

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ТЕРМИНАЛОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Внуков А.А.

Липецкие электрические сети ОАО «Липецкэнерго»

Сегодня в российской энергетике все активнее набирает обороты замена традиционных релейных защит на электромеханической элементной базе современными цифровыми устройствами, сочетающими в себе функции защиты, автоматики, управления и сигнализации. Специалисты спорят о том, хорошо это или плохо, но такова всеобщая тенденция. Опыт применения микропроцессорных устройств релейной защиты во многих энергосистемах позволил не только оценить их преимущества, но и выявить серьезные недостатки.

В микропроцессорных защитах предусмотрена возможность записи, а затем воспроизводства для анализа аварийной ситуации, режимов, непосредственно предшествующих аварии и в течение аварии. Цифровые устройства релейной защиты позволяют передавать всю информацию об их состоянии на удаленные диспетчерские пункты через специальные каналы связи, а также изменять конфигурацию комплектов защит и уставки срабатывания с помощью подключенного компьютера. Современные микропроцессорные устройства защит более чувствительны, чем их электромеханические аналоги. Кроме того, одно небольшое по размерам цифровое реле может заменить целую группу обычных электромеханических реле. Особенно это относится к сложным защитам типа дистанционных. Все это в совокупности с высокой надежностью позволяет существенно снизить величину ущерба от перерывов в электроснабжении.

Однако у микропроцессорных защит есть и недостатки. Цифровые системы релейной защиты, особенно сложные, например такие, как дистанционные, не всегда адекватно ведут себя при сложных авариях. Довольно часто наблюдаются случаи сбоев и неправильной работы сложных микропроцессорных защит в реальных условиях эксплуатации. Причем, если проверять такое реле на обычном лабораторном стенде при стандартных сигналах на его входах, то оно будет работать четко и надежно. Проблема заключается в том, что на таком стенде невозможно заранее симулировать все возможные комбинации и искажения сигналов, которые могут произойти в реальной ситуации. Невозможно заранее предусмотреть такие случаи и при разработке реле. Существует довольно странная, на первый взгляд, ситуация, при которой быстродействующие микропроцессорные защиты реагируют на аварийный режим гораздо медленнее, чем электромеханические. Это связано с тем, что, в

отличие от электромеханического или аналогового электронного реле, микропроцессорное реле работает с входными величинами дискретно. Многие реле имеют среди параметров для уставок множество таких, которые не являются однозначно необходимыми и только загромождают и без того сложную процедуру настройки реле. Следует учесть возможность преднамеренных дистанционных воздействий на микропроцессорную релейную защиту с целью нарушения ее нормальной работы. Также одним из основных недостатков цифровых терминалов защит является влияние на их работу электромагнитных возмущений. В релейных защитах на микропроцессорной элементной базе уровень полезных сигналов значительно ниже, чем в обычных устройствах. В свою очередь, уровень промышленных помех, которые неизбежно влияют на правильность функционирования защит, высок и постоянно растет. Это существенно снижает соотношение сигнал/помеха, во многом определяющее чувствительность микропроцессорных защит к электромагнитным возмущениям.

В связи с этим необходимо разработать стратегию перевооружения и определить место электронных защит: на каких объектах какие защиты ставить и в каком соотношении должны быть электромеханические и микропроцессорные защиты. Одним из методов повышения безотказности систем электроснабжения посредством улучшения работы релейной защиты является использование резервной защиты. Учитывая, что электромеханические устройства защиты, как утверждают практически все специалисты, более надежные, в практике следует предусмотреть дублирование микропроцессорных защит. Процессы в энергосистемах настолько сложны, что дублирование защиты аппаратами, работающими на разных принципах, вполне оправданны. Бессмысленно дублировать объект аналогичными защитами, поскольку в переходных процессах, которые могут происходить на нем, эти устройства будут вести себя совершенно одинаково. А вот когда второе дублирующее устройство работает на другом проверенном принципе (электромеханическое устройство), то это уже другой подход — грамотный.

В качестве примера были определены показатели безотказности участка сети (рис. 1, а). Проведя анализ однолинейной электрической схемы, были выделены типовые элементы: шины 6 кВ, разъединитель, масляный

выключатель, линейный разъединитель, кабельная линия 6 кВ и устройства релейной защиты. Каждый из элементов характеризуется отдельной моделью отказов, обусловленной конструкцией и особенностями эксплуатации. Результатом работы устройств защиты является управляющее воздействие на определенный коммутационный аппарат. В отношении надежности они образуют последовательную цепочку элементов (рис. 1, б).

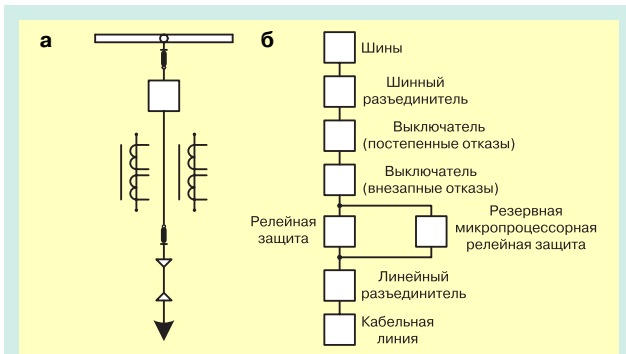


Рис. 1. Электрическая схема (а) и схема замещения (б) рассматриваемого участка сети

На рис. 2 представлены зависимости вероятности безотказной работы системы электроснабжения с резервной микропроцессорной защитой (кривая 1) и без ее использования (кривая 2). В качестве резервной защиты использовалось микропроцессорное устройство релейной защиты, автоматики и управления присоединений 6-35 кВ типа УЗА-10А 2.

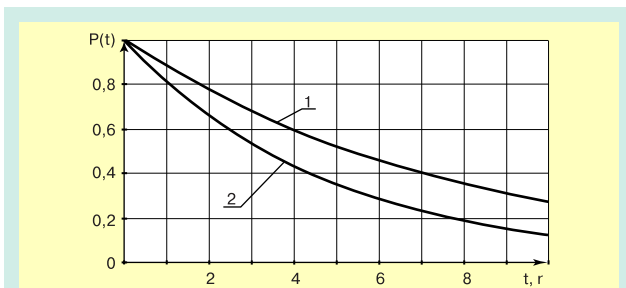


Рис. 2. Вероятность безотказной работы системы электроснабжения с резервной релейной защитой (1) и без ее использования (2)

Результаты вычислений показывают, что рассматриваемая схема электроснабжения потребителей обладает высокой надежностью. Применение резервирования системы релейной защиты позволяет еще больше повысить уровень безотказности всей системы. В современных условиях это более чем целесообразно. С применением резервирования происходит увеличение наработки на отказ системы, возникает запас времени на восстановление отказавшего оборудования. Интенсивность отказов системы снижается в 1,6 раза. Интенсивность восстановления увеличивается с $\bar{\mu} = 746$ для жесткой системы, до $\bar{\mu} = 869$ для системы с резервной микропроцессорной защитой.

Так, например, в течение интервала времени между техническим обслуживанием устройств релейной

защиты, равному 3 года, безотказность системы релейной защиты увеличивается на 20 %, а безотказность системы электроснабжения в целом на 14,4 %. Изменилась и вероятность работы системы. Она увеличилась на интервале времени 3 года в 1,27 раза.

На рис. 3, а представлена схема врезки микропроцессорной защиты во вторичные токовые цепи существующей релейной защиты (на электромеханической основе) линии 6-35 кВ. Следует отметить, что нагрузка на вторичные цепи трансформаторов тока увеличится незначительно, так как потребляемая мощность измерительных цепей плюс цепей питания микропроцессорной защиты составляет 2 В·А, а потребление существующих защит на электромеханических реле составляет около 2 В·А. При этом номинальная нагрузка трансформаторов тока составляет от 10 до 30 В·А. На рис. 3, б представлена схема врезки цепей управления силовым выключателем микропроцессорной релейной защиты в существующую схему автоматики. При этом мощность, потребляемая всей системой защиты, увеличится на 3-5 Вт, что незначительно.

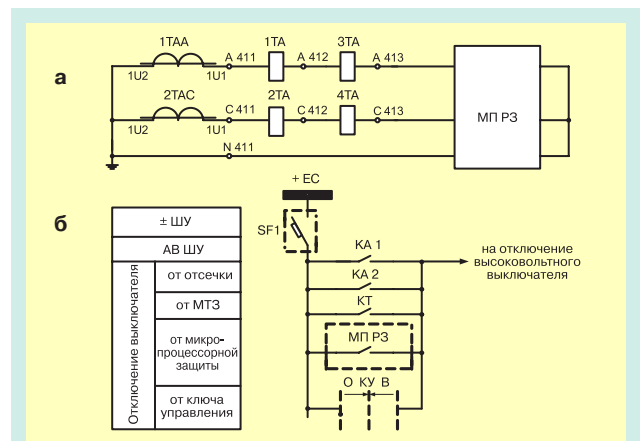


Рис. 3. Схема врезки резервной микропроцессорной защиты

а — в существующие токовые цепи; б — в существующие цепи управления силовым выключателем

В микропроцессорных защитах существует возможность измерения нормального и аварийного режимов. При применении таких устройств на всех ответственных участках сети отпадает необходимость в приобретении отдельного регистратора аварийных процессов. А это экономит около 300000 руб. Использование системы резервной микропроцессорной защиты позволит увеличить продолжительность интервалов между отказами срабатывания защит, а также снизит вероятность ложных срабатываний и излишних срабатываний. Это приведет к улучшению эффективности функционирования систем защит, а, следовательно, повысит вероятность безотказной работы системы электроснабжения.

В общем случае система резервирования защит должна выбираться с учетом сопоставления тяжести последствий отказа срабатывания защит, неотключения или медленного отключения коротких замыканий, от излишних отключений и их вероятности в конкретных условиях.