

УДК 620.9

**Методы и средства ограничения токов короткого замыкания**

Бояровский Н. В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент СИЛЮК С. М.

Короткими замыканиями (КЗ) называют замыкания между фазами (фазными проводниками электроустановки), замыкания фаз на землю (нулевой провод) в сетях с глухо- и эффективно заземленными нейтральными, а также витковые замыкания в электрических машинах.

Короткие замыкания возникают при нарушении изоляции электрических цепей. Причины таких нарушений различны: старение и вследствие этого пробой изоляции, набросы на провода линий электропередачи, обрывы проводов с падением на землю, механические повреждения изоляции кабельных линий при земляных работах, удары молнии в линии электропередачи и др.

Короткие замыкания, как правило, сопровождаются увеличением токов в поврежденных фазах до значений, превосходящих в несколько раз номинальные значения.

Протекание токов КЗ приводит к увеличению потерь электроэнергии в проводниках и контактах, что вызывает их повышенный нагрев. Нагрев может ускорить старение и разрушение изоляции, вызывать сваривание и выгорание контактов, потерю механической прочности шин и проводов и т. п. проводники и аппараты должны без повреждений переносить в течение заданного расчетного времени нагрев токами КЗ, т. е. должны быть термически стойкими.

Протекание токов КЗ сопровождается также значительными электродинамическими усилиями между проводниками. Для защиты токоведущих частей и их изоляции от разрушения принимаются необходимые меры.

Рост генераторных мощностей современной энергосистем, создание мощных энергообъединений, увеличение мощностей нагрузок приводят с одной стороны, к росту электровооруженности и производительности труда, к повышению надежности и устойчивости электроснабжения, а с другой – к существенному повышению токов КЗ.

В настоящее время разработан комплекс мер, который позволяет регулировать уровни токов КЗ, ограничивать их при развитии электроустановок. Однако применение таких средств не является самоцелью и оправданно только после специального технико-экономического обоснования.

Наиболее распространенными и действенными способами ограничения токов КЗ являются: секционирование электрических сетей; установка токоограничивающих реакторов; широкое использование трансформаторов с расщепленными обмотками низшего напряжения.

Первый способ является эффективным средством, которое позволяет уменьшить уровни токов КЗ в реальных электрических сетях в 1,5–2 раза – секционирование электроустановки с целью ограничения токов КЗ.

Секционирование электрической сети обычно влечет за собой увеличение потерь электроэнергии в линиях электропередачи и трансформаторах в нормальном режиме работы, так как распределение потоков мощности при этом может быть неоптимальным. По этой причине решение о секционировании должно приниматься после специального технико-экономического обоснования.

Реакторы служат для ограничения токов КЗ в мощных электроустановках, а также позволяют поддерживать на шинах определенный уровень напряжения при повреждениях за реакторами.

Основная область применения реакторов – электрические сети напряжением 6–10 кВ. Иногда токоограничивающие реакторы используются в установках 35 кВ и выше, а также при напряжении ниже 1000 В.

Реактор представляет собой индуктивную катушку, не имеющую сердечника из магнитного материала. Благодаря этому он обладает постоянным индуктивным сопротивлением, не зависящим от протекающего тока.

Наряду с реакторами обычной конструкции в электроустановках находят применение сдвоенные реакторы. Конструктивно они подобны обычным реакторам, но от средней точки обмотки имеется дополнительный вывод. В случае применения сдвоенных реакторов источник может быть присоединен к средней точке, а потребители – к крайним, или наоборот.

Преимуществом сдвоенного реактора является то, что в зависимости от схемы включения и направления токов в обмотках индуктивное сопротивление его может увеличиваться или уменьшаться. Это свойство сдвоенного реактора обычно используется для уменьшения падения напряжения в нормальном режиме и ограничения токов при КЗ.

Особенности сдвоенного реактора определяются наличием магнитной связи между ветвями каждой фазы (взаимной индуктивности).

За счет взаимной индуктивности потеря напряжения в сдвоенном реакторе меньше, чем в случае обычного реактора с таким же индуктивным сопротивлением. Это обстоятельство позволяет эффективно использовать сдвоенный реактор в качестве группового.

Методы ограничения токов короткого замыкания:

- установка токоограничивающих электрических реакторов;
- распараллеливание электрических цепей, отключение секционных и шиносоединительных выключателей;
- использование понижающих трансформаторов с расщеплённой обмоткой низкого напряжения;
- отключающее оборудование – быстродействующие коммутационные аппараты с функцией ограничения тока короткого замыкания (плавкие предохранители и автоматические выключатели);
- внедрение устройств релейной защиты.

Устройства ограничения токов КЗ можно разделить на две группы:

- устройства ограничения уровня токов КЗ на сравнительно небольшую степень;
- устройства глубокого ограничения токов КЗ, обладающие высоким быстродействием и большим сопротивлением в режимах КЗ.

### Литература

1. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. – М. : Академа, 2004. – 304 с.
2. Маргулова, Т. Х. Атомные электрические станции / Маргулова Т. Х. – М. : Высшая школа, 2002. – 178 с.