

РЕГИСТРАЦИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

НА БАЗЕ КОМПОНЕНТОВ РАЗОВОГО ДЕЙСТВИЯ В ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЯХ СВЯЗИ

Одно из важных условий обеспечения надежной работы подземных кабельных линий (как медножильных, так и оптических) – технически правильно выполненная в процессе проектирования, строительства и эксплуатации их защита от ударов молнии.

Кабели с высокой грозостойкостью, также как и мероприятия по защите кабельных линий от перенапряжений, имеют высокую стоимость. Поэтому правильная оценка уровня и интенсивности грозовых перенапряжений в районе прокладки кабельной магистрали даст значительный экономический эффект как при ее строительстве, так и при эксплуатации. На действующих объектах при выходе из строя оборудования требуется определить причины аварии и на основании анализа полученной информации принять необходимые меры (например, уравнивание потенциалов, установка защитных устройств).

ВЫБОР МЕРОПРИЯТИЙ ПО ГРОЗОЗАЩИТЕ И ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ

Методики выбора мероприятий по грозозащите металлических и оптических кабелей приведены в соответствующих руководствах [1, 2]. При этом должны учитываться физические параметры среды и окружающей обстановки:

- удельная плотность ударов молнии в землю;
- эквивалентное удельное сопротивление земли;
- близость и характеристики природных или искусственных объектов (река, линии электропередач, строения, лес и т.п.).

Аналогичные методики предлагаются в рекомендациях Международного союза электросвязи – К.46 МСЭ-Т. При таких расчетах во многих случаях будут получены результаты, далекие от реальных.

Удельная плотность ударов молнии в землю $1/\text{км}^2$ рассчитывается исходя из статистики среднегодовой продол-

жительности гроз в данном регионе. Однако внутри региона возможны значительные отклонения продолжительности гроз в разных его частях. При проведении обследования объекта связи оказалось, что при среднегодовой продолжительности гроз на территории Ростовской области 20–60 ч, в районе г.Каменск-Шахтинский она составила 80–100 ч, что сказалось на количестве повреждений оборудования связи [3]. Аналогичные результаты приведены и в работе [4]: "Многие параметры, входящие в расчетные формулы, определяются неточно, а иногда и вовсе ориентировочно. В некоторых районах земля, в которой проложен кабель, имеет такое сложное строение, что точный расчет требует измерений большого объема, что не всегда возможно. Особенно это относится к горной местности и к районам вечной мерзлоты". И далее: "Инфраструктура местности в условиях растущей экономики быстро меняется, прокладываются новые кабели, трубопроводы, строятся здания и т.д., что вносит существенные изменения в экранирующие свойства окружающей среды".

Руководством [1] предлагается учитывать фактическое число повреждений существующей кабельной магистрали за время ее эксплуатации, вблизи которой прокладывается новая кабельная линия. При реконструкции объектов связи (замена АТС, оборудования ЦСП) также учитывается количество повреждений за время эксплуатации.

Таким образом, для определения необходимости мероприятий по грозозащите линейных сооружений связи и оборудования используются два метода:



1. Расчетный метод, основанный на учете зависимости воздействий перенапряжений на кабели и оборудование от ряда факторов.

2. Эмпирический метод, основанный на статистике повреждений.

В электроустановках и системах молниезащиты зданий и сооружений также применяются различные аналитические методы, и ведется статистика повреждений. Кроме того, в электроустановках для регистрации уровня, характера и времени появления импульсных помех используются анализаторы качества электроэнергии и цифровые запоминающие осциллографы. В системах молниезащиты используются счетчики ударов молнии, принцип действия которых основан на регистрации импульсов тока, проходящих через молниеотводы, с которыми счетчик имеет индуктивную связь. Сам счетчик может быть реализован в виде электромеханической системы или карты с встроенным микрочипом и антенной.

Существуют и другие методы моделирования и измерений для оценки уровня и количества импульсных помех, а также комбинированные, сочетающие вышеописанные методы в различных комбинациях. Общими их недостатками являются высокие трудоемкость и затраты для проведения исследований.

