



ограничителей перенапряжения от ЗАО «Полимер-Аппарат»

Реализованные решения и перспективы развития

Алексей ПАНОВ, заместитель генерального директора,
Александр ВОЛОВИЧ, заместитель главного конструктора,
ЗАО «Полимер-Аппарат»

Благодаря проведённым программам по модернизации электроэнергетики РФ, ограничители перенапряжений (ОПН) получили широкое распространение в схемах защиты от перенапряжений оборудования подстанций и высоковольтных линий (ВЛ). ОПН играют важную роль в защите гораздо более дорогостоящего оборудования и обеспечении бесперебойного электроснабжения потребителей.

Выход из строя ОПН, не обнаруженный до прохождения импульса перенапряжения, маловероятен, но возможен, и может привести к авариям и значительным экономическим потерям. Для того чтобы этого не случилось, проводится диагностика состояния ОПН, которая в основном необходима и технико-экономически оправдана для ограничителей на классы напряжения от 35 кВ и выше, поскольку:

- стоимость самого ограничителя и защищаемого им оборудования (от 35 кВ и более) значительно

выше стоимости оборудования, чем на классы напряжения 0,22—6, 10 кВ;

- характеристики ОПН на классы напряжения от 110 кВ с глухо- или эффективно заземлённой нейтралью рассчитываются на длительно приложенное рабочее фазное напряжение сети. ОПН на классы напряжения до 35 кВ, работающие в сетях с изолированной нейтралью, рассчитываются на длительно приложенное рабочее линейное напряжение. При этом ограничители работают под линейным напряжением только при однофазных или двухфазных КЗ, то есть ограниченное время, и ресурс варисторов исчерпывается меньше, чем в ОПН на классы напряжения от 35 кВ и выше.

О способах контроля ОПН в эксплуатации сказано достаточно много, и практически все фирмы, выпускающие ограничители перенапряжений, разрабатывают или свои приспособления для диагно-

стики, или применяют готовые. При этом все приспособления требуют наличия в конструкции ОПН изолированного основания или изолированного от нижнего фланца вывода с колонки варисторов. Это, естественно, усложняет и удорожает конструкцию, поэтому является ещё одним резонансом для систематического контроля ОПН в процессе эксплуатации только на классы напряжения от 35 кВ.

Поскольку непосредственное измерение текущих параметров ОПН, находящегося под высоким рабочим напряжением, затруднено, то чаще всего контролируются параметры, косвенно характеризующие состояние ОПН. Обычно контролируется количество разрядных импульсов, прошедших через ОПН, и ток утечки через ОПН, находящийся под рабочим напряжением. На основании анализа нескольких косвенных параметров, их динамики принимается решение о дальнейшей эксплуатации ОПН или его замене.

При этом качество анализа и правильность решения о замене ОПН во многом зависят от полноты данных, которые персонал получает от средств контроля состояния ОПН. Значение полного тока утечки ОПН мало информативно, так как оно содержит как активную составляющую, свидетельствующую о состоянии ОПН, так и паразитную ёмкостную составляющую. При этом паразитная ёмкостная составляющая многократно превосходит активную и зависит от внешних факторов (погоды, загрязнённости ограничителя и т.д.). Это приводит к тому, что изменение активной составляющей тока утечки теряется на фоне колебаний полного тока утечки, происходящего из-за изменения внешних условий.

Выделить активную составляющую тока утечки каждого ОПН одиночным устройством, установленным в шину заземления ОПН, не представляется возможным. Поэтому применяются приборы, проводящие гармонический анализ тока утечки и вычисляющие значение 3-й (150 Гц) и 5-й (250 Гц) гармоник, которые в большей степени характеризуют состояние нелинейных резисторов ОПН (варисторов), чем полный ток утечки. При этом на значение 3-й гармоники тока утечки влияет 3-я гармоника, присутствующая в сетевом напряжении. Изменение сетевого напряжения и степени присутствия 3-й гармоники в нём приводят и к изменению значения 3-й гармоники тока утечки ОПН. 5-я же гармоника в сетевом напряжении практически отсутствует. Таким образом, значение 5-й гармоники меньше остальных показателей зависит от внешних факторов, и её изменение в большей степени свидетельствует о состоянии ОПН.

ЗАО «Полимер-Аппарат» для замены устаревших приборов контроля тока утечки предлагает более удобный многофункциональный цифровой прибор контроля ОПН ИТУС-1 на современной элементной базе (рис. 1).

Прибор контроля ИТУС-1 имеет следующие преимущества перед другими аналогичными средствами измерения:

- встроенный счётчик разрядных импульсов, разделяющий импульсы средней и высокой мощности;
- измерение действующего значения 5-й гармоники тока утечки;
- для снятия показаний достаточно нажать кнопку на лицевой панели;
- в процессе снятия показаний отсутствует контакт персонала с токоведущими частями, которые могут оказаться под высоким напряжением при прохождении разрядного импульса.

При эксплуатации ОПН большое значение имеют не только цифры, полученные с приборов контроля состояния, но и динамика их изменения. Повреждение оболочки ОПН и разгерметизация не влияют на высокие гармоники тока утечки, но отражаются на полном токе. При этом, анализируя данные, полученные одновременно с нескольких ОПН, находящихся в одинаковых внешних условиях, можно выделить ОПН, отличающийся по своим параметрам от ряда аналогичных ОПН. Проследив за динамикой показаний, полученных с этого ОПН, можно сделать выводы о возможном снижении его ресурса, а также его работоспособности и надёжности.

В 2011 году ЗАО «Полимер-Аппарат» перед грозовым сезоном передало в опытную эксплуатацию приборы контроля состояния ОПН ИТУС-1 в шесть энергосистем России. В течение года данные приборы показали высокую надёжность, достоверность информации, простоту и удобство в эксплуатации. С 2012 года на энергетических объектах ПАО «Россети» уже находятся в эксплуатации более тысячи приборов мониторинга состояния ОПН ИТУС-1 (рис. 2).

Снятие показаний с традиционных датчиков ДТУ-УКТ и ИТУС-1 требует значительных временных затрат. Обслуживающий персонал должен обойти все установленные ОПН, снять показания с датчиков и подготовить отчётность для обработки. По этой причине данные с датчиков чаще всего

Рис. 1. Прибор контроля состояния параметров ОПН ИТУС-1



Рис. 2. Более тысячи приборов ИТУС-1 находятся в эксплуатации

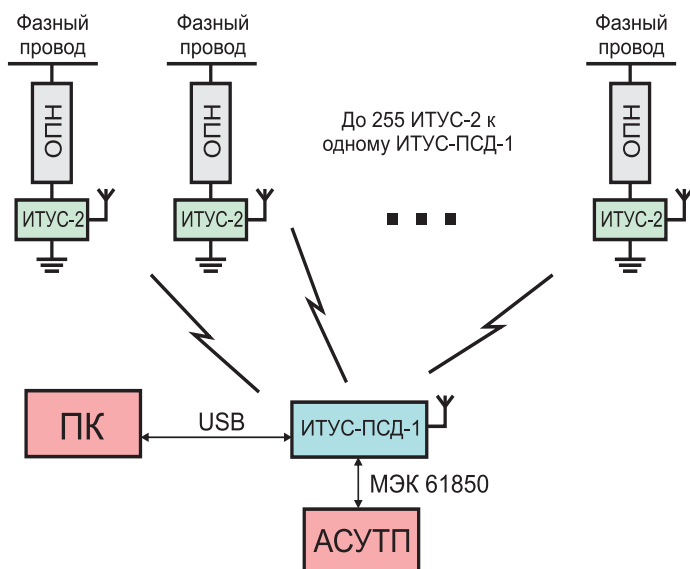


снимаются один раз в год — перед грозовым сезоном, как того требует нормативная документация. Анализ динамики изменения показателей в таких условиях проводить сложно — слишком мало данных. Да и процессы, которые могут привести к выходу из строя ОПН — происходят значительно быстрее, и по данным, получаемым один раз в год, их обнаружение маловероятно.

Для решения проблемы непрерывного отслеживания параметров ОПН ЗАО «Полимер-Аппарат» разработало прибор мониторинга состояния ОПН с беспроводной передачей данных ИТУС-2 (рис. 3).

ИТУС-2 позволяет контролировать полный ток утечки, его 1-ю, 3-ю и 5-ю гармоники, температуру

Рис. 3. Система мониторинга состояния ОПН со сбором данных по радиоканалу



окружающей среды, регистрировать случаи срабатывания ОПН, записывая дату и время прохождения разрядного импульса. Эти данные автоматически, один раз в сутки, передаются на пульт сбора данных ИТУС-ПСД-1 по радиоканалу. Пульт сбора данных эти значения сохраняет и по запросу передаёт либо в персональный компьютер через порт USB, либо в АСУ ТП подстанции по протоколу МЭК 61850.

SCADA-система АСУ ТП подстанции, приняв данные от пульта сбора данных, может передать их на рабочее место оператора ОПУ и ответственному за состояние изоляции в эксплуатирующей организации. Благодаря этому служба изоляции будет регулярно получать актуальные данные о состоянии эксплуатируемых ОПН.

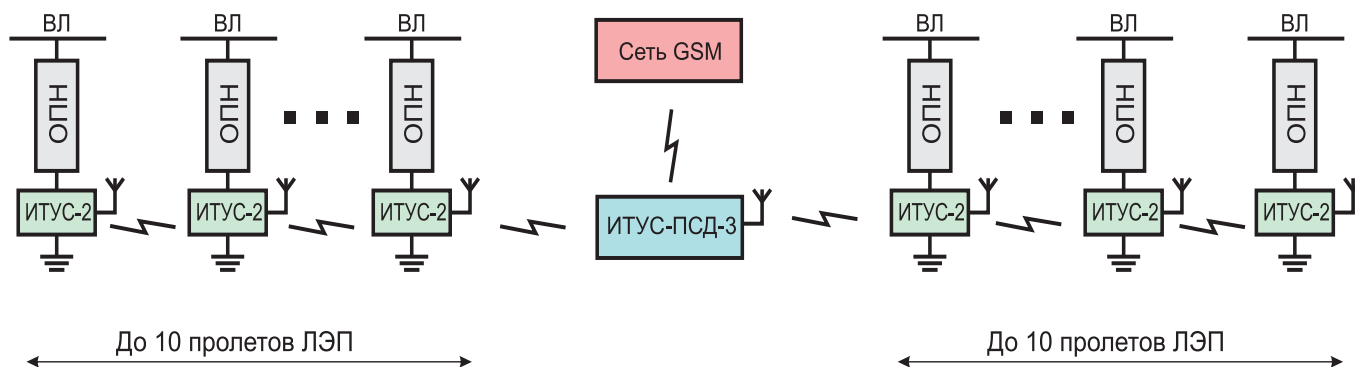
Таким образом, при помощи датчиков ИТУС-2 и пультов ИТУС-ПСД-1, размещённых на объектах, служба изоляции энергосистемы получает актуальный массив данных, позволяющий оперативно проводить сравнительный анализ параметров ОПН в динамике по всей энергосистеме. Благодаря этому достоверность и оперативность выявления ОПН, требующих замены, может значительно повыситься, что приведёт к повышению надёжности энергосистемы в целом.

Кроме того, использование беспроводной системы мониторинга состояния ОПН часто бывает необходимо, в случае если ограничители перенапряжений устанавливаются на опорах высоковольтных линий (ВЛ) на территориях крупных городов — при осуществлении схем «отпаек», кабельных «вставок», переходов ВЛ через водные преграды, железнодорожные линии, крупные автомагистрали и т.д. В этих случаях ограничители перенапряжений необходимо устанавливать на приличной высоте, и традиционные датчики тока утечки здесь применять проблематично, ввиду возможного появления посторонних людей около основания опоры ВЛ, которая проходит непосредственно по территории города (рис. 4).

Рис. 4. Новая опора с ОПН 110 кВ в г. Челябинске с приборами контроля ИТУС-2 от ЗАО «Полимер-Аппарат» на кабельных вводах



Рис. 5. Система мониторинга состояния ОПН на ЛЭП



Кроме применения на электрических подстанциях, ОПН всё шире используются для защиты ЛЭП. Для мониторинга состояния таких ОПН описанные выше приборы использовать не получится — удалённость ОПН от земли и близость к ВЛ не позволяют использовать ИТУС-1, а протяжённость ЛЭП не позволяет использовать ИТУС-2.

