ЭКРА Бесплатная электронная версия журнала предоставлена компанией «ЭКРА». Другие номера журнала на сайте редакции: www.energyexpert.ru

ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА РЕШЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ПРИМЕРЕ ВЫПУЩЕННЫХ РАБОЧИХ ПРОЕКТОВ

АНТОНОВ Л.Е. Начальник отдела РЗА и ВК ООО «Высоковольтные энергетические системы»

В дискуссии на тему принятия документа «Новые технические требования к системе оперативного постоянного тока» (СОПТ), развернутой на страницах журнала «Новости Электротехники» в 2008 году, приняли участие специалисты всех направлений. Однако, тех кто занимается непосредственно проектированием и разработкой этих устройств, было крайне мало. Автор в этой статье излагает точку зрения специалиста в области проектирования и объясняет основные моменты, которые принимались во внимание при работе над проектами последних семи лет.

Рассмотрим Первоочередные аспекты проектирования СОПТ.

СОПТ нельзя рассматривать вне контекста совокупности всех устройств, установленных на подстанции и призванных обеспечить надежное энергоснабжение потребителей в целом. Выбор тех или иных типов высоковольтных аппаратов, набор устройств вторичного оборудования и их типы диктуют и выбор конфигурации СОПТ. СОПТ должна соответствовать тем задачам, которые поставлены при проектировании подстанции целиком. Появление новых типов устройств дает новые возможности и выдвигает новые требования. С одной стороны, это возможность заложить в СОПТ новые качества, которые ранее невозможно было реализовать либо в силу громоздкости первичного оборудования, либо в силу недостаточного набора функций вторичного. С другой – это необходимость выполнения новых требований, бывших ранее не актуальными. Рассматривая в данном контексте построение СОПТ, хотелось бы остановиться на некоторых основных моментах, влияющих на выбор конфигурации СОПТ.

УСИЛЕНИЕ ФУНКЦИИ БЛИЖНЕГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ

На сегодняшний день мы имеем следующие предпосылки для ее реальной реализации, которыми было бы грех не воспользоваться:

- наличие у всех современных выключателей 110 кВ и выше двух электромагнитов отключения;
- принятое в качестве нормы наличие как минимум двух комплектов защит от всех видов короткого замыкания для всех присоединений 110 кВ и выше;
- наличие для всех выключателей 110 кВ и выше устройств резервирующих их отказ или отказ их схемы управления;
- снижение величины толчковой нагрузки. Ее величина на сегодняшний день определяется применением современных элегазовых выключателей с токами на включение и отключение порядка 1–5,5 А на один электромагнит (вместо сотен ампер для масляных выключателей и нескольких десятков ампер для воздушных);
- снижение величины постоянной нагрузки. Использование микропроцессорных устройств РЗА и У позволило снизить потребление на одно присоединение до 0,5–1 А. При этом основными потребителями по постоянному току являются не сами микропроцессорные терминалы, потребляющие 0,1–0,2 А, а резисторы шунтирующие высокоомные дискретные входы терминалов (на сегодняшний день такое шунтирование является единственным вариантом своевременного выявления появления «земли» в их цепях).

Из всего вышеперечисленного вытекают следующие решения в части питания постоянным оперативным током:

Бесплатная электронная версия журнала предоставлена компанией «ЭКРА». Другие номера журнала на сайте редакции: www.energyexpert.ru