Предположим, необходимо оценить уровень помех на объекте связи, в мачту которого периодически ударяет молния. Для математического моделирования нужно иметь результаты обследования объекта, точные данные об оборудовании, конструкциях, кабелях, заземляющих устройствах, удельном сопротивлении грунта и т.п. или же производить измерения, требующие специального дорогостоящего оборудования и высокой квалификации персонала.

Возможно подключение приборов для регистрации перенапряжений и сверхтоков. Это могут быть анализаторы качества электроэнергии, счетчики импульсов молнии, цифровые запоминающие осциллографы и т.п. Основное ограничение в этом случае – стоимость приборов, так как может понадобиться контролировать несколько точек на одном объекте в течение длительного времени. В том случае, если необходимо с минимальными затратами оценить уровень импульсных помех на десятках и сотнях объектов одновременно или же длительное время контролировать помехи во многих местах крупного объекта (подстанции, промышленного предприятия, узла связи), требуется другое решение.

СПОСОБ МОНИТОРИНГА И ДАТЧИКИ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

Предлагается устанавливать устройства регистрации, которые фиксируют импульсную помеху с параметрами (амплитуда, длительность, энергия), превышающими определенный

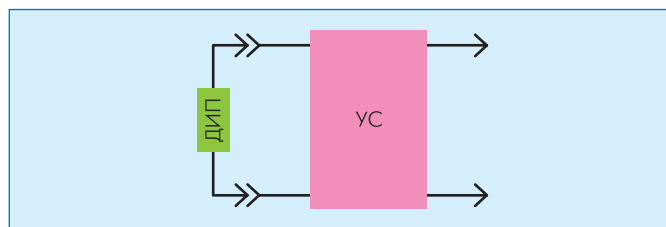


Рис. 1 Подключение датчика импульсных помех к точкам контроля

уровень, путем изменения своего состояния [5, 6]. Эти устройства могут быть установлены между проводами систем электропитания и связи, корпусами оборудования, элементами системы уравнивания потенциалов и т.д. Например, в ГРЩ (главные распределительные щиты) и РЩ устройства могут быть установлены:

- между проводами L – PE, L – N, N – PE (L – линейный проводник, N – нулевой проводник или заземленная точка звезды трансформатора, PE – проводники систем защиты);
- между шиной питания постоянным током и корпусом питаемого оборудования;
- между шиной заземления и корпусами оборудования, металлоконструкциями и т.п.;
- между жилами кабеля связи и корпусом кросса;

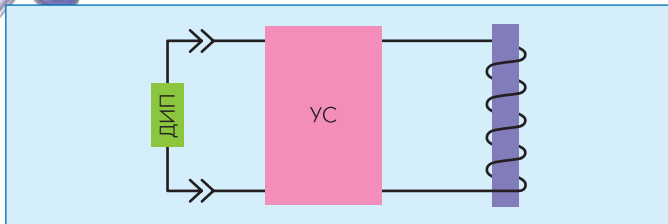


Рис.2 Подключение датчика импульсных помех для контроля протекания импульсного тока по проводнику

- между двумя любыми точками, где возможно появление высокой разности потенциалов.

При разработке устройства регистрации импульсных помех были заданы следующие требования:

- низкая цена;
- удобство установки и контроля состояния;
- возможность фиксации импульсной помехи с определенными характеристиками (амплитуда, длительность, энергия);
- безопасность при эксплуатации;
- отсутствие влияния на режим работы электропитающей установки или системы связи.

В качестве элемента контроля используется датчик импульсных помех одноразового действия, содержащий полупроводниковый прибор, $p-n$ -переход которого пробивается при определенном воздействии. Теоретические основы применения приборов разового действия разработаны достаточно давно [7]. Датчик импульсных помех (рис.1) подключается к точкам контроля с помощью устройства согласования, которое выполняет следующие функции:

- нормирование воздействия на датчик (например, селекция импульсов перенапряжения по амплитуде);
- обеспечение безопасности и отсутствия влияния на режимы работы линии связи или электропитающей установки;
- согласование с контролируемым объектом.

