

Использование индикаторов короткого замыкания в распредсетях 6 – 10 кВ¹

Тарасов К.В.
заместитель начальника ЧуГРЭС по реализации услуг
ПО ЧуЭС ОАО «МРСК Урала»-«Пермэнерго»

В последнее время очень остро стоит вопрос повышения надёжности энергоснабжения потребителей. Одним из примеров актуальности этой проблемы для всех энергетических сетей России стали масштабные аварии на воздушных линиях электропередач в конце 2010 - начале 2011 года. Основной причиной нарушения электроснабжения в России послужило падение деревьев и нависание обледенелых ветвей на линии электропередачи. Но решить проблему многочисленных аварий просто расширенной вырубкой лесополосы под линиями электропередачи не получится, тем более, что лесоохранные службы России периодически препятствуют в этом энергетикам. Во-первых, под воздействием аномальных гололедных образований, превышающих проектно-расчетные параметры, происходят обрывы проводов и выходит из строя оборудование подстанций. Во-вторых, помимо обледенения к аварийным ситуациям приводят и сильные ветры, способствующие обрыву проводов и падению опор, и слишком высокие температуры, которые все чаще бывают летом в средней полосе России, и многое другое.



Заметно ускорить восстановление электроснабжения и сократить число энергетиков, работающих на ликвидации последствий неблагоприятных погодных явлений, позволяет быстрая локализация очага аварии. Необходимо точно установить место обрыва провода или местоположение вышедшего из строя энергооборудования, а затем как можно скорее устранить неисправность, для чего подобрать и задействовать возможные резервные схемы подключения и произвести починку оборудования.

¹ Текст публикуется с сокращениями

Очевидно, что в энергетическую систему России необходимо продолжать внедрять приборы, способные оперативно указать место повреждения линии, вследствие чего, угроза длительного отключения электроснабжения из-за коротких замыканий будет сведена к минимуму. В настоящий момент существует недостаточная оснащённость интеллектуальными устройствами автоматической сигнализации электросетей среднего класса напряжений.

Электросети высокого класса напряжений (110-220 кВ) по степени оснащённости устройствами релейной защиты и автоматики, телемеханики автоматической сигнализации заметно отличаются от электросетей среднего класса напряжений (6-10 кВ). Распределительные сети 6-10 кВ, служащие для организации электроснабжения предприятий и различных населённых пунктов, имеют зачастую сложную разветвленную структуру. Кроме того, линии могут проходить по труднодоступным местам, пересекать реки, болотистую местность и другие места, подъезд к которым затруднен, особенно в осенне-зимний период из-за снегопадов и распутицы. В связи с этим особенно остро встает вопрос быстрого обнаружения места аварии на линии с минимальными перемещениями ремонтных бригад. Последние практически не оборудованы ни системами телемеханики, ни регистраторами аварий, ни микропроцессорными фиксирующими индикаторами, а ведь линии именно этого класса наиболее подвержены авариям такого рода. В целом оборудование, установленное в электросетях 6-10 кВ - менее интеллектуальное, нежели в сетях высокого напряжения: оно зачастую не определяет земляные и междуфазные короткие замыкания. Но определение типа короткого замыкания нередко заметно сокращает время ликвидации аварийной ситуации. Однако, в связи с большой протяженностью и высокой разветвленностью сетей низкого напряжения, установить дорогостоящее оборудование на каждую линию просто нет экономической возможности. К тому же осложняют ситуацию различные способы разветвления линий. Если от одной подстанции расходится несколько линий, то еще возможно оснастить ее оборудованием защиты сетей, но если разветвление идет преимущественно путем отпайки от одного, или нескольких фидеров, то определить конкретную точку КЗ с помощью оборудования, установленного на подстанции, невозможно.

Отыскание КЗ в распредсетях 6 – 10 кВ

В настоящее время для линий напряжения 6-10 кВ устанавливают на подстанциях приборы, которые представлены двумя основными видами. Это указатели прохождения тока короткого замыкания типа УТКЗ различных модификаций и интеллектуальные микроконтроллеры типа ИМФ и их аналоги. УТКЗ предназначены для фиксации и запоминания информации о прохождении тока короткого замыкания в электрических сетях напряжением 6-10 кВ. ИМФ и аналоги определяют и фиксируют аварийные токи и

напряжения, определяют расстояние до места аварии. Различные модификации этого прибора способны вести журнал с записью до 9 аварий и связываться с пользователем при помощи дисплея по протоколу MODBUS. Но все эти приборы, при их сравнительно небольшой стоимости, имеют один общий недостаток: они способны точно определить место аварии только на радиальных линиях. Из приборов, устанавливаемых непосредственно на опорах, только малая часть может самостоятельно связываться с диспетчерским пунктом, либо встраиваться в системы телемеханики. В большинстве случаев информацию об аварии можно получить при визуальном анализе состояния установленных приборов. При этом надо объезжать всю линию, что удобно только для линий с определенной топологией (например, короткие ответвления при длинном основном стволе).