ЭКРА

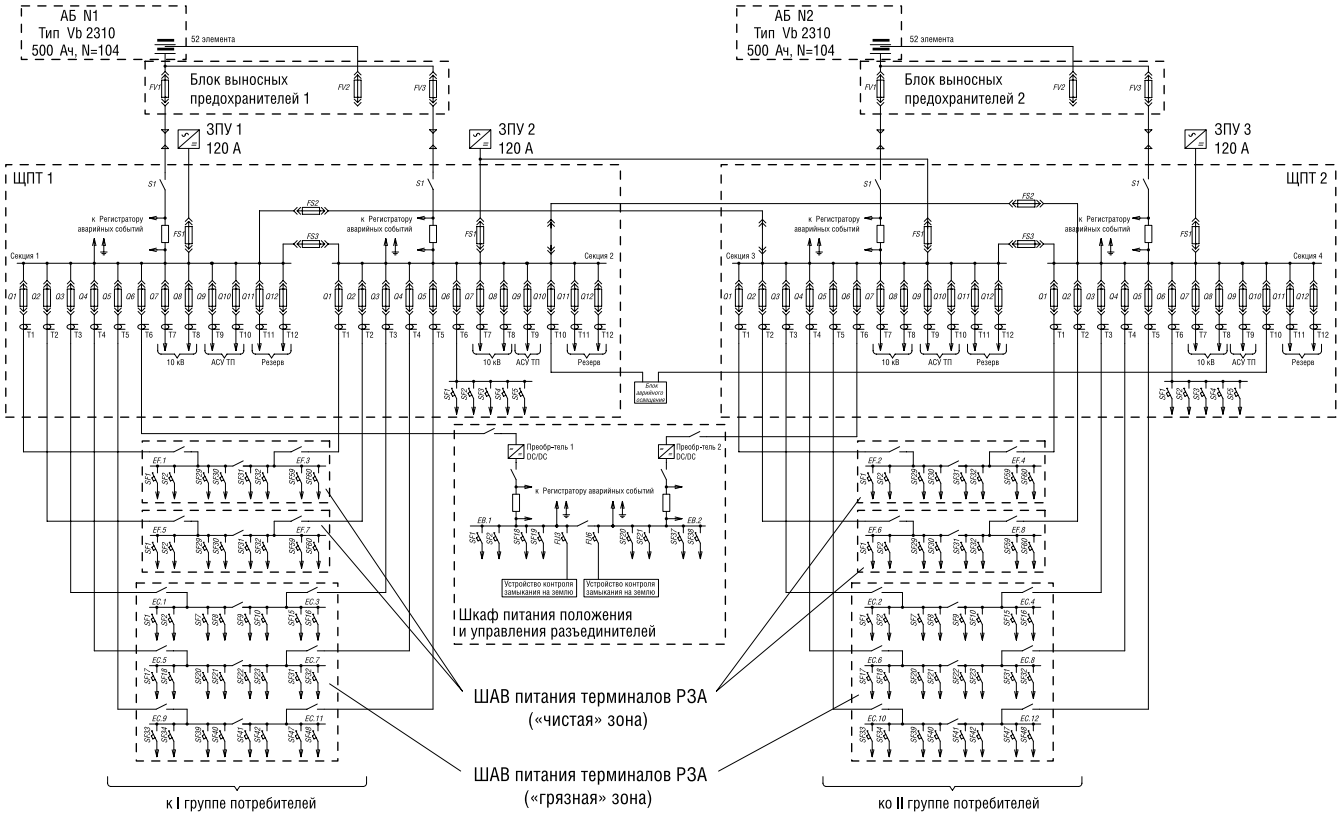

Рис. 1. Однолинейная схема СОПТ ПС 500кВ Фермопильская.

■ снижение величины постоянной и толчковой нагрузки по цепям питания оперативного постоянного тока позволило отказаться от применения аккумуляторных батарей (АБ) большой емкости и от более дорогих АБ, способных обеспечить толчковые токи в несколько сотен ампер. И, как результат всего этого, позволило за те же деньги установить вместо одной АБ две, каждая из которых была бы способна нести полную нагрузку ПС и резервировать другую АБ. При этом снижение нагрузки позволило увеличить и время автономной работы СОПТ при потере питания переменного тока с величины 0,5 часа, принятого для подстанций, спроектированных до 2000 г., до двух часов, для подстанций нового поколения. Увеличение времени автономной работы СОПТ особенно актуально при реализации требования заказчика (ОАО «ФСК ЕЭС») иметь возможность эксплуатировать подстанций без постоянного оперативного персонала;

■ снижение толчковой нагрузки позволило отказаться от использования громоздких схем АБ с концевыми элементами, значительно упростив схемы ЩПТ, продублировать выводы от АБ, упростить схемы их подзаряда и применить автоматизированный контроль их емкости;

■ разделение СОПТ на две по возможности взаимно независимые части (рис. 1). К такому разделению можно отнести:

- для всех подстанций 220 кВ и выше и подстанций 110 кВ, имеющих большое количество присоединений (более 8) и сборные шины на высоком напряжении – применение двух аккумуляторных батарей (АБ);
- для более мелких подстанций – наличие двух и более выводов от одной АБ со своими индивидуальными головными защитными устройствами и секциями ЩПТ;
- разделение всех устройств РЗА и У на две группы устройств с учетом того, что при потере одной из них полностью сохраняются основные функции РЗА и У подстанции. Подключение каждой из этих групп к своей АБ или своей секции ЩПТ;
- распределение всех индивидуальных автоматических выключателей по двум группам шкафов (ШАВ) по принадлежности их к первой или второй группе. Резервирование секций каждого ШАВ только в пределах одной АБ;
- распределение всех кабелей, идущих от релейного щита к высоковольтным выключателям, трансформаторам тока, силовым трансформаторам по двум группам кабельных каналов с учетом того, что при потере одного из них полностью сохраняются основные функции РЗА и У подстанции;

■ наличие в пределах одной подстанции двух взаимно резервирующих половинок СОПТ, двух комплектов РЗА и двух комплектов кабельных каналов, идущих к высоковольтным выключателям, двух электромагнитов отключения, в свою очередь, дает возможность отказаться от индивиду-

ЭКРА Бесплатная электронная версия журнала предоставлена компанией «ЭКРА». Другие номера журнала на сайте редакции: www.energyexpert.ru

Антонов Леонид Евгеньевич
Компания: ООО «Высоковольтные энергетические системы»
Должность: Начальник отдела РЗА и ВК
Образование: в 1976 году окончил НЭТИ (Новосибирский электротехнический институт)
Карьера: с 1976 до 1982 года работал наладчиком в Наладочном управлении треста «Электроуралмонтаж» до 1990-го работал старшим и ведущим инженером в службе РЗ ЦДУ ЕЭС СССР до 2001-го работал замначальника СРЗ Октябрьских сетей Мосэнерго до 2007 г. работал начальником отдела ВК ОАО «Институт «ЭСП», принимал участие в разработке проектов по ВК и СОПТ для подстанций «Белозерская» 750 кВ, «Беркут» 500 кВ, «Ленинградская» 75 кВ, «Бескудниково» 500 кВ, «Чагино» 500 кВ, «Очаково» 500 кВ, «Шагол» 500 кВ, «Восточная» 330 кВ

альных для каждого устройства РЗА и У устройств оперативного или автоматического перевода питания на разные АБ. Отказаться от этих ключей перевода и схем АВР, на клеммах которых присутствует одновременно напряжение от двух АБ или двух секций питания и на которых существует вероятность получить КЗ одновременно на напряжении этих двух источников. Конечно, данное решение может быть пересмотрено при появлении устройств, значительно снижающих вероятность возникновения такого вида КЗ;

■ важным требованием при распределении нагрузки на две части является то, что питание терминала и питание устройств, на которые он действует, было выполнено от одного и того же источника питания. Так, если первый комплект защит имеет питание от первой секции первой АБ и действует на первый электромагнит отключения, то питание цепей первого электромагнита отключения должно быть выполнено от этой же секции.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ОПЕРАТИВНОГО ТОКА ОТ КЗ

Требования к защитным устройствам сети постоянного оперативного тока являются теми же, что и требования для всех устройств релейной защиты, а именно: надежность, селективность, чувствительность и быстродействие. Рассмотрим каждое из них подробнее и остановимся на объяснении принятых на сегодняшний момент вариантах.

Исходя из опыта проектирования, уровень токов КЗ определяется ЭДС АБ, ее внутренним сопротивлением, сопротивлением проводов кабелей, сопротивлением защитных устройств и контактных соединений и видом короткого замыкания (металлическое или дуговое). Величина токов КЗ составляет 1,5–5 кА для ЩПТ, 0,5–2,5 кА для ШАВ, 100–1000 А для устройств, установленных на релейном щите, и 80–300 А при КЗ в шкафах вторичной коммутации высоковольтных выключателей. Учитывая эти величины, требования к защите и номенклатуру выпускаемых на сегодняшний момент ведущими производителями низковольтной аппаратуры защитных аппаратов, видится целесообразным принять систему защиты с количеством уровней не более четырех.