Применение устройств регистрации импульсных помех в низковольтных электропитающих установках описано в работах [5, 6]. Кроме того, в работе [6] приведены результаты лабораторных испытаний.

Универсальный характер устройств регистрации на базе одноразовых элементов можно показать на примере их возможного использования в системах молниезащиты. На рис.2 показан принцип согласования датчика импульсных помех с проводником, по которому протекает импульсный ток (напри-

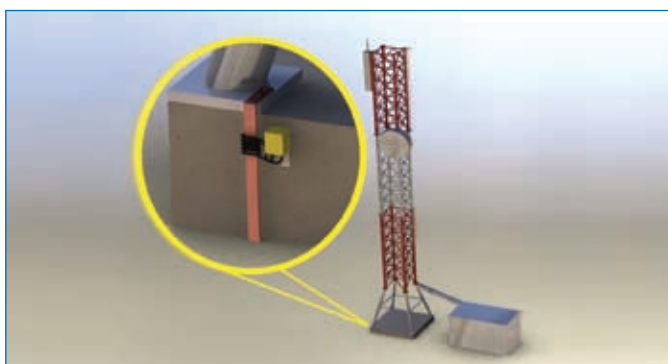


Рис.3 Установка устройства регистрации на мачте

мер, молниеотводом). Под воздействием импульсного тока в проводе наводится ЭДС и происходит пробой $p-n$ -перехода регистрирующего элемента датчика импульсных помех. Как видно на рис.3 и 4, установка устройств регистрации в системах молниезащиты очень проста и может выполняться на любых объектах, независимо от назначения.

В электропитающих установках и системах молниезащиты устройства регистрации могут дополнить или заменить уже существующие приборы, для которых разработаны методики установки, применения и обработки результатов.

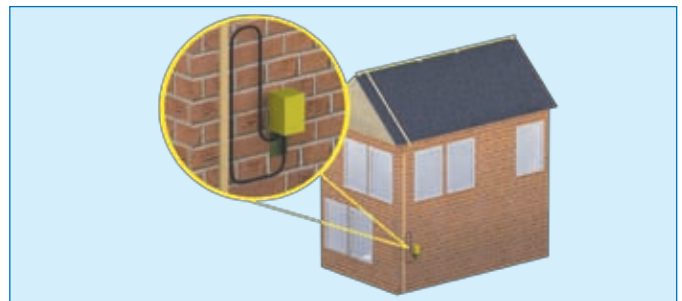


Рис.4 Установка устройства регистрации в системе молниезащиты здания

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВ РЕГИСТРАЦИИ НА БАЗЕ КОМПОНЕНТОВ РАЗОВОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Функцию контроля импульсных помех имеют многие современные приборы для измерений параметров кабелей и/или сигналов, которые по ним передаются. Назначение устройств регистрации с одноразовыми датчиками импульсных помех другое. Они успешно могут применяться в тех случаях, когда нужно контролировать длительное время большое количество точек в условиях установки на улице, под землей, в контейнерах, кабельных ящиках и т.п., а также, если возможный уровень перенапряжений может привести к выходу из строя дорогостоящего прибора.

Предположим, необходимо определить уровни перенапряжений в районе прохождения существующей или проектируе-



Рис.5 Контроль электромагнитной обстановки на кабельной трассе

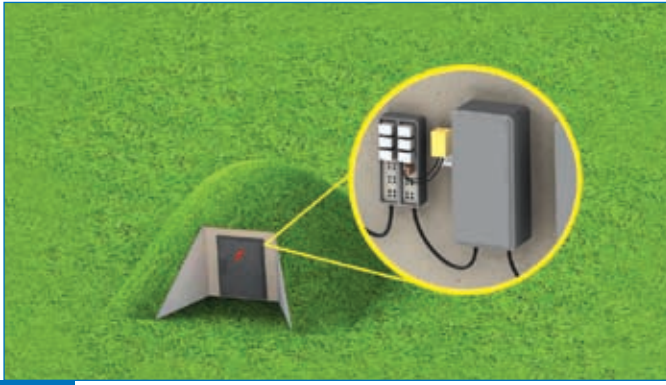


Рис. 6 Контроль уровня перенапряжений в кабелях связи (устройство регистрации установлено в НРП)

мой кабельной линии. Для этого на ее протяжении устанавливаются устройства регистрации (рис.5). На основании полученных результатов могут быть сделаны выводы о необходимых мерах по молниезащите. Устройства регистрации могут быть подключены к свободным или задействованным жилам кабелей связи и установлены на кроссах или в НРП (необслуживаемые регенерационные пункты), как показано на рис.6.

