

УДК 621.311

И.Р. ДЮКИН, аспирант (Вятский ГАТУ)
г. Киров

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В РАЗВЕТВЛЁННЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Введение. Системы передачи и распределения электрической энергии напряжением 6-35 кВ в России, в основном, обслуживают объекты сельского хозяйства, а также предприятия, связанные с добычей нефти и газа. Электроснабжение таких объектов осуществляется, как правило, посредством воздушных линий электропередачи (ВЛ) с изолированной нейтралью, что является характерной особенностью данных сетей. Ввиду значительного износа сетей, а также их относительно слабой изоляции, наблюдается высокий уровень аварийности и значительный риск электротравматизма.

Проблематика однофазных замыканий на землю. Анализ повреждаемости сетевых элементов показал, что воздушные линии напряжением 6-10 кВ являются наиболее уязвимыми частями системы. При этом до 80% всех инцидентов в этих сетях связано с однофазными замыканиями на землю (ОЗЗ). Несмотря на то, что сети с изолированной нейтралью могут продолжать функционировать в условиях ОЗЗ, это приводит к изменению рабочих режимов оборудования, росту фазных напряжений до линейных уровней, а также к появлению феррорезонансных явлений, что влечет за собой ухудшение условий электробезопасности и преждевременный выход из строя электрического оборудования.

Актуальность оперативного устранения ОЗЗ. В случае возникновения ОЗЗ в сетях, проходящих через населенные пункты, возникает дополнительная опасность для жизни и здоровья людей и животных из-за действия шагового напряжения в зоне замыкания. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭ) обязывают ликвидировать такие замыкания в кратчайшие сроки. На практике этот процесс включает определение наличия замыкания по сигналам «Земля в сети» на подстанциях и последующее отключение ветвей для выявления конкретного участка повреждения. Однако, учитывая протяженность ВЛ и сложность их структуры, этот процесс может затягиваться на значительное время, особенно при отсутствии визуально видимых повреждений на линии.

Современные методы поиска ОЗЗ. Существующие переносные приборы для поиска мест ОЗЗ анализируют электромагнитные поля (ЭМП) под ВЛ, поскольку при ОЗЗ наблюдается значительное увеличение пара-

метров ЭМП из-за нарушения симметрии фазных токов и напряжений. Современные приборы контролируют высшие гармоники тока, что позволяет минимизировать влияние тока нагрузки на результат измерений. Однако проблема выбора частоты рабочего диапазона остается актуальной, так как уровень высших гармоник может изменяться в зависимости от переходного сопротивления в месте замыкания.

Классификация приборов для поиска ОЗЗ. Переносные приборы для поиска места замыкания делятся на токовые и направленные. Токовые приборы позволяют определить место повреждения, анализируя токи нулевой последовательности, тогда как направленные приборы указывают направление к месту повреждения по анализу гармонических составляющих сигнала. Несмотря на широкое использование таких приборов в энергосистемах РФ (например, приборы «Поиск-1», «Волнам», «Квант», «ЗОНД»), они имеют ряд существенных недостатков, включая необходимость начинать поиск с питающей подстанции, сложности в определении ОЗЗ при сложных видах повреждений, а также невозможность точного поиска при отсутствии четких признаков повреждения на линии.

Недостатки современных приборов и их влияние на процесс поиска ОЗЗ. Специалисты, работающие с переносными приборами, часто отдают предпочтение старым моделям, таким как «ЗОНД», несмотря на их неудобство в эксплуатации из-за значительных габаритов и массы. Современные модели, такие как «Квант-К», обеспечивают определение амплитуды тока высших гармоник, но имеют ограничения по точности и удобству использования. Эти недостатки приводят к тому, что ремонтно-технические бригады нередко отказываются от использования приборов, полагаясь на визуальные признаки ОЗЗ, что значительно увеличивает время поиска и подвергает персонал опасности.

Требования к новым устройствам для поиска ОЗЗ. Для повышения эффективности поиска и обеспечения безопасности персонала требуется разработка нового типа переносных приборов, которые будут соответствовать следующим требованиям:

1. Простота в использовании, возможность эксплуатации электромонтёрами без специальной радиотехнической подготовки.
2. Применимость в условиях сельских электросетей 6-10 кВ.
3. Способность работать при токе нагрузки линии до 25 А.
4. Стабильность работы при температурных колебаниях от -40°C до +40°C.
5. Независимость показаний прибора от его расположения относительно линии.
6. Малый вес и компактные размеры прибора.
7. Наличие автономного источника питания.

8. Возможность оперативной проверки наличия замыкания на землю в любое время.

9. Удобство эксплуатации в ночное время благодаря наличию подсветки или люминесцентных меток.

Заключение. Решение проблемы оперативного поиска мест однофазного замыкания на землю в распределительных сетях напряжением 6-10 кВ требует создания новых переносных приборов, которые будут учитывать все перечисленные требования. Это позволит не только ускорить процесс поиска, но и повысить уровень электробезопасности обслуживающего персонала.

Список литературы:

1. Красных А. А. Электрозащитные средства и устройства контроля для воздушных линий электропередачи. Киров : [б. и.], 2004. 236 с.
2. Красных А. А., Кривошеин И. Л., Козлов А. Л. Переносные приборы для определения места однофазного замыкания на землю // Энергетик. 2015. № 11. С. 18–20.
3. Правила устройства электроустановок / Главгосэнергонадзор России. 7-е изд. М.: Изд-во ЗАО «Энергосервис», 2007. 610 с.
4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. 4-е изд., перераб. и доп. с измен. М.: Дизайн ПРО, 2008. 648 с.

Информация об авторах:

Дюкин Ильяс Рафаилевич, аспирант ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 610017, г. Киров, Октябрьский пр-т, 133, Lester0125@yandex.ru