Первый уровень – защита кабеля идущего от блока выносных предохранителей (рис. 2) до ЩПТ, шинок ЩПТ и резервирование защитных устройств второго уровня. В качестве защитного устройства для первого уровня целесообразно применять предохранители, установленные в мультиблоки, разнесенные в пространстве по полюсам. Применение предохранителей на этом уровне обуславливается:

■ исключительно низкой вероятностью возникновения КЗ в зоне их действия и соответственно редкой необходимостью их замены;

■ высокой надежностью предохранителя, установленного в каждый полюс, и взаимным резервированием их по полюсам;

■ высоким быстродействием при достаточной чувствительности, позволяющим отключить КЗ на защищаемой секции ЩПТ без перезагрузки микропроцессорных устройств, подключенных к другой секции этого ЩПТ (время срабатывания не превышает нескольких миллисекунд);

■ эксплуатацией мультиблоков, без дополнительных защитных средств;

■ исключением необходимости периодических проверок.

Второй уровень – секционные предохранители ЩПТ. Данный уровень защиты вводится в работу при необходимости выполнить ремонтные работы в блоке выносных предохранителей и на кабеле, идущем от него до секции ЩПТ, и предназначен для сохранения в работе питающей секции ЩПТ при КЗ на питаемой секции.

Третий уровень – защита кабелей, отходящих от ЩПТ, и секций, расположенных в ШАВ, и резервирование защитных устройств четвертого уровня. В качестве защитных устройств для третьего уровня целесообразно применять также предохранители, установленные в мультиблоки. В одном мультиблоке должны быть размещены предохранители одного присоединения обоих полюсов. Все доводы, приведенные в пользу применения предохранителей для первого уровня, применимы и для применения их на третьем уровне. В дополнение к этому можно еще добавить и удобство замены самих современных мультиблоков, которая не требует снятия напряжения с секции ЩПТ.

Четвертый уровень – защита кабелей, отходящих от ШАВ, и питаемых устройств. В качестве защитного устройства для четвертого уровня целесообразно применять модульные автоматические выключатели (АВ) постоянного тока, снабженные электромагнитным расцепителем и тепловым элементом. Сеть, которую защищают эти устройства, составляет более 95 % всех вторичных цепей постоянного тока. Количество их на порядок превышает количество предохранителей СОПТ. Вероятность возникновения КЗ в зоне их действия велика не только из-за ее протяженности, но и по причине нахождения большой ее части в более экстремальных условиях. Отсутствие защитных аппаратов более низкого уровня и в связи с этим отсутствие необходимости проверки АВ на селективность с этим уровнем. Большое внутреннее сопротивление этих АВ 0,1–0,4 Ом на полюс для АВ номинала 6–2 А позволяет более четко определять место КЗ по величине тока. Возможность оперативному персоналу повторно подать напряжение на отключившееся оборудование без каких-либо задержек. Все это обуславливает выбор в качестве защитных устройств этого уровня АВ.

Бесплатная электронная версия журнала предоставлена компанией «ЭКРА». Другие номера журнала на сайте редакции: www.energyexpert.ru

Всех потребителей постоянного оперативного тока можно разделить на две группы, для каждой из которых более подходят свои типы АВ.

Одна группа – это микропроцессорные терминалы и цепи, проложенные в пределах здания релейного щита (РЩ). Эта группа характеризуется короткими кабельными связями и, соответственно, достаточно большими величинами токов короткого замыкания, низким потреблением в нормальном режиме и пусковыми токами, превышающими величины токов нормального режима в десятки раз. (Пусковой ток большинства микропроцессорных терминалов составляет около 10А.) Для этой группы подходят АВ с характеристикой «К», которые имеют кратность электромагнитного элемента 15–18 крат. Применение АВ с этой характеристикой позволяет выбрать их с номиналами 2–6 А. Это, в свою очередь, позволяет применить для защиты третьего уровня предохранители до 40 А и получить достаточную их чувствительность в зоне резервирования. Количество АВ на секции ШАВ в этом случае бывает ограничено только вместимостью ШАВ (30 шт. на секцию).

