

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАВЕДЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Драко М.А.

m.drako@besp.by, drako.mikhail@mail.ru, РУП «Белэнергосетьпроект»,  
Минск, Республика Беларусь

В процессе эксплуатации воздушных линий (ВЛ), периодически возникает необходимость проведения работ по их ремонту и техническому обслуживанию. Наибольшую опасность, с точки зрения поражения электрическим током, представляют собой работы на отключённой ВЛ, находящейся в зоне влияния действующей ВЛ, в частности на отключённой цепи двухцепной ВЛ.

Отключенные ВЛ, проходящие по всей длине или на отдельных участках вблизи действующих ВЛ, а так же контактной сети электрофицированной железной дороги переменного тока, и на заземленных проводах (грозозащитном тросе) которых наводится напряжение более 25 В, в пересчете на максимальный ток влияющей ВЛ, являются находящимися под наведённым напряжением [1].

Проведение работ на таких ВЛ имеет свои специфические особенности, связанные с различными факторами: неопределённостью режима источника наведённого напряжения, меняющейся конфигурацией схемы, вызванной реконструкцией существующих и строительством новых ВЛ, наводимых напряжений при выполнении работ по замене проводов и тросов, а так же различной природой составляющих наведённого напряжения.

Появление наведённого напряжения на проводах и грозозащитном тросе отключённой ВЛ вызвано совместным прохождением на всем протяжении, или на отдельных участках, вблизи действующей ВЛ и её емкостным, индуктивным, а в некоторых случаях и кондуктивным влиянием.

В Белорусской энергосистеме при разработке РУП «Белэнергосетьпроект» Инструкций по подготовке рабочих мест и допуску к работам под наведенным напряжением применяются специальные заземлители (СЗ) ВЛ, под которыми понимается заземление, устанавливаемое в определенных местах по длине ВЛ и позволяющее снижать уровень наведенного напряжения до безопасных величин по всей длине ВЛ, или на ее отдельных участках. СЗ на ВЛ сооружается стационарно, причем его величина сопротивления растеканию в любое время года не должна превышать расчетное значение, установленное режимом заземления ВЛ.

В качестве специальных заземлителей могут использоваться система «трос-опоры» ВЛ, локальные заземлители, устраиваемые в зоне расположения опоры, заземляющие устройства опор соседних линий, а также комбинации из системы «трос-опоры» и локальных заземлителей [2, 3].

Значение сопротивления СЗ определяется при расчете наведенного напряжения по критерию обеспечения электробезопасности при работах на проводах ВЛ, а нормируемое сопротивление заземления опор выбирается по критерию обеспечения грозоупорности изоляции ВЛ. Поэтому значение сопротивления специального заземлителя может быть значительно меньше значения сопротивления заземления опор, нормируемого [6], и достигать значения менее 1 Ом.

На основании анализа проведенных в РУП «Белэнергосетьпроект» исследований и разработанных стандартов [4, 5] сделан вывод, что в низкоомных грунтах оптимальным с экономической точки зрения является сооружение дополнительного локального заземлителя опоры, посредством прокладывания в земле дополнительных горизонтальных и вертикальных элементов заземления стандартной длины.

При сооружении искусственных локальных заземлителей в районах с большим удельным сопротивлением земли в качестве первоочередного мероприятия по достижению

нормированного сопротивления растеканию [6] рекомендует «устройство вертикальных глубинных заземлителей увеличенной длины, в том числе составных вертикальных заземлителей длиной до 30 м, если с глубиной удельное сопротивление земли снижается». Такая тенденция снижения удельного сопротивления с глубиной характерна практически для всей территории Республики Беларусь.

Однако без определения удельного электрического сопротивления грунтов методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) в местах расположения опор с СЗ при проведении расчетов невозможно принять оптимальную длину глубинных вертикальных заземлителей [5].

В связи с реализацией стратегического проекта «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой» и с учетом понимания важности рассматриваемой проблемы (некорректные результаты расчетов могут сказываться на выборе количества материалов для элементов заземления, закладываемых в проекте, и приводить к снижению уровня электробезопасности при обслуживании ВЛ, ущербу от выхода из строя электрооборудования, установленного на опорах ВЛ, и другим негативным последствиям [7]) с целью повышения системной надежности для интегрируемых в систему существующих ВЛ на основе данных, полученных в результате проведения электроразведки, разработаны указания по проектированию специальных заземлителей, обеспечивающих безопасность обслуживающего персонала.

При совместной с представителями электросетевых филиалов приемке в эксплуатацию смонтированных СЗ, выяснено, что учет удельного сопротивления грунта, полученного в результате электроразведки, позволяет корректно спроектировать СЗ, т.к. измеренное его сопротивление растеканию соответствует проектному.

### Литература

1. ТКП 427-2012 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок / М-во энергетики Респ. Беларусь. – Минск : Энергопресс, 2013. – 160 с. : ил.
2. Инструкция по подготовке рабочих мест и допуску к работам под наведенным напряжением ВЛ 220-750 кВ Белорусской энергосистемы, № 14971, 1 этап: ВЛ-432 ВЛ-330 кВ Мирадино – ГРЭС 20; ВЛ-438 ВЛ-330 кВ Гомель – Кричев; ВЛ-460 ВЛ-330 кВ Белорусская – Барановичи. НИиПИ РУП «Белэнергосетьпроект», 2014.
3. Инструкция по подготовке рабочих мест и допуску к работам под наведенным напряжением ВЛ 220-750 кВ Белорусской энергосистемы, № 14971, 2 этап: ВЛ-340 ВЛ-330 кВ Гомель – Гомсельмаш; ВЛ-342 ВЛ-330 кВ Колядичи – ТЭЦ-4; ВЛ-343 ВЛ-330 кВ Минск Северная – ТЭЦ-4. НИиПИ РУП «Белэнергосетьпроект», 2014.
4. СТП 09110.20.188-11 ГПО «Белэнерго». Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше.
5. СТП 09110.20.189-12 ГПО «Белэнерго». Методические указания по проектированию и выполнению заземляющих устройств опор ВЛ напряжением 35-750 кВ.
6. ТКП 339-2011. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередач воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий.
7. Драко М.А. О необходимости вертикального электрического зондирования в местах установки опор ВЛ 35-750 кВ / М.А Драко, А.М. Короткевич, Э.П. Ковалев // Энергетическая стратегия. – 2015. – №1. – С. 25-27.