы КГУ до сих пор остаются нерешенными. Так, например, схемы электроснабжения предприятий многие десятилетия разрабатывались и проектировались как пассивные, т. е. считалось, что у потребителя нет своих источников электроэнергии (не резервных), которые в нормальном режиме работы могут длительно быть подключены к энергосистеме на параллельный режим работы. Релейная защита сетей и различных объектов также разрабатывалась с учетом одного источника питания – энергосистемы. Другими словами генераторы мини-ТЭЦ не включены в схемы защит и автоматики энергосистемы.

Одним из аварийных режимов параллельной работы КГУ с энергосистемой является нарушение связи с участком сети, к которому присоединены один или несколько генераторов. В данном случае это может привести к нарушению напряжения и частоты в отделенном участке, резкому сбросу или набросу мощности на генератор (генераторы) и недопустимому снижению напряжения оперцепей мини-ТЭЦ, а также опасности несинхронного включения генератора при восстановлении напряжения сети, когда за время её отключения напряжения генератора и сети существенно разошлись по фазам.

На сегодняшний день для быстрого обнаружения нарушения связи мини-ТЭЦ с энергосистемой используется делительная защита, реагирующая на бросок вектора напряжения (защита, реагирующая на скорость изменения частоты или напряжения). Принцип работы защиты, реагирующей на бросок вектора напряжения, заключается в следующем: в нормальном режиме работы генератор работает параллельно с энергосистемой; ток нагрузки состоит из тока протекающего от энергосистемы и тока генератора. При внезапном отключении участка сети от энергосистемы, нагрузка получает питание только от генератора. Это приводит к смещению вектора (смещению синусоиды) напряжения относительно первоначального значения. Данная защита сравнивает длительности предыдущего полупериода напряжения и последующего. Если разница больше уставки, формируется сигнал неисправности [6].

Аналитический расчет броска вектора на основе векторных диаграмм довольно неточен, так как не учитывает замедление или ускорение ротора с относительно малым моментом инерции при резком набросе или сбросе активной нагрузки.