

Обработка полученных результатов является не менее важным моментом при выполнении тепловизионных обследований, чем сам процесс съемки и получения термограмм. На сегодняшний день наиболее совершенным ПО для данной задачи является полностью русифицированная программа ThermoCAM Reporter 7.0 Professional компании FLIR Systems, которая может быть поставлена с тепловизорами компании FLIR Systems. Она позволяет значительно упростить и ускорить процесс создания отчетов. Программа встраивается в текстовый редактор MS Word, хорошо знакомый каждому пользователю персонального компьютера, и далее обработка термограмм проходит в наиболее привычной среде. Пользователь в процессе анализа термограмм может добавить дополнительные точки, области, разности температур и т. д.

УДК 621.3

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СЕТЕЙ 6–10 КВ

Петкевич С.Л., Кривошеин А.И.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент СИЛЮК С.М.

Традиционно наиболее слабым звеном в системе электроснабжения являются воздушные распределительные сети 6–10 кВ – последний этап на пути электрической энергии к потребителю. Протяженность воздушных линий 6–10 кВ в Беларуси составляет более 180,6 тыс. км. Около 70 % всех нарушений электроснабжения происходит именно в сетях данного класса напряжения.

Системы заземления нейтралей, сетей средних классов напряжения (6–10 кВ). Режим изолированной нейтрали имеет одно неоспоримое преимущество – малый ток однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), что позволяет:

- увеличить ресурс выключателей (поскольку однофазные замыкания достигают 90 % от общего числа замыканий);

- снизить требования к заземляющим устройствам, определяемые условиями электробезопасности при однофазных замыканиях на землю.

Однако этот режим обладает и целым букетом недостатков (по сравнению с режимом эффективно заземленной нейтрали), к которым следует отнести:

- феррорезонансные явления, вызываемые кратковременными ОЗЗ;

- дуговые перенапряжения, связанные с появлением перемежающейся дуги при ОЗЗ и приводящие к переходу однофазного замыкания в двух- и трехфазное;

- сложность построения селективных защит от ОЗЗ в сети с изолированной нейтралью и их недостаточную работоспособность в сетях с различными режимами и конфигурацией.

Заземление через дугогасящий реактор позволяет в определенных случаях снизить ток замыкания на землю до его погасания, то есть ликвидировать дуговые перенапряжения. Это в свою очередь уменьшает число переходов ОЗЗ в двух- и трехфазные короткие замыкания. Снижение тока ОЗЗ улучшает условия электробезопасности в месте замыкания, хотя полностью не устраняет возможность электропоражения в сетях с воздушными линиями.

Недостатки заземления через дугогасящий реактор (ДГР):

- необходимость симметрирования сети до степени 0,75 % фазного напряжения (в сетях с воздушными линиями степень несимметрии всегда не ниже 1–2 %, а при двухцепных ВЛ нормально может достигать 5–7 %; Правилами технической эксплуатации в некоторых случаях допускается напряжение смещения нейтрали до 30 % от фазного);

– сложность и высокая стоимость систем автоматической подстройки ДГР (реакторы с механической подстройкой практически не эксплуатируются); невозможность широкой диапазонной настройки, необходимой для разветвленных городских сетей с часто изменяемой конфигурацией по отношению к питающей подстанции;

– практически полное отсутствие селективных защит от ОЗЗ для сети с заземлением нейтрали через ДГР.

Заземление нейтрали через резистор имеет несомненные достоинства, подтвержденные мировой практикой и опытом, накопленным в России:

– полное устранение феррорезонансных явлений;

– снижение уровня дуговых перенапряжений и устранение перехода ОЗЗ в двух- и трехфазные замыкания;

– возможность построения простых селективных защит от ОЗЗ.

К недостаткам резистивного заземления нейтрали следует отнести:

– увеличение тока замыкания на землю (максимум на 40 %);

– появление на подстанции греющегося оборудования (резистора 30–400 кВт).

Эти недостатки незначительны по следующим причинам:

– в сетях с заземленной нейтралью токи короткого замыкания составляют тысячи и десятки тысяч ампер; двойные замыкания на землю в сетях 6–35 кВ приводят к токам в сотни и тысячи ампер. В таких условиях названные сети успешно эксплуатируются, и на этом фоне увеличение тока ОЗЗ с 10 до 14 А или даже с 200 до 280 А ситуации не меняет;

– нагревающийся при ОЗЗ резистор – более существенный недостаток. Однако определяемые ПУЭ допустимые температуры для другого оборудования, достигающие в аварийных режимах 200–300 °С, позволяют спроектировать резистор, нагревающийся только до нижнего из указанных пределов. Установка такого резистора на ОРУ практически снимает вопрос о пожароопасности.