Ко второй группе потребителей надо отнести цепи управления высоковольтными выключателями, цепи газовой защиты трансформаторов и прочие цепи, уходящие за пределы здания РЩ. Низкие уровни токов КЗ, отсутствие пусковых токов большой кратности – это те характеристики, которые присущи этой группе. Для нее более подходят АВ с характеристикой «Z» (кратность 3,5–5). Номинал АВ этой группы зависит от величины номиналов электромагнитов выключателя и может составлять от 2 до 6 А. Проверка на чувствительность электромагнитного элемента этих АВ должна быть выполнена к дуговому КЗ в шкафу вторичной коммутации наиболее удаленного высоковольтного выключателя. При проектировании подстанций, имеющих значительные размеры, часто именно эта проверка является определяющей для выбора сечения жил кабеля, идущего к этому шкафу. Для обеспечения чувствительности предохранителей третьего уровня в зоне резервирования не рекомендуется компоновать секции с этими АВ количеством более 7–8 шт. В этом случае номиналы этих предохранителей не превышают 16 А и чувствительность обеспечивается.

РАЗДЕЛЕНИЕ СЕТИ ПИТАНИЯ УСТРОЙСТВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ

В предыдущем параграфе уже говорилось о разделении всех потребителей с точки зрения выбора предохранителей и АВ. В определенной мере это разделение повторяется и при рассмотрении вероятности возникновения электромагнитных помех различной величины. Естественно, что устройства, подключенные к кабелям, проходящим по ОРУ, имеют большую вероятность быть поврежденными от электромагнитных помех, чем устройства, не имеющие с ними коротких связей. С этой точки зрения имеет смысл организация СОПТ таким образом, чтобы электромагнитная помеха запредельной величины, возникнув на ОРУ, распространялась по сети постоянного оперативного тока, преодолевая индуктивное сопротивление кабеля, идущего на релейный щит через минимально возможное количество устройств микропроцессорной техники, попадала на шины ЩПТ и далее имела максимальное ослабление, шунтируемая емкостью АБ.

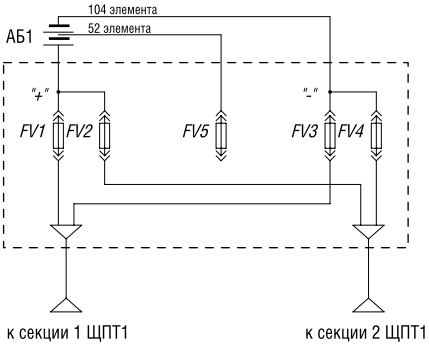

Рис. 2. Блок выносных предохранителей.

Для реализации этого положения СОПТ должна быть разделена по цепям вторичной коммутации на две зоны: «чистую», от которой имеют питание все микропроцессорные устройства и цепи, не выходящие за пределы здания релейного щита, и «грязную», от которой питаются все цепи управления высоковольтных выключателей. Электрическое объединение этих двух зон допускается только в непосредственной близости от АБ. Реально это может быть реализовано в следующих решениях (рис. 1):

- блок выносных предохранителей (рис. 2) требуется устанавливать в непосредственной близости от помещения АБ. Желательным вариантом является его установка на внешней стороне стены АБ, отделяющей его от остальных помещений здания. В проектах немецкой фирмы IMB, занятой разработкой и производством СОПТ, блок выносных предохранителей устанавливается непосредственно в помещении АБ. В отечественных проектах такой вариант не допускается [2]. Такое решение обусловлено не желанием защитить кабель, идущий от АБ до ЩПТ, как это думают многие, а желанием применить кабель с минимальным индуктивным сопротивлением, позволяющим максимально использовать шунтирующий эффект АБ для снижения уровня электромагнитных помех, попадающих в СОПТ. Таковым может быть кабель минимально возможной длины (не более 20 м), в котором объединены жилы обеих полярностей (в проектах прошлых лет подключение АБ к ЩПТ выполнялось двумя одножильными кабелями с броней);

ЭКРА
Бесплатная электронная версия журнала предоставлена компанией «ЭКРА». Другие номера журнала на сайте редакции: www.energyexpert.ru

■ применение отдельных ШАВ для «чистой» и «грязной» зон;
■ электрическое объединение кабелей питания «чистой» и «грязной» зон выполнять только на шинах ЩПТ;
■ подключение блоков питания терминалов и цепей, проходящих по зданию РЩ к АВ «чистой» зоны, а остальных цепей дискретных входов и выходов тех же терминалов к «грязной» зоне;
■ применение для секций «грязной» зоны количества АВ не более 8.

Фактически такое разделение совпадает с разделением, выполненным с точки зрения выбора защитных устройств.