Для линейных ОПН на основе прибора ИТУС-2 разрабатывается распределённая система сбора данных, которая позволит контролировать параметры линейных ОПН так же, как и ОПН подстанций, не совершая их обход.

Система состоит из беспроводных датчиков ИТУС-2 с автономным питанием, устанавливаемых на каждый ОПН, и пультов сбора данных ИТУС-ПСД-3, принимающих данные с датчиков по каналу беспроводной связи частотой 2,4 ГГц. Данные записываются во встроенную энергонезависимую флэш-память пульта ИТУС-ПСД-3 и передаются в эксплуатирующую организацию через сеть GSM. Для местности, где сеть GSM недоступна, возможен автоматический сбор данных с пультов при помощи БПЛА или любого другого транспортного средства.

Пульт сбора данных ИТУС-ПСД-3 устанавливается на одну из опор ЛЭП на высоте 6—7 м, имеет автономное питание и доступен для обслуживания без выведения ЛЭП.

Для сокращения эксплуатационных затрат на систему предлагается кустовая схема распределения датчиков ИТУС-2 и пультов сбора данных ИТУС-ПСД-3, которая представлена на рис. 5.

Датчики ИТУС-2 одновременно, по расписанию, активируются, проводят измерение токов утечки ОПН и устанавливают связь с соседними датчиками и пультом сбора данных ИТУС-ПСД-3, образуя сеть передачи данных. После того как связь установлена, данные об измерениях и значения счётчиков импульсов со всех датчиков ИТУС-2 передаются на пульт сбора данных ИТУС-ПСД-3. Периодичность снятия данных с датчиков ИТУС-2 может быть установлена от одного раза в сутки до одного раза в неделю.

Пульт сбора данных передаёт принятые от ИТУС-2 результаты измерений по сети GSM на сервер с GSM-модемом, установленный в эксплуатирующей организации. Сервер предоставляет данные

для анализа ответственным за состояние изоляции ВЛ лицам через web-интерфейс, доступ к которому можно получить при помощи любого Интернет-браузера. Данные от датчиков ИТУС-2 автоматически заносятся в архив, который может храниться на сервере неограниченное время. За одним пультом сбора данных может быть закреплено от 3 до 120 датчиков.

Такая схема позволит получить минимальные эксплуатационные затраты при высокой надёжности системы. Для работы системы нужна одна SIM-карта на каждый пульт ИТУС-ПСД-3 и ещё одна SIM-карта — в GSM-модеме сервера. Самоконфигурирующаяся сеть позволяет исключать из цепочки передачи датчики, вышедшие из строя. Если на одной опоре более одного датчика ИТУС-2, то передача данных об измерении от более удалённых от пульта датчиков будет происходить через любой из них. Таким образом, надёжность системы передачи данных тем выше, чем больше датчиков установлено на одной опоре.

Использование предлагаемой системы мониторинга состояния ОПН позволит эксплуатирующей организации обоснованно оценивать надёжность защиты линии от перенапряжений, что снизит затраты на ликвидацию последствий аварий, вызванных перенапряжением, и повысит качество электроснабжения потребителей.

Практически все используемые в настоящее время приборы для оценки состояния ОПН используют параметры, косвенно характеризующие состояние ОПН (полный ток утечки и его гармоники). Однако лучше всего о состоянии ОПН говорят его активное сопротивление и температура варисторов под рабочим напряжением.

В настоящее время ЗАО «Полимер-Аппарат» разрабатывает систему мониторинга состояния ОПН, позволяющую измерить активную составляющую тока утечки и рассчитать активное сопротивление и температуру ОПН, установленных на подстанции. Такая система будет способна автоматически в режиме online отслеживать состояние ОПН и оперативно передавать в АСУ ТП энергообъекта сведения о потенциально опасных и аварийных процессах, происходящих с ОПН. Использование этой системы мониторинга выведет систему защиты от перенапряжений на новый уровень надёжности.