Выбор того или иного режима заземления нейтрали целесообразен исключительно при необходимости длительной работы сети с однофазным замыканием на землю. Подобная потребность в длительном сохранении такого аварийного состояния сети возникает лишь в случае отсутствия резервирования. При этом эффективное применение дугогасящего реактора возможно только в симметричных сетях с мало изменяющейся конфигурацией. В остальных вариантах предпочтительнее оказывается изолированная нейтраль и иногда – нейтраль, заземленная через резистор.

При отключении присоединения с однофазным замыканием релейной защитой во всех случаях предпочтительным оказывается резистивное заземление нейтрали. Такое комплексное решение ликвидирует все недостатки, присущие сетям с изолированной и компенсированной нейтралью, и выводит сети среднего напряжения на более высокий уровень надежности и электробезопасности, свойственный сетям напряжением 110 кВ и выше.

Защита сетей 6–10 кВ от атмосферных и внутренних перенапряжений. ОПН этого вида предназначены для защиты электрооборудования распределительных устройств от атмосферных и коммутационных перенапряжений в воздушных сетях напряжением 6–10 кВ переменного тока (48–62 Гц) с изолированной или резонансно заземленной нейтралью.

ОПН превосходят вентильные разрядники как по качеству защиты сети, так и по удобству эксплуатации.

Более глубокий, чем у вентильных разрядников, уровень ограничения перенапряжений обеспечивает более надежную защиту сети. А благодаря корпусу из полимерной изоляции, ОПН обладают высокой стойкостью к механическим воздействиям при монтаже и транспортировке.

В отличие от вентильных разрядников, ОПН этой группы взрывобезопасны и выдерживают прямой удар молнии с сохранением всех эксплуатационных параметров.

Автоматизация воздушных распределительных сетей на базе реклоузера. Реклоузер – это аппарат, объединяющий в себе практически все виды противоаварийной автоматики: АПВ, АВР (автоматический ввод резерва), МТЗ (максимальная токовая защита), ЗЗЗ (защиты от замыканий на землю), УПГ (устройство плавки гололеда) и др. Реклоузер допускает, но не требует наличия каналов связи с центром питания, тем самым обеспечивая полностью автономную работу и давая возможность проводить децентрализованное управление автоматикой распределительных сетей. Кроме того, реклоузер позволяет в режиме реального времени вести протоколы по параметрам качества передаваемой электрической энергии и при наличии телемеханики передавать эти протоколы в любое место, где есть приемник телеметрического сигнала. Это дает возможность легко интегрировать данное устройство в автоматизированную систему управления района электрических сетей.

Реклоузер – это надежное и довольно простое в эксплуатации устройство, позволяющее отключать токи КЗ за минимальное время и при этом за такое же время восстанавливать электроснабжение на неповрежденных участках. Значения протекающих в линии токов через трансформаторы тока поступают на цифровые реле, которые могут быть запрограммированы на довольно широкий спектр параметров, в зависимости от места и целей установки реклоузера.

УДК 621.3

КОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Аблавацкая О.А., Курнелева А.Е., Цыркунов Ю.М.
Научный руководитель – ПОНОМАРЕНКО Е.Г.

Значительная часть масляных и воздушных выключателей, прежде всего напряжением 110 и 220 кВ, отработала установленный нормативными документами срок службы и требует замены.

Основные причины повреждаемости выключателей:

- недостатки конструкции;
- дефекты, обусловленные низким качеством материалов;
- дефекты изготовления;
- нарушения нормативных и директивных документов по ремонту и эксплуатации устройства;
- установка в цепях шунтирующих реакторов и конденсаторных батарей, для коммутации которых выключатели не предназначены;
- установка в цепях, где токи КЗ и восстанавливающиеся напряжения превышают нормированные параметры выключателя.

Надежность элегазовых выключателей снижается из-за:

Блокировки цепей управления элегазовых баковых выключателей 110–500 кВ производства АББ и АРЕВА при температуре окружающего воздуха -41°C и ниже по причинам:

- несовершенства конструкции, недостаточной мощности и низкой надежности обогревающих устройств баков;
- недостатков системы контроля давления (плотности) элегаза.