

Локализация однофазных замыканий на землю в кабельных сетях 6 – 35 кВ с ослабленной изоляцией

Манилов А. М., инж.

ООО «УК «Метрополия», Киев

Чижик П. А., инж.

ООО «Киевпромэлектропроект»

Показано, что в кабельных линиях напряжением 6 – 35 кВ остро стоит проблема ограничения перенапряжений при однофазных замыканиях на землю, количество которых достигает 70 – 90 % от общего числа повреждений. В этих сетях, особенно с ослабленной изоляцией, возможны одновременные замыкания на землю в двух разных точках сети — двойные замыкания на землю. Их возникновение маловероятно при наличии в сети селективной и быстродействующей защиты от однофазных замыканий на землю, работающей на отключение. В существующих кабельных сетях такие защиты в большинстве случаев отсутствуют, а имеющиеся — в основном неселективные, особенно в сетях с компенсацией емкостного тока. Поэтому вопрос локализации однофазных замыканий на землю актуален. Для локализации двойных замыканий на землю целесообразно использование токовых защит, действующих при КЗ.

Ключевые слова: кабельная линия, сеть с ослабленной изоляцией, однофазное, двойное, многоместное замыкания на землю, междуфазное КЗ с замыканием на землю, локализация однофазных замыканий.

В настоящее время с целью повышения надежности работы сетей напряжением 6 – 35 кВ ведутся интенсивные поиски путей ограничения перенапряжений и предотвращения феррорезонансных процессов, которые могут быть причиной перехода однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в двойные замыкания на землю (ДЗЗ), многоместные замыкания на землю (МЗЗ) и междуфазные КЗ с замыканием на землю (МКЗ). Одним из вариантов решения данной проблемы является применение высоковольтного и низковольтного резистивного заземления нейтрали [1 – 4], что позволяет эффективно снизить кратность дуговых перенапряжений при ОЗЗ и уменьшить вероятность возникновения феррорезонансных процессов. Увеличение активной составляющей тока ОЗЗ в режиме перемежающегося горения дуги может обеспечить ее принудительное устойчивое горение. При этом имеющиеся токовые защиты от ОЗЗ в установившемся режиме функционируют вполне удовлетворительно.

При отсутствии резистивного заземления нейтрали реагирующий орган любой защиты от ОЗЗ в случае перемежающегося дугового замыкания (ПДЗ) может вести себя не так, как при устойчивом замыкании. При ПДЗ напряжение и токи нулевой последовательности являются несинусоидальными величинами, которые содержат гармоники с частотами от единицы до тысяч герц. Поэтому реагирующий орган может не сработать в течение

всего времени ОЗЗ в режиме перемежающегося горения дуги. Выявление присоединения с ОЗЗ в режиме ПДЗ — задача, которая сегодня в полной мере не решена.

При возникновении ОЗЗ срабатывает неселективная сигнализация, после чего поиск ОЗЗ оперативным персоналом осуществляется методом последовательного отключения присоединений. Все это влияет на работу технологического оборудования потребителей и способствует переходу ОЗЗ в ДЗЗ, МЗЗ и МКЗ.

При ОЗЗ через большое сопротивление не исключается отказ в действии неселективной сигнализации. В кабельных сетях преимущество отдается сетям с изолированной или компенсированной нейтралью, в которых можно длительно не отключать поврежденное присоединение с ОЗЗ, однако это преимущество является кажущимся. До того как будет отключено поврежденное присоединение с ОЗЗ, не исключен его переход в указанные выше виды повреждений из-за перенапряжений, возникающих при неустойчивом горении дуги.

Для локализации ДЗЗ представляется целесообразным использование токовых защит, действующих при КЗ. Их применение при ОЗЗ, МЗЗ и МКЗ повышает надежность действия релейных защит, а для сетей без защиты от ОЗЗ является единственным способом локализации аварии.