РАЗДЕЛЕНИЕ СЕТИ ПИТАНИЯ УСТРОЙСТВ ПО РАЗНЫМ УРОВНЯМ НАДЕЖНОСТИ

В проектах прошлых лет уже встречалось такое разделение устройств. Например, для питания РЗА и цепей сигнализации применялись разные АБ. Для питания цепей оперативной блокировки разъединителей использовались выпрямительные устройства и т.д. В определенной мере это разделение повторяется и при рассмотрении различных уровней надежности, предъявляемых к работе устройств, имеющих питание от АБ. Естественно, что цепи оперативной блокировки разъединителей подвержены возникновению замыканий на землю более, чем цепи РЗА. В проектах прошлых лет именно по этой причине не допускалось иметь общие источники питания для этих устройств с качественно различными требованиями по надежности. В противном случае пришлось бы увеличить затраты на приведение к уровню надежности релейной защиты цепей оперативной блокировки либо согласиться с тем, что такое решение снижает надежность релейной защиты. И до тех пор, пока цепи оперативной блокировки использовались только по своему единственному предназначению, питание их допускалось от отдельных выпрямительных устройств, имеющих низкую надежность. Отказ от «слепой» электромагнитной блокировки, дающей только два ответа – разрешено управление разъединителем или нет, в пользу «интеллектуальной» микропроцессорной, позволяющей еще и получить ответ на вопрос – почему управление запрещено, логически очевиден, как и последующее желание использовать собранную информацию о положении всех коммутационных аппаратов в АСУ ТП и в других устройствах. Но в этом случае надежность выпрямленного оперативного тока оказывается уже недостаточной, и опыт эксплуатации на ПС Белозерская 750 кВ это подтвердил. Так как задача повышения надежности вторичных цепей разъединителей на сегодняшний день не решена, приходится повышать надежность их питания без электрического объединения их с цепями релейной защиты. Для подстанций 500 кВ Московского кольца эта задача была решена установкой дополнительных DC/DC конверторов, имеющих питание от АБ. В этом случае вероятные замыкания на землю в сети сбора информации от разъединителей уже никак не могли повлиять на работу РЗА. В данном варианте возникает также возможность оперативного переключения присоединения с замыканием на землю на питание от этих преобразователей, без опасения иметь неправильную работу РЗА по причине двойного замыкания на землю. Другим альтернативным решением этой задачи может быть вариант питания выпрямительных устройств от источника бесперебойного питания. Но последний вариант более дорогостоящий как по цене применяемого оборудования, так и при эксплуатации.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Часть особенностей использования микропроцессорной техники нами уже был рассмотрен в предыдущих параграфах. К сказанному нужно добавить следующее: не рекомендуется размещение нескольких автоматических выключателей в шкафах с микропроцессорными защитами. Нарушение этого правила может привести к неправильному действию защит, сохраняющих свое питание в момент отключения автоматическим выключателем токов КЗ соседней цепи. Из этого правила вытекает решение применения шкафов с автоматическими выключателями.

Как и при эксплуатации всякого микропроцессорного устройства, при эксплуатации терминалов РЗА необходимо учитывать время перезагрузки их после перерыва в питании оперативным током. Такими незапланированными перерывами могут быть короткие замыкания в СОПТ длительностью более 50 мс со снижением напряжения более чем до 0,5 $U_{ном}$. Хотя в паспортных данных на все терминалы дается величина нормальной работы устройства не менее 0,7 $U_{ном}$, в письменных ответах на запросы ОАО «Институт «ЭСП» было получено подтверждение и от фирмы Siemens, и от фирмы ABB, и от фирмы Alstom, и от НПО «ЭКРА», что значение величины напряжения, при котором терминал продолжает нормально работать, равно 0,5 $U_{ном}$. Расчеты по всем проектируемым подстанциям, в которых автор принимал участие, подтверждают реальность выполнения этих требований при условии использования вышеназванных защитных устройств.

Эта же особенность диктует и выбор принципа поиска замыканий на землю в цепях СОПТ. Если ранее поиск фидера с поврежденной изоляцией можно было осуществить кратковремен-

Бесплатная электронная версия журнала предоставлена компанией «ЭКРА». Другие номера журнала на сайте редакции: www.energyexpert.ru
ЭКРА

ным снятием с него напряжения, то теперь такой метод может привести к потере устройства защиты на время его перезагрузки. Поэтому в настоящее время для поиска «земли» применяются устройства, позволяющие определить поврежденный фидер, питающий микропроцессорные терминалы без его отключения.

