

УДК 621.3

### Особенности работы РЗА в сетях с резистивно заземленной нейтралью

Лазаревич И. А.

Научный руководитель – к.т.н. ДЕРЮГИНА Е. А.

Наиболее частым видом повреждений в сетях 6–35 кВ являются однофазные замыкания на землю – ОЗЗ. Они нередко приводят к крупным авариям, сопровождающимся значительными ущербами. Замыкание фазы на землю в сетях такого напряжения могут привести к следующим неприятным последствиям:

- в сети появляются перенапряжения порядка 2,4–3,5 от фазного;
- возможны явления феррорезонанса;
- пробой изоляции статорной обмотки двигателей.

Если ОЗЗ длительно не отключается, существенно повышается вероятность возникновения пожаров. Характер процессов, протекающих в сети при ОЗЗ, в большой степени зависит от режима заземления нейтрали.

При ОЗЗ в сетях с заземленной через резистор нейтралью во всех присоединениях протекают собственные емкостные токи, а в поврежденном присоединении, кроме того, протекает активный ток, создаваемый резистором. Это принципиальное отличие позволяет решить две важные задачи:

- селективно определить поврежденное присоединение и незамедлительно принять меры по устранению повреждения;
- существенно ограничить уровень дуговых перенапряжений при ОЗЗ и исключить феррорезонансные процессы.

Введение резистивного заземления нейтрали сети снижает уровень перенапряжений и даёт хорошие предпосылки для построения эффективной релейной защиты от ОЗЗ. Эффективная защита от ОЗЗ позволяет снизить опасное влияние на аппаратуру воздействий, которые возникают при ОЗЗ. Это, в свою очередь, повышает надёжность работы аппаратуры и позволяет продлить срок их эксплуатации. Повышается также безопасность для людей и животных, которые могут оказаться в зоне падения провода воздушной ЛЭП.

В настоящее время применяются следующие основные разновидности защит от ОЗЗ:

- защиты, измеряющие напряжение нулевой последовательности;
- ненаправленные защиты, регистрирующие составляющую промышленной частоты тока нулевой последовательности;
- направленные защиты, реагирующие на составляющие промышленной частоты тока и напряжения нулевой последовательности;
- защиты, фиксирующие «наложенный» ток с частотой, отличной от промышленной;
- защиты, реагирующие на высокочастотные составляющие в токе нулевой последовательности, возникающие естественным путём;
- защиты, реагирующие на составляющие тока и напряжения нулевой последовательности в переходном процессе ОЗЗ.

С определёнными ограничениями перечисленные защиты могут применяться также и при резистивном заземлении нейтрали, однако, при этом имеется ряд особенностей, которые необходимо учитывать.

Защиты, измеряющие напряжение нулевой последовательности могут действовать на отключение линии с ОЗЗ в том случае, если от сборных шин подстанции отходит только одна линия.

В некоторых случаях необходимую эффективность можно обеспечить с помощью ненаправленных токовых защит нулевой последовательности. В первую очередь это относится к резистивно-заземлённым сетям и установкам с малыми ёмкостными токами. Если, например, речь идёт о защите кабельной сети собственных нужд электростанции, в которой установлен заземляющий резистор, а в месте ОЗЗ протекает активный ток резистора

порядка 35–40 А и ёмкостные токи отдельных присоединений не превышают нескольких ампер. Второй подобный случай – это внутрицеховые сети на предприятиях, где установлен дугогасящий реактор, но имеется большое количество присоединений с малым ёмкостным током. Устанавливают резистор с током 10–15 ампер и на большинстве присоединений устанавливают токовую защиту нулевой последовательности.

Гораздо более широкая область применения по сравнению с ненаправленными токовыми защитами у направленных токовых защит, реагирующих на основные гармонические составляющие токов и напряжения нулевой последовательности. Эти защиты отстроены от собственных ёмкостных токов защищаемых присоединений по направлению, поэтому их токи срабатывания обычно принимают более низкими, чем у ненаправленных токовых защит. Отдельным и очень важным вопросом, который требует особого внимания, является выбор уставок и проверки чувствительности таких защит.

Существенные сложности возникают в защите от ОЗЗ воздушных линий электропередачи. При обрыве провода такой ЛЭП в месте ОЗЗ иногда возникают переходные сопротивления порядка нескольких кОм. Напряжения и токи нулевой последовательности при этом сильно уменьшаются. Значения этих небалансов ограничивают минимальные ток и напряжение срабатывания защиты. Соответственно невозможно выполнить направленную токовую защиту от ОЗЗ, которая правильно работала бы во всех без исключения случаях. Выходом из создавшегося положения может служить комбинация защит, работающих на разных принципах. Например, совместно используют направленную токовую защиту нулевой последовательности и защиту, реагирующую на ток обратной последовательности.

#### Литература

1. Вайштейн, Р. А. Защита от замыканий на землю в компенсированных сетях / Р. А. Вайштейн, С. И. Головкин, В. С. Григорьев и др. // Электрические станции. – 1998. – № 7. – С. 26–30.
2. Шуин, В. А. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6–10 кВ / В. А. Шуин, А. В. Гусенков. – М. : НТФ «Энергопрогресс», 2001. – 104 с.
3. Дударев, Л. Е. Комплексная защита от замыканий на землю / Л. Е. Дударев, В. В. Зубков // Электрические станции. – 1981. – № 7. – С. 59–61.