Приборы для определения мест повреждения на ВЛ 6 – 10 кВ

Рассмотрим приборы, применение которых позволит энергетическим службам быстро обнаружить место повреждения и существенно сократить время простоя линии. Индикаторы короткого замыкания ИКЗ предназначены для определения направления поиска места короткого замыкания (КЗ) на воздушных линиях (ВЛ) распределительных электросетей 6/10/35 кВ, отключившихся в результате короткого замыкания.

Индикаторы короткого замыкания:

- устанавливаются непосредственно на опорах ЛЭП;
- в зависимости от модификации возможно считывать данные по беспроводному каналу связи/GPRS-каналу;
- сохраняют в памяти до 50 аварий;
- позволяют задавать параметры срабатывания;
- регистрируют земляные и межфазные типы аварий.

Рекомендуется устанавливать индикаторы на тех ответвлениях, суммарная протяжённость которых превышает 2 км. Индикаторы на стволе линии целесообразно размещать таким образом, чтобы на один индикатор приходилось порядка 5 км суммарной протяженности линии, включая те ответвления, на которых установка индикаторов не предусматривается.

Индикатор устанавливается на ближайшей к месту разветвления промежуточной опоре, ниже линии проводов. Для более быстрого поиска места повреждения рекомендуется устанавливать индикаторы в следующих местах:

- на линии с короткими ответвлениями индикаторы, как правило, устанавливаются по стволу линии за местом разветвления;
- на линии с коротким стволом и длинными ответвлениями индикаторы устанавливаются на ответвлениях вблизи мест разветвления;

– на линии с длинным стволом и длинными ответвлениями индикаторы устанавливаются в начале контролируемых ответвлений и на линии за местом разветвления.

Также рекомендуется устанавливать индикаторы до и после труднодоступных участков (река, лес, болото) и рядом с опорами с секционными выключателями, чтобы быстро определить и изолировать поврежденный участок.

Индикатор короткого замыкания ИКЗ-1

Направление поиска повреждения определяется путем анализа расположения индикаторов, зафиксировавших аварию. Состояние индикатора определяется визуально через смотровое окно в корпусе прибора. В случае фиксации аварии флажок индикатора повернут к наблюдателю стороной, окрашенной светоотражающим покрытием ярко-жёлтого цвета. Обратная сторона флажка окрашена в чёрный цвет. Наблюдение состояния индикатора может осуществляться с расстояния до 50 м от опоры, на которой установлен индикатор. В тёмное время суток для получения информации указатель необходимо осветить.



Индикаторы ИКЗ-1:

- обеспечивают повышение качества электроэнергии, отпускаемой потребителям;
- позволяют сократить время поиска повреждённого участка и ликвидации неисправностей на линии до 90%;
- экономически эффективны;
- легко устанавливаются и эксплуатируются;

- срок службы индикаторов составляет 10 лет;
- питание прибора обеспечивается с помощью емкостного отбора напряжения от двух фаз контролируемой линии через дополнительные изоляторы;
- порог срабатывания индикатора соответствует увеличению тока на 50-100А;
- мощность, потребляемая прибором, не превышает 0,01 Вт;
- время подготовки индикатора к повторному срабатыванию - не более 5 мин.;
- необходимая для срабатывания прибора длительность протекания тока при его двукратном превышении порога срабатывания составляет не менее 0,1 с;
- индикатор не срабатывает при повторных включениях линии в цикле неуспешного АПВ с бестоковой паузой более 5 с.

Индикаторы короткого замыкания ИКЗ-2

Дополнительно к функциям ИКЗ-1, в модификации ИКЗ-2 состояние индикатора можно определить с помощью переносного пульта. Расстояние связи между устройством и пультом не менее 300 м при прямой видимости и отсутствии помех в эфире. Питание ИКЗ-2 обеспечивается от внутренней батареи. Установленная батарея рассчитана на непрерывную работу прибора сроком не менее 7 лет (в режиме ожидания). Индикатор ИКЗ-2 сохраняет во внутренней памяти направление потока мощности, значения аварийных напряжений и токов, точное время КЗ. Указанные параметры сохраняются для пятидесяти последних аварий. Возможно дистанционное изменение порога срабатывания посредством беспроводного канала связи. Индикатор ИКЗ-2 постоянно работает в режиме пониженной потребляемой мощности (дежурный режим), переключаясь в нормальный режим работы при обнаружении датчиком бросков тока в линии или при обращении к ИКЗ-2 по беспроводному интерфейсу. Контроль работы индикатора и изменение внутренних настроек может производиться посредством беспроводного канала связи. Кроме того, используя переносной пульт в качестве передатчика, можно подключиться к индикатору через персональный компьютер. С помощью программы «ИКЗ-терминал» пользователь получает возможность считывать параметры зафиксированных аварий и менять настройки прибора.