РЕЖИМ РАБОТЫ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА И ПОИСК «ЗЕМЛИ»

Многолетний опыт работы сети постоянного тока в режиме изоляции от «земли» позволяет рекомендовать его и для подстанций нового поколения. Однако наличие микропроцессорных терминалов создает и здесь свои особенности. Дело в том, что дискретные входы этих терминалов имеют сопротивление около 100 кОм, что бывает порой соизмеримо с величиной изоляции полюса сети постоянного тока относительно «земли» и является препятствием для своевременного обнаружения современными устройствами контроля изоляции опасного снижения изоляции в этой цепи. Наличие такой «земли» может с большой вероятностью привести к неправильной работе устройства. Для этого достаточно дождаться снижения изоляции на «+» сети АБ. Причем совершенно не имеет значения, в каком месте возникнет эта вторая «земля». В настоящее время единственный способ своевременного выявления таких повреждений – шунтирование дискретных входов терминалов резисторами номиналом 10 кОм. Целесообразным можно считать шунтирование не всех входов, а только тех, чье срабатывание может привести к ложному действию защиты и отключению первичного оборудования. К названным цепям можно также добавить и цепи, идущие с улицы на релейный щит. Недостатком такого решения является дополнительная нагрузка на обслуживающий персонал в части контроля исправности этих резисторов и увеличение потребления по цепям питания постоянным оперативным током.

В настоящее время в проектах по СОПТ нашли применение два варианта поиска «земли» без отключения питания. Первый связан с наложением на постоянный ток переменной составляющей гипернизкой частоты амплитудой около 20 В с контролем ее растекания либо стационарно установленными на отходящих фидерах специальными трансформаторами тока, либо переносным устройством. К таким устройствам можно отнести устройство фирмы «Bender», устройство «Сапфир» производства фирмы «Белэнергоналадка» и устройство «МикроСРЗ», разработанное МЭИ. Последнее, за счет применения датчиков особой конструкции, обладает в отличие от первых двух более качественной отстройкой от помех и чувствительностью, независимой от емкости сети. Использование этих устройств требует применения дискретных входов с напряжением срабатывания не менее 132 В. В противном случае работа устройства поиска «земли» может спровоцировать их искусственное срабатывание. Вторым вариантом поиска «земли» можно считать применение схем, позволяющих поочередно без перерыва питания перевести контролируемые фидера на источник оперативного тока, гальванически развязанный с цепями АБ. Названная схема спроектирована отделом вторичной коммутации института «ЭСП». Устройство изготовлено фирмой «IMB» и применено на подстанциях 500 кВ Московского кольца.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ СОПТ

К альтернативным вариантам организации СОПТ, имеющим существенные отличия от описанной выше системы, можно отнести СОПТ, выпускаемую фирмой «Стройэнергосервис» и применяемую преимущественно на подстанциях бывшего «Мосэнерго», и систему распределенного питания, до сих пор еще существующую только в нереализованных замыслах проектировщиков и не до конца продуманных, нечетких требованиях ОАО «ФСК ЕЭС».

СОПТ СТРОЙЭНЕРГОСЕРВИСА

Отличительная черта данной системы – двухуровневая система защиты, состоящая из участковых предохранителей, подключенных напрямую к АБ, и индивидуальных автоматических выключателей. В основу этого решения заложен тезис: «основой надежности СОПТ является исключительно высокая надежность ЩПТ и АБ». Действительно, КЗ в любой части СОПТ, кроме шинок ЩПТ АБ и кабеля, их связывающего, вызывает обесточивание только части потребителей и будет ликвидировано резервирующим действием защитных аппаратов. И лишь КЗ в обозначенной зоне ведет не только к обесточиванию как минимум половины потребителей постоянного тока, но и не имеет резерва в защитных устройствах. Поэтому если спроектировать ЩПТ таким образом, что вероятность КЗ в нем будет снижена в определенное количество раз, то надежность системы в целом возрастет во столько же. Для реализации этого тезиса в ЩПТ «Стройэнергосервиса» используется разнесение участковых предохранителей плюса и минуса по разным шкафам. Данное решение, по замыслам авторов, исключает вероятность КЗ в зоне питания участковых предохранителей, что является плюсом в данном решении. Но для того чтобы подать или снять напряжение на каком-то участке, в этом случае необходимо выполнить операции с двумя предохранителя-