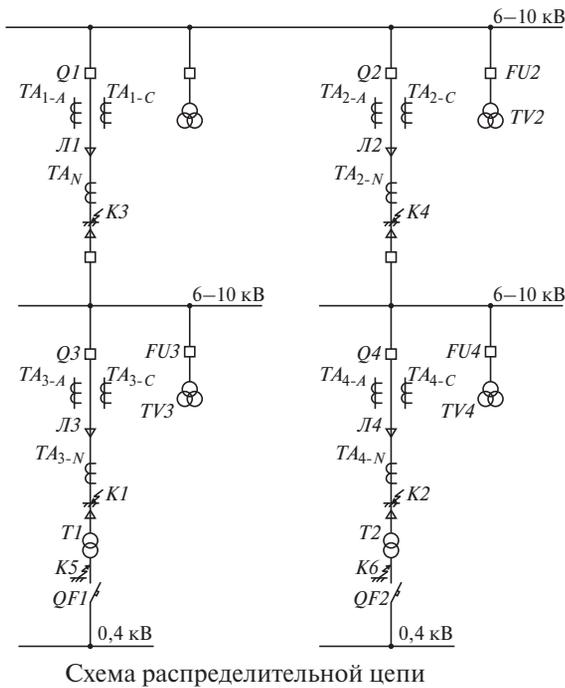


Схема локализации однофазных замыканий на землю с использованием токовых защит

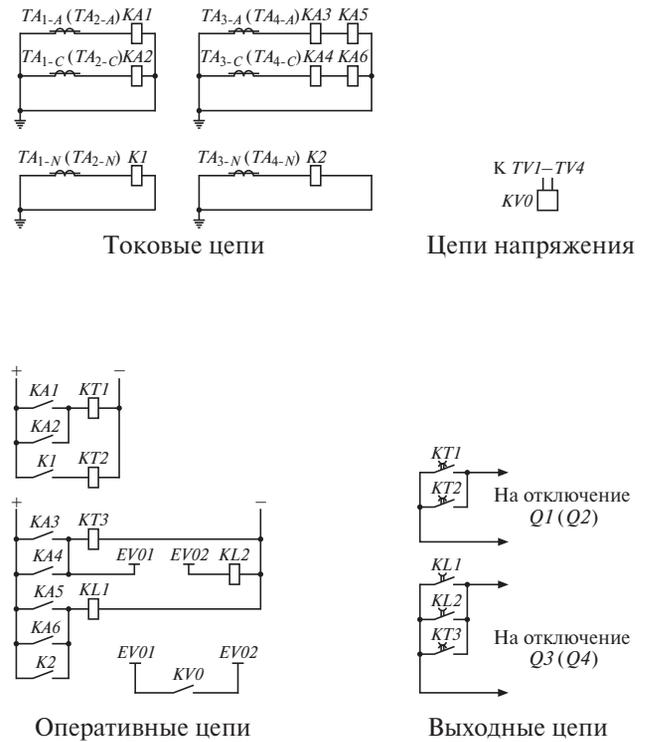
Токовые защиты выполняются с трансформаторами тока в фазах *A* и *C* и действуют на отключение поврежденных при соединений при ДЗЗ в указанных фазах. Однако не исключается возможность отключения одной из поврежденных линий даже при одинаковых выдержках времени токовых защит.

При ДЗЗ в фазах *B* и *C* поврежденное присоединение с ОЗЗ в фазе *B* не отключается. Неотключенная линия становится источником новых ДЗЗ, МЗЗ и МКЗ, поэтому для кабельных сетей с ослабленной изоляцией целесообразна установка трансформатора тока и в фазе *B*.

Для лучшего понимания того, как действуют токовые защиты в данных конкретных случаях, рассмотрим схему на рисунке. При ОЗЗ в точке *K1* (*K2*) срабатывает реле защиты *K2* от ОЗЗ, установленное на линии *Л3* (*Л4*), с действием на отключение выключателя *Q3* (*Q4*) после срабатывания реле *KL1*.