Предположим, что в месте подключения оборудования установлен датчик, фиксирующий воздействие перенапряжения с энергией 80% от допустимого воздействия на вход оборудования, имеющего I класс стойкости к воздействию перенапряжений. Если такой уровень перенапряжения зафиксирован (например, при ударе молнии), то даже если такое оборудование не вышло из строя, необходимо предпринять меры для снижения уровня перенапряжения. В случае выхода оборудования из строя датчик поможет установить причину. Энергия помехи, фиксируемой датчиком, должна быть меньше, чем энергия помехи, которая может привести к повреждению оборудования.

Таким образом, полученную с помощью регистрации информацию можно использовать как для оценки электромагнитной обстановки, так и для определения причин выхода оборудования из строя. Контроль датчиков может производиться с помощью простых приборов, позволяющих определить состояние $p-n$ -перехода.

С учетом низкой стоимости устройств регистрации и самих одноразовых датчиков, простоты их установки можно

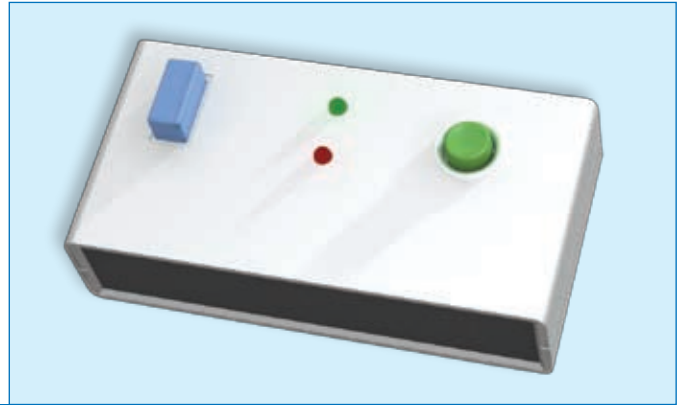


Рис. 7 Прибор для проверки датчиков импульсных помех

надеяться, что предложенный способ возьмут на вооружение не только специализированные проектные организации и предприятия, занимающиеся ЭМС, но и службы эксплуатации предприятий связи.

В настоящее время выпущены мелкосерийные партии датчиков и устройств сопряжения, предназначенные для опытной эксплуатации. Возможен выпуск специального тестера для датчиков импульсных помех одноразового действия (рис.7).

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по защите металлических кабелей от ударов молнии. УЭС Госкомсвязи РФ, 04.11.97.
2. Руководство по защите оптических кабелей от ударов молнии. – М.: ЦНИИС, 1996.
3. Отчет по результатам обследования Каменск-Шахтинского УЭС филиала ЮТК "Ростовэлектросвязь". – НПО "Инженеры электросвязи", 2004.
4. **Соколов С.А.** Упрощенная оценка подверженности линий связи грозовым воздействиям. – Вестник связи, 2005, № 4.
5. **Терентьев Д.Е.** Применение датчиков импульсных помех для мониторинга качества электроэнергии в низковольтных электропитающих установках. – Силовая электроника, 2006, № 4.
6. **Терентьев Д.Е., Сергеев А.В., Кабанов И.А.** Устройства регистрации импульсных помех на базе компонентов разового действия. – Сб. трудов IX Всероссийской конференции "Состояние и перспективы развития энергетики связи СПРЭС-2008".
7. **Камышный А.Н.** Электронные компоненты разового действия. – М.: ФГУП "ВИМИ", 2003.