

УДК 621.316

МОЛНИЕЗАЩИТА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ

С.О. Кузьмин студент гр. ЭПб-131, III курс,
С.О. Воробьев, студент гр. ЭПб-131, III курс,
С.Г. Захаренко, к.т.н. доцент, Т.Ф. Малахова, к.т.н. доцент,
С.А. Захаров, к.т.н. доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В данной статье рассмотрены виды защит высоковольтных линий от грозовых перенапряжений, их особенности, достоинства и недостатки. По различным данным, количество отключений по причине грозовых перенапряжений может достигать 30% и более от общего числа аварийных отключений. Данные варьируются в зависимости от грозовой активности, уровня напряжения линии и степени её защищённости. Поражение ЛЭП молнией может вызвать тяжелые последствия, такие как пробой изоляторов, выход из строя незащищённых электрических аппаратов, что в конечном итоге вызывает длительные отключения линии и большие экономические потери. Поэтому защита от грозовых перенапряжений является чрезвычайно важным направлением в системе повышения надёжности электрических линий.

Самым первым способом защиты линий от прямых ударов молнии (ПУМ) является применение грозозащитного троса. Этот способ широко применяется и в настоящее время. Рассмотрим особенности эксплуатации грозотроса. На состояние грозотроса, так же как и фазных проводов, влияет множество факторов, главным образом погодные условия: мороз, высокая влажность, сильный ветер и другие явления, которые могут вызвать следующие проблемы:

- Повышенная вибрация проводов и тросов в плоскости, перпендикулярной направлению ветра;
- Изморозь, обледенение проводов;
- «Пляска» проводов – колебания проводов большой амплитуды в разные стороны.

Последствия этих проблем серьёзны, поскольку от состояния проводов и грозотроса зависит качество и надёжность электроснабжения. В результате «пляски» провода могут перехлестываться, более того, постоянные колебания вызывают повреждения проводов в наиболее уязвимых местах с наибольшими механическими напряжениями - местах подвески и соединения, что приводит к обрыву проводов. Очень опасны обрывы грозозащитных тросов, которые могут вызвать стойкие межфазные короткие замыкания. В этом смысле грозотрос является слабым звеном ЛЭП. Он, так же, как и провода испытывает на себе те же нагрузки, однако не участвует в процессе передачи мощности

и, как правило, служит только защитой от прямого попадания молнии в токоведущие провода, т.е. грозотрос не защищает линию от коммутационных перенапряжений. Отсюда вытекают основные недостатки грозозащитного троса:

- Увеличение стоимости ЛЭП;
- Возможность перекрытия фаз при обрыве на ВЛ;
- При защите линий, выполненных самонесущим изолированным проводом (СИП), теряются эксплуатационные преимущества СИП: появляется необходимость расчистки трасс, периодического осмотра троса и арматуры, борьба с гололёдообразованием на нём;
- Не эффективны при неблагоприятных геофизических условиях, таких как высокое удельное сопротивление грунта или крайне суровые метеоусловия (повышенное гололёдообразование, ветровые нагрузки).

Приведённые недостатки грозотроса подтолкнули инженеров к разработке иной системы защиты линии от прямых ударов молнии. В настоящее время наиболее распространено использование ограничителей перенапряжения (ОПН), длинно – искровых разрядников (РДИ), изоляторов - разрядников с мультикамерной системой (ИРМК). Разберём подробнее данные виды защит.

1. ОПН устанавливается на ВЛ параллельно гирляндам изоляторов для защиты их от перенапряжений, вызывающих перекрытие изоляторов. Используются два основных способа подключения: с искровым промежутком или без него. Для эффективной защиты ОПН следует устанавливать на каждой опоре или через одну во все фазы линии, если она используется без грозотроса. Следует также грамотно подходить к выбору энергоёмкости ОПН: при использовании без искрового промежутка устройство должно выдерживать ток молнии. Искровые промежутки позволяют уменьшить габариты и стоимость по сравнению с ОПН без промежутков.

Недостатки: опыт эксплуатации показывает, что ОПН часто не выдерживают прямого попадания молнии, что сдерживает распространение ОПН без грозотроса.

2. РДИ имеют принципиально другой принцип гашения напряжения – с помощью искровых промежутков, возникающих на его поверхности (по воздуху) при перенапряжении, что обуславливает его главное достоинство – аппарат не подвержен разрушению токами молнии, поэтому он может применяться без грозотроса. Область применения зависит от длины разрядного элемента: длинный применяется для защиты от ПУМ, короткий для защиты от коммутационных перенапряжений.

Недостатки: РДИ не применяются в сетях выше 35 кВ

3. ИРМК. Следующим этапом развития длинно – искровых разрядников стало их совмещение с изоляторами, в результате чего появился аппарат, выполняющий функции изолятора и разрядника. ИРМК – новинка в области систем защиты от грозовых перенапряжений. ИРМК изготавливаются на основе серийно выпускающихся изоляторов, а разрядник состоит из мно-

жества дугогасящих мини камер. Новый аппарат обладает преимуществами перед ОПН и РДИ:

- Его можно изготовить на любой класс напряжения, набирая необходимое количество ИРМК в гирлянды;
- Аппарат выдерживает ПУМ, отпадает необходимость использовать грозозащитный трос;
- Экономическая выгода: исключаются затраты на грозотрос, а стоимость ИРМК меньше, чем покупка отдельно изолятора и РДИ.

Недостатки: В настоящее время ИРМК не достиг широкого применения, и о возможных недостатках нет достоверных сведений.

Из всех рассмотренных видов защиты ЛЭП от грозовых перенапряжений наиболее перспективным выглядит мультикамерный изолятор разрядник, т.к. он позволяет полностью отказаться от использования грозотроса, без уменьшения надёжности линии. Использование ОПН не столь однозначно, поскольку грозозащитный трос и ОПН имеют свои преимущества и недостатки, и выбор следует делать на основании анализа конкретных линий, на которых планируется переоборудование.

Список литературы:

1. Сборник докладов научно-технической конференции «Нелинейные ограничители перенапряжений: производство, технические требования, методы испытаний, опыт эксплуатации, контроль состояния», 5-10 декабря 2005. –СПб.: Изд-во ПЭИПК Минтопэнерго РФ, 2005. –164 с.
2. Отчет ОАО «НПО Стример» Исследование гашения ИРМК сопровождающего тока промышленной частоты по НИОКР С.-Петербург, 2010. 19 стр.
3. Проблемы повышенной вибрации и «пляски» проводов и грозотросов в Северном регионе и пути их решения [Электронный ресурс]: информ. Сайт – режим доступа
4. http://www.ruscable.ru/article/Problemy_povyshennoj_vibracii_i_plyaski_provodov/ - Загл. с экрана.
5. Статистика перерывов питания и провалов напряжения - Энергетические системы [Электронный ресурс]: информ. Сайт – режим доступа
6. <http://forca.ru/knigi/arhivy/energeticheskie-sistemy-16.html> - Загл. с экрана.