При отсутствии защиты от ОЗЗ или при отказе в ее срабатывании определение поврежденного участка осуществляется после срабатывания неселективной сигнализации повышения напряжения нулевой последовательности (*KV0* на рисунке).

Поиск ОЗЗ осуществляется методом поочередных отключений и включений всех присоединений на всех распределительных



устройствах, электрически связанных между собой.

В случае перехода ОЗЗ в ДЗЗ, например при ОЗЗ в фазе *A* (точка *K1*) и в фазе *C* (точка *K2*), срабатывает реле *KA3* (*KA4*) максимальной токовой защиты и (или) реле *KA5* (*KA6*) токовой отсечки, а также реле *KV0*, после чего срабатывают реле *KL1* и (или) *KL2*, отключая выключатели *Q3* и *Q4*. При этом не исключены отключение одного из выключателей раньше другого и переход ДЗЗ вновь в ОЗЗ.

Для отключения неотключенной при ДЗЗ линии с ОЗЗ действуют реле *KL1* и *KL2* с выдержкой времени 0,2 с на размыкание контактов.

При ОЗЗ в точке *K3* (*K4*) срабатывает реле *K1*, установленное на линии *Л1* (*Л2*), с действием на отключение выключателя *Q1* (*Q2*) после срабатывания реле *KT2* с выдержкой времени 0,3 с. В случае перехода ОЗЗ в ДЗЗ в фазах *A* (точка *K3*) и *C* (точка *K4*) срабатывает реле *KA1* (или *KA2*) МТЗ, затем реле *KT1*, отключая выключатель *Q1* (*Q2*) с выдержкой времени 0,8 с. Однако не исключена возможность отключения одного из выключателей раньше другого и переход ДЗЗ вновь в ОЗЗ. Для отключения неотключенной при ДЗЗ линии с ОЗЗ реле *KT1* действует на размыкание с выдержкой времени 0,2 с.

При ДЗЗ в фазах *A* и *B* или фазах *C* и *B* защита линии с замыканием в фазе *B* не действует, так как в ней не установлен трансформатор тока. В этом случае действует реле защиты *K1* при замыкании в точке *K3* (*K4*) или реле *K2* при замыкании в точке *K1* (*K2*).

При КЗ в точках *K5* (*K6*) за трансформаторами *T1* (*T2*) защиты от ОЗЗ не действуют.

Выводы

1. Для локализации ДЗЗ необходимо по возможности немедленное отключение обеих поврежденных линий с помощью токовых защит, использование которых дает возможность отключить неотключенное присоединение с ОЗЗ после перехода ДЗЗ в ОЗЗ, а следовательно, предотвратить последующий переход неотключенного ОЗЗ в ДЗЗ, МЗЗ и МКЗ.

2. Применение защит от ОЗЗ с использованием трансформаторов тока нулевой после-

довательности или без них способствует повышению эффективности электроснабжения.

Список литературы

1. Евдокимов Г. А. Выбор способа заземления нейтрали в сетях 6 – 10 кВ. — Электричество, 1998, № 1.
2. Повышение надежности работы карьерных сетей при однофазных замыканиях на землю / В. Ф. Сивкобыленко, В. К. Лебедев, А. В. Ковязин, Р. П. Сердюков. — Сб. науч. тр. ДонГТУ. Сер. Электротехника и энергетика. Вып. 9 (158), 2009.
3. Манилов А. М., Барна А. А., Мельник Д. А. Способ обеспечения чувствительности защит и улучшение условия ограничения перенапряжений при однофазных замыканиях на землю в электрических сетях 6 – 10 кВ с комбинированным заземлением нейтрали. — Электричество, 2013, № 9.
4. Манилов А. М., Мельник Д. А., Барна А. А. Защиты от ОЗЗ в сетях 6 – 35 кВ. Применение низковольтных резисторов для ограничения перенапряжений. — Новости электротехники, 2013, № 5/83.

pavlinachyzyk@gmail.com