

УДК 621.315

ГРОЗОЗАЩИТА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 35, 110 кВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ

Ю.М.МАЛЫШЕВА, студентка гр. ЭРб-201, 3 курс
Научный руководитель Т.Ф. МАЛАХОВА, доцент к.н.
ЗАХАРЕНКО С.Г. заведующий кафедрой МРСК
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Воздушные линии 35, 110 кВ подвергаются многократным ударам молнии из-за большой протяженности. Грозовые перенапряжения ведут к негативным последствиям, которые сопровождаются разрушением изоляции (обрыв гирлянд изоляторов) повреждениям установок, обрывам фазного провода.

Целью настоящей работы является рассмотрение перенапряжений в сетях 35-110 кВ вызванных атмосферными грозовыми явлениями.

Непрерывная транспортировка электроэнергии –главная цель, которой как можно больше и эффективно передать энергию чтобы, уменьшить количество грозовых отключений воздушной линии (ВЛ).

Устоявшейся порядок мероприятий молниезащиты при грозовом усилении и действительной протяженности линий практически не обеспечивает нужный нам результат выдавая её величиной допустимого числа грозовых отключений. Об этом свидетельствуют среднестатистические собранные показания за 2016-2021гг. (табл. 1). Таким образом, необходимо усовершенствование всевозможных методик расчета предотвращения перенапряжений и введения нестандартных технических решений молниезащиты.

Таблица 1

Грозовые отключения одноцепных и двухцепных ВЛ 35-110 кВ

Годы	Общее число отключений при ударах молнии, шт	Число одновременного отключения обеих цепей, шт	Доля двухцепных отключений, %
2016	148	52	35,2
2017	166	54	32,3
2018	203	64	31,0
2019	153	51	34,2
2020	163	56	32,1
2021	181	63	34,8

В обычном режиме напряжение на изоляции электрического оборудования не должно быть больше сверх максимального рабочего напряжения. Каждое мгновенное значение напряжения, влияющее на изоляцию установок и превышающее наибольшее значение рабочего напряжения принято называть перенапряжением. Согласно показателям перенапряжения, отличаются кратковременным характером из-за быстроты появления при затухающих переходных процессах или в аварийных режимах работы [1].

В связи с появлением причин различают два вида перенапряжений: внешние и внутренние. Внешние перенапряжения являются результатом влияния внешних по отношению к рассматриваемой сети источников электрической энергии. Главным их источником перенапряжения будут являться разряды молнии. Внутренние же перенапряжения формируются с помощью процессов, вызванных работой сети, и бывают при отрицательной структуре, к тому же вследствие функционирования коммутационных аппаратов или деформации изоляции. Такие перенапряжения зависят от различных факторов, к которым могут быть способы заземления нейтрали сети.

Перенапряжения характеризуют с позиции их максимального значения и одного или группе временных показателей:

- продолжительности апериодического импульса напряжения;
- периода колебаний напряжения;
- продолжительности существования напряжения.

Даже самые кратковременные перенапряжения могут привести к пробоем междуфазной изоляции. Максимальные показатели обладают перенапряжениями на фазах относительно земли. В следствии чего это влияет на изоляцию, разграничивающую токоведущие части электрического оборудования от земли и заземленных конструкций, что в последующем приводит к отключению поврежденного элемента сети и снижению качества электроэнергии (табл. 2) [2].

Таблица 2

Доли разрядов молнии в различные элементы ВЛ

Место разряда молнии	Грозозащитного троса нет	Грозозащитный трос есть
Фазный Провод	0,6	0,006
Опора или грозозащитный трос вблизи от опоры	0,6	0,50
Грозозащитный трос в средней части пролета	0	0,49

В процессе эксплуатации отключение ВЛ может быть спровоцировано многими поводами, одним из немногих перекрытие изоляции, обусловленное перенапряжением. Чаще всего вспомогательным инструментом для

увеличения надежности и непрерывной работы ВЛ применяется автоматическое повторное включение (АПВ). АПВ успешно позволяет выборочно восполнять малую грозоупорность линии при сложностях с устройствами заземления. Но такое применение автоматического повторного включения необходимо использовать совместно с главными средствами грозозащиты.

При появившихся перенапряжениях заграждения изоляции воздушной линии максимально вероятны на опорах, в связи с тем, что минимальным промежутком от проводов до заземленных строений, установленное классом напряжения линии, используемыми типами опор и изолирующих подвесок фазных проводов.

Главными первопричинами грозовых перенапряжений на изоляции линий, являются следующие воздействия молнии:

- от прямых ударов молнии — тросовыми и стержневыми молниеотводами;
- от подступающих волн с отходящих линий — молниеотводами от прямых ударов молнии на заданной длине данных линий защитными аппаратами, устанавливаемыми на подходах и в распределительных устройствах (РУ), в настоящее время используют разрядники вентильные (РВ) и линейные разрядники (ЛР), которые делятся на две категории. Первая категория – с внешним искровым промежутком, разделяющим нелинейное сопротивление от провода, вторая – с прямым подключением нелинейного сопротивления к проводу, т.е. линейные ОПН [3].

При установленных показателях молнии перенапряжения прямого разряда намного опаснее для изоляции, чем индуктированные перенапряжения. Но несмотря на большую вероятность прямого разряда молнии все же определяется большим числом факторов, и возможен вариант, что все-таки не прямые разряды молнии станут первопричиной заграждения изоляции при грозовых перенапряжениях, а индуктированные.

В роли основных инструментов грозозащиты ВЛ используются:

- подвеска заземлённых тросов;
- уменьшение сопротивления заземления опор;
- увеличение импульсной прочности линейной изоляции;
- защита отдельных опор и участков с истощенной изоляцией;
- ОПН.

Рациональность во внедрении не традиционных вспомогательных инструментов для повышения гроз упорности линии возникает, когда показатели при применении главных инструментов (заземление опор, повышение устойчивости изоляции, тросы) отрицательные и осуществление идеи экономически невыгодно.

В роли мероприятий по увеличению грозоупорности линии чаще всего установлены ОПН. Применение ограничителей перенапряжения в добавок к грозозащитным тросам на линии особенно целесообразно в случаях:

- на одной из цепей двухцепной воздушной линии, что целиком устраняет грозовые выключения в то же время двух цепей;
- при максимальном сопротивлении заземления опор (песок, вечно-мёрзлые грунты);
- на высоких опорах (переходы через водные преграды).

Подводя итоги, можно сказать, что выключения ВЛ 35,110 кВ будут происходить от грозовых перенапряжений. Как мы узнали, отключения линий после воздействия грозы, это значительная часть повреждений – это повреждение изоляторов, гозотроса или же обрыв фазного провода. В наибольшей мере на количество грозовых отключений влияют высота опоры, длина линии, число изоляторов в гирлянде и сопротивление заземления опоры.

Список литературы:

1. РД 153-34.3-35.125-99. «Руководство по защите электрических сетей 6 – 1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.elec.ru/viewer?url=/library/direction/rd_153-34_3-35_125-99.pdf (дата обращения 15.03.2023).
2. «Правила устройства электроустановок». 7 редакция. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.elec.ru/library/direction/pue.html> (дата обращения 15.03.2023).
3. «Применение ОПН для защиты изоляции ВЛ 6 – 750 кВ». Дмитриев М.В. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://opnzeu.ru/files/rekomendacii/Zahita-VL-6-750kV.pdf> (дата обращения 15.03.2023).

Информация об авторах:

Мальшева Юлия Максимовна, студент гр. ЭРб-201, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, juliamalys22@yandex.ru.

Малахова Татьяна Федоровна, доцент к.н., КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, t.malakhova2012@yandex.ru.

Захаренко Сергей Геннадьевич, заведующий кафедрой МРСК, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, zaharenkosg@kuzstu.ru.