ЭКРА
Бесплатная электронная версия журнала предоставлена компанией «ЭКРА». Другие номера журнала на сайте редакции: www.energyexpert.ru

ми, разнесенными по разным шкафам, что является минусом данного решения.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СОПТ

Причина поиска решения создания таких систем – применение их в зарубежных энергосистемах и желание снизить общие затраты на строительство подстанции. Причиной отсутствия аналогичных систем в отечественной практике может быть неочевидность экономического эффекта их применения, возможность решения всех до сих пор возникавших вопросов СОПТ традиционным способом и отсутствие какого-то опыта в этом вопросе. Несомненно, что создание распределенной СОПТ не должно быть простым разукрупнением одной большой системы. В этом вопросе требуется некая идея, которая на сегодняшний день пока что отсутствует.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конечно же, хотелось иметь готовые типовые решения по затронутому вопросу. Но дело в том, что, несмотря на актуальность оптимизации расходов при новом строительстве или при реконструкции подстанций, в чем могли бы помочь готовые типовые решения, на сегодняшний день таковые отсутствуют. Их не может быть по той простой причине, что все существующие до 2000 года типовые проекты безнадежно устарели, а созданию новых препятствуют темпы появления все новых и новых устройств первичного и вторичного оборудования. Кроме того, все основные силы проектных организаций на сегодняшний день заняты рабочим проектированием, а не обобщением накопленного опыта. Появление принципиально нового оборудования требует разработки новых требований к системам питания. На сегодняшний день существует несколько вариантов рабочих проектов, выполненных «с колес» под конкретных производителей систем постоянного оперативного тока с некоторым обобщением этих решений в [1] и множество вопросов, которые еще предстоит решить, для того чтобы появилась возможность в дальнейшем обобщить весь накопленный материал в виде типового решения.

Данную статью хотелось бы позиционировать не как готовый рецепт построения систем постоянного оперативного тока, а всего лишь как небольшой очередной шаг в выборе оптимального решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с напряжением 35–750 кВ: СО153-34.20.122-2006.

2. Правила устройства электроустановок. Издание шестое, переработанное и дополненное, «Энергоатомиздат», 1998 г., Москва, Раздел 7.3.

420029, Россия, г. Казань, ул. Сибирский тракт 34, а/я 206
E-mail: zakaz@ibep.ru Тел/факс (843) 279-45-66, 279-45-68

www.ibep.ru Источник

ООО "Фирма "Источник" выпускает источники бесперебойного электропитания для обеспечения оперативным током на подстанциях с выходным напряжением 110В и 220В постоянного тока (аналоги ШОТ, ШУОТ) мощностью от 3кВт до 192кВт, выпрямители 110В и 220В мощностью 3000Вт.

Отличительные особенности:

- Резонансная технология делает модуль ведущим по эффективности и компактным по размерам
- КПД – 93%, коэффициент мощности – 99,99%
- Высокая частота преобразования 200кГц, низкие пульсации выходного тока
- Отсутствие наложенных переменных токов при заряде и разряде продлевает срок службы аккумуляторных батарей
- Широкий диапазон входного напряжения 90-300В на фазу
- Простая система установки выпрямительных модулей в сочетании с возможностью «горячей замены» делает их простыми и удобными в эксплуатации
- Полный мониторинг и управление на русском языке
- Активное выравнивание токов выпрямителей, параллельная работа до 64 модулей без дополнительных устройств
- Возможность резервирования всех компонентов системы. Селективное исключение из работы неисправных компонентов.

Сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям ГОСТ Р ИСО9001-2001
Сертификат соответствия продукции требованиям ГОСТ № РОСС RU.АИ50.Н14889

реклама

Релейщик

Издательский дом «Вся электротехника»

Журнал с абсолютной селективностью!

Получить бесплатно ознакомительный экземпляр: +7 499 157 50 59

Разместить рекламу: +7 499 157 35 36

Предложить материалы в номер: +7 499 157 56 75