Индикатор короткого замыкания ИКЗ-2М

Модификация ИКЗ-2М обладает встроенным GSM-передатчиком, что позволяет интегрировать данные в систему телемеханики. Прибор ИКЗ-2М для управления, настройки и считывания показаний использует GSM модуль, позволяющий передавать данные на диспетчерский терминал на больших

расстояниях. Система организована по принципу централизованной клиент-серверной сети, где приборы и диспетчерские терминалы являются клиентами для единого сервера данных. Передача данных от прибора серверу осуществляется через сеть Internet, для чего используется GPRS подключение. Подключение диспетчерского терминала к серверу может осуществляться через Internet, локальную сеть, или локальный сокет в зависимости от их взаимного расположения. Если данные между терминалом и сервером передаются через Internet, для повышения безопасности возможно использование защищённого канала VPN.

Сравнительные характеристики ИКЗ

В линейках ИКЗ-2 и ИКЗ-2М существуют модификации, индукционный датчик тока которых состоит из разного количества ферромагнитных сердечников. Эти модели фиксируют земляные и межфазные типы аварий, а также имеют более широкие, по сравнению с исходными модификациями, возможности анализа параметров аварий. Сравнительные характеристики приборов приведены в таблице.

	ИКЗ-2 ИКЗ-2М	ИКЗ-21 ИКЗ-21М	ИКЗ-22 ИКЗ-22М	ИКЗ-23 ИКЗ-23М
Тип регистрируемых аварий	Межфазная авария	Межфазная или земляная авария без определения вида аварии	Межфазная или земляная авария с определением вида аварии	Межфазная или земляная авария с определением вида аварии и фаз, в которых произошла авария
Виды воспринимаемых воздействий	Скачок тока вверх с падением напряжения	Скачок тока вверх с падением напряжения	Скачок тока вверх с падением напряжения	Скачок тока вверх с падением напряжения
		Небаланс токов с падением напряжения	Небаланс токов с падением напряжения	Небаланс токов с падением напряжения
		Небаланс токов без падения напряжения	Небаланс токов без падения напряжения	Небаланс токов без падения напряжения
	Превышение абсолютного порога по току		Превышение абсолютного порога по току	
Триггерные параметры	Время аварии с точностью до секунды	Время аварии с точностью до секунды	Время аварии с точностью до секунды	Время аварии с точностью до секунды

	Максимальные и минимальные токи и напряжения за время обработки аварии	Максимальные и минимальные токи и напряжения за время обработки аварии	Максимальные и минимальные токи и напряжения за время обработки аварии	Максимальные и минимальные токи и напряжения за время обработки аварии
	Текущие значения токов		Текущие значения токов	Текущие значения токов
			Оценочные значения токов небаланса между фазами	Токи небаланса между фазами
	Оценочное расстояние до места повреждения		Оценочное расстояние до места повреждения	Оценочное расстояние до места повреждения

Выводы

В ходе испытаний были имитированы различные типы КЗ. Приборы продемонстрировали:

- отсутствие ложных срабатываний;
- определение земляных КЗ;
- определение междуфазных КЗ;
- четкое разделение типов аварий.

Обобщая вышесказанное, хочется еще раз отметить, что индикаторы короткого замыкания ИКЗ:

- обеспечивают повышение качества электроэнергии, отпускаемой потребителям;
- позволяют сократить время поиска повреждённого участка и ликвидации неисправностей на линии до 90%;
- экономически эффективны;
- просты в установке и эксплуатации;
- обладают возможностью считывать данные по беспроводному каналу связи;
- встроенный GSM-передатчик позволяет интегрировать данные в систему Телемеханики;
- при питании от встроенных батарей время бесперебойной работы не менее 5 лет.

Список используемых источников

1. Федосенко Р.Я. Надежность электроснабжения.
2. Шабад М.А. Стратегия автоматизации распределительных сетей в России.
3. Демченко В.Т. Указатель места прохождения токов короткого замыкания в электрических сетях 6-10 кВ.
4. Овчинников А.А. Надежность распределительных электрических сетей.