

ИЗМЕНИЛИСЬ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ВЛ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАВЕДЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Д.В. КОВАЛЕВ,
заместитель генерального директора по оперативной работе –
главный диспетчер ГПО «Белэнерго»

В статье рассмотрены изменения, внесенные в подраздел 7.15.3 «Работы на воздушных линиях под наведенным напряжением, на одной воздушной цепи многоцепной воздушной линии электропередачи» обновленного ТКП 427-2022 «Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации», введенного в действие с 1 июля 2022 года постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 09.03.2022 № 10.

Актуальность выработки современных подходов к эксплуатации ВЛ, находящихся под наведенным напряжением, обусловлена необходимостью повышения безопасности работ на таких объектах, а также оптимизации проведения ремонтных кампаний в электросетях. Практически все действующие ВЛ системообразующей сети находятся под наведенным напряжением, при этом многие из них проходят по территории двух и даже трех энергоснабжающих организаций. В связи с этим возрастает целесообразность внедрения технических решений, позволяющих совмещать работы на ВЛ, выполняемые одновременно на нескольких участках, с работами на подстанционном оборудовании. При таком подходе сокращается суммарная продолжительность времени отключения оборудования, снижается отрицательный эффект от увеличения технологического расхода электроэнергии на ее транспорт в ремонтной схеме и повышается надежность работы сетевого комплекса энергосистемы.

В соответствии с определением, данным в новой редакции ТКП 427, ВЛ под наведенным напряжением – это воздушная линия электропередачи и воздушная линия связи, которые проходят по всей длине или на отдельных участках общей длиной не менее 2 км на расстоянии от оси другой воздушной линии электропередачи напряжением 110 кВ и выше и (или) линии контактной сети электрифицированной железной дороги:

- для контактной сети электрифицированной железной дороги – 50 м и менее;
- для ВЛ 110 кВ – 100 м и менее;
- для ВЛ 220 кВ – 150 м и менее;
- для ВЛ 330 кВ – 200 м и менее;
- для ВЛ 750 кВ – 250 м и менее.

Поскольку в Республике Беларусь достаточно протяженная сеть ВЛ 110–330 кВ, организация ремонтных работ на таких линиях должна осуществляться с учетом наличия наведенного напряжения, превышающего регламентированный безопасный уровень в 25 В.

С целью обеспечения безопасного выполнения работ эксплуатирующие организации должны составлять перечни ВЛ, находящихся под наведенным напряжением. Эти перечни должны быть доведены до сведения всего персонала, участвующего в технической эксплуатации и диспетчерском управлении данными линиями.

Необходимо также классифицировать ВЛ по степени опасности наведенного напряжения. С этой целью на отключенной и заземленной с обоих концов ВЛ определяется уровень наведенного напряжения при передаче по влияющим ВЛ наибольшей мощности. Если максимальная величина показателя по всей длине ВЛ не превышает 25 В, линия относится к категории ВЛ с безопасным действием наведенного напряжения, в противном случае – к категории ВЛ с опасным действием наведенного напряжения.

Величина наведенного напряжения определяется расчетным или экспериментальным путем с приведением к длительно допустимым токам всех влияющих ВЛ. Данный подход основан на том, что на транзитной ЛЭП уровень нагрузки может изменяться в широких пределах, вплоть до длительно допустимых токовых нагрузок соответствующего оборудования. Более того, направление перетока мощности по конкретной ВЛ может изменяться на противоположное мгновенно – при проведении переключений или незапланированном отключении одного или нескольких влияющих на потокораспределение элементов сети.

Величина длительно допустимого тока устанавливается эксплуатирующей организацией с учетом пропускной способности проводов ВЛ, ограничений по допустимым токам подстанционного оборудования и других факторов. На основании произведенных расчетов в перечне отдельно выделяются ВЛ, уровень наведенного напряжения которых превышает 25 В. Согласно требованиям ТКП 427 работы на таких линиях должны производиться после выполнения специальных защитных технических мероприятий.

Редакцией ТКП 427-2012 предусматривалось, что в случаях, когда на отключенной ВЛ (цепи ВЛ), находящейся

под наведенным напряжением, не удастся уменьшить величину наведенного напряжения до уровня, не превышающего 25 В, работы необходимо выполнять:

- на линиях напряжением 0,4–10 кВ – с заземлением проводов с двух сторон от места работ, при этом расстояние между заземлениями должно быть не более 100 м;
- на линиях напряжением выше 10 кВ – с заземлением проводов только на одной опоре или двух смежных опорах. При этом заземлять ВЛ (цепь) в РУ запрещалось. Допускалась работа бригады только на опорах, на которых установлены заземления, и в пролете между ними; при необходимости проведения работы в двух и более пролетах (участках) ВЛ – разделение цепи на электрически не связанные участки путем разъединения петель на анкерных опорах. На каждом из таких участков у мест установки заземлений могла работать только одна бригада.

В связи с этим возникали следующие проблемные ситуации:

- сложность реализации графика ремонтов. Так как ремонт на линиях мог выполняться только одной бригадой и в одном месте, увеличивалось время ремонтной кампании и зачастую приходилось производить работы в неблагоприятные периоды года (осенне-зимний период), а также в выходные и праздничные дни;
- снижение надежности электроснабжения отдельных узлов нагрузки и устойчивости работы отдельных частей энергосистемы из-за длительного нахождения линий в ремонте. Следствием могло стать нарушение электроснабжения потребителей;
- периодическая перегрузка оставшихся в работе ВЛ при отключении транзитных линий. Это приводило к снижению пропускной способности межгосударственных сечений и экспортно-импортного потенциала Белорусской энергосистемы;
- вынужденное снижение мощности электростанций при отключении линий, по которым идет выдача мощности от станции, и, соответственно, снижение экономичности работы как самой станции, так и энергосистемы в целом;
- увеличение количества производимых оперативных переключений из-за неоднократного вывода линий в ремонