

В. К. Обабков,
М. М. Шевелев,
Н. А. Соколова

ПОЛНОЕ ПОДАВЛЕНИЕ ДУГОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ КАК УНИКАЛЬНОЕ СРЕДСТВО БОРЬБЫ С АВАРИЙНОСТЬЮ В СЕТЯХ БЕЗ ОТКЛЮЧЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В сетях 6–35 кВ в настоящее время существуют три основные тенденции борьбы с аварийностью, вызванной однофазными замыканиями на землю (ОЗЗ). Это резистивное и резонансное заземления нейтралей, впервые предложенные и разработанные в начале прошлого века В. Петерсеном, а также использование *RC*-цепей или ОПН, устанавливаемых на сборных шинах и вблизи каждого элемента нагрузки. Предлагаются и комбинированные варианты построения систем защиты с целью снижения повреждаемости оборудования.

При этом на фоне дискуссий, массовых публикаций на тему о выборе и важности режима заземления нейтрали и защит остаются совершенно незаметными, в научном смысле, проработанные и в достаточной мере апробированные в реальных сетях 6–10 кВ устройства типа УАРК.2 [1], УАРК.202 [2], УАРК.201, УАРК.201М для полного подавления дуговых замыканий на землю. Это двухканальные устройства автокомпенсации емкостных (КЕС) и активных (КАС) составляющих токов ОЗЗ. Двухканальность отражается в аббревиатурах первой цифрой 2. Остальные цифры означают модификации управляющих функций и различных типов дугогасящих реакторов (ДГР). Имеются в виду плунжерные ДГР, ДГР с подмагничиванием и ШИМ-управляемые ДГР. Поскольку двухканальность является общим для всех всережимных автокомпенсаторов, то будем их коротко именовать УАРК.2.

Все устройства УАРК.2 основаны на резонансном заземлении нейтрали и эффективно работают не только в нормальном режиме работы сети, как это имеет место в сетях 6–35 кВ с большими емкостными токами, но и в режимах ОЗЗ. Следовательно, устройства являются всережимными и, кроме того, в них применена компенсация активной составляющей тока ОЗЗ, обеспечивающая в сочетании с компенсацией емкостной составляющей полное подавление дуговых ОЗЗ. Это означает, что ни одно ОЗЗ не заканчивается аварийно. При возникновении ОЗЗ практически мгновенно включается ком-

пенсация емкостной составляющей (КЕС) и, чтобы не ухудшалось защитное действие КЕС, через несколько миллисекунд включается компенсация активной составляющей (КАС), обеспечивающая неизменный минимальный уровень напряжения в месте дуги (и дуга гаснет) столь долгое время, пока не будет принято решение о выводе поврежденного присоединения в ремонт. При этом напряжение на неповрежденных фазах сети по необходимости становится линейным относительно земли. Важно отметить, что подавляющее число ОЗЗ (до 85%) устраняется автоматически за счет защитного действия КЕС и КАС и таким образом они переводятся в разряд самоликвидирующихся, т. е. не развивающихся в более сложные виды повреждений. Переход же в нормальный режим осуществляется также автоматически путем пробного снятия КАС через 10–20 с после первого пробоя изоляции, что приводит, как хорошо известно, к возрастанию напряжения поврежденной фазы до номинального. Если повторного пробоя не возникло, то УАРК.2 переводит сеть в режим ожидания следующего ОЗЗ. Происходит как бы испытание места ослабленной изоляции восстанавливаемым фазным напряжением. Если в процессе этого испытания возник повторный пробой, то устройство УАРК.2 возвращает сеть в режим защиты уже на длительное время, точнее говоря, до оперативного вмешательства персонала. При этом в памяти УАРК.201 записываются все встречающиеся события в сети (до 100 событий), позволяющие персоналу контролировать процессы в сети, в том числе сверять их с работой селективной защиты типа ПЗЗМ 1М, устанавливаемой в присоединениях. Малое число пробоев изоляции в сети под защитой УАРК.2 не позволяет эффективно функционировать существующим избирательным защитами, исключая те, которые построены на контроле высших гармоник и высокочастотных параметров переходного процесса при перезаряде фазных емкостей при ОЗЗ.

Описанная технология полного подавления дугowych ОЗЗ ориентирована на устранение причины перенапряжений и всех негативных моментов, сопровождающих ОЗЗ, и этим отличается от упомянутых выше технологий. Защитное воздействие в них с самого начала ориентировано на борьбу со следствиями.

Отметим также, что полное прекращение дугowych пробоев не просто ослабляет, а ведет к полному прекращению высокочастотных, среднечастотных и низкочастотных составляющих переходных процессов и связанных с ними перенапряжений в отличие от существующих средств сниже-

ния опасных уровней перенапряжений. Масштабы аварийного состояния места ОЗЗ в них сохраняются из-за высокой частоты следования пробоев даже с ограниченными уровнями перенапряжений. Только полное исчезновение пробоев при помощи защитных средств типа УАРК.2, осуществляемых без отключения потребителей, или при помощи отключения сети или присоединения с ОЗЗ релейной защитой (РЗ) гарантирует 100% защиту от перенапряжений и от всех других негативных моментов при ОЗЗ.

Однако защитное отключение гораздо менее приемлемо в сетях с мощной двигательной нагрузкой, так как создает новые проблемы. Это проблемы предельно высокой надежности РЗ от ОЗЗ; снижения ресурса фидерных выключателей; ограничения неизбежных дополнительных коммутационных перенапряжений; надежности электроснабжения; энергоресурсоощербов при самозапуске мощных двигателей и гидроударов в мощных перекачивающих агрегатах; а также снижения электробезопасности.

Совместная работа по надежности сетей 10 кВ с ОАО «Сибнефтепровод» привела к новой модификации УАРК.201М, адаптированной к воздушным сетям 6–10 кВ с емкостным током до 6 А, что разумеется делает эту разработку привлекательной в карьерных сетях, сетях 6–10 кВ Газпрома, сетях сельскохозяйственного назначения и т. п. В силу высокой степени несимметрии сети резонансная настройка в нормальном режиме заменена на измерения, обновляемые через заданный интервал времени, четырех параметров сети: суммарных емкости и активной проводимости изоляции, амплитуды и фазы тока естественной несимметрии. Полученная информация используется для штатной работы УАРК.201 в режимах ОЗЗ и всей логики защиты описанной выше. Инициатором и пионером использования в мировой практике устройств УАРК.201 в сетях СН 6 кВ энергоблоков 500 МВт является Рефтинская ГРЭС ОАО «Свердловэнерго». В настоящее время все шесть устройств УАРК.201, проработавшие 10–12 лет, обновляются на УАРК.201М.

Общесетевая защита от ОЗЗ типа УАРК.2. УХЛ4.2 для воздушно-кабельных сетей 6 кВ с емкостным током замыкания до 100 А разработана на основе плунжерного ДГР [1]. Аналогичная микропроцессорная защита типа УАРК.202 осуществлена применительно к ДГР с подмагничиванием [2]. Их эксплуатация в сетях 6 кВ показала высокую эффективность [1, 2].

Таким образом, в настоящее время в России имеются отечественные альтернативные средства борьбы с аварийностью и перенапряжениями, как в коротких кабельных и воздушных сетях 6, 10 кВ, так и в протяженных се-

тях 6, 10 кВ, обеспечивающих максимально возможный уровень защиты от них без отключения потребителей и в этой связи лучшие способы поиска повреждений [3].

Библиографический список

1. *Обабков В. К., Целуевский Ю. Н.* Всережимный двухканальный автокомпенсатор емкостных и активных составляющих токов промышленной частоты // *Электричество*. 2003. № 2. С. 24–37.

2. *Обабков В. К., Целуевский Ю. Н.* Всережимный микропроцессорный автокомпенсатор емкостных и активных составляющих токов замыкания на землю в сетях 6, 10 кВ с использованием дугогасящего реактора с подмагничиванием. – В сб. докл. VII Междунар. Симпозиума «Электротехника 2010». Т. 2. 2003. С. 131–135.

3. *Чайкин В. П., Султанов Г. А., Демченко В. Т., Чайкин В. В.* Определение расстояний до мест отказов на линиях электропередачи на основе распространения импульсных волн / *Материалы науч.-техн. конф. «Некоторые проблемы систем электроснабжения городов и районов Краснодарского края»*, Дивноморское. 2001. С. 278–286 (см. также – С. 136–154).

И. А. Пелевина

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ «ВЕДЕНИЕ УЧЕТА В СИСТЕМЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ. КОМПЛЕКСНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ»

Рабочей программой дисциплины «Пакеты прикладных программ» (специальность «Экономическая теория») в рамках лабораторных работ предусмотрено изучение системы автоматизации учетных функций. В ряду программ, предназначенных для решения задач автоматизации учета и управления, одно из первых мест занимает система 1С: Предприятие.

Система программ 1С: Предприятие является специализированной объектно-ориентированной системой управления базами данных и представляет собой систему прикладных решений, построенных по единым принципам и на единой технологической платформе. Эта программа предназначена для решения широкого спектра задач автоматизации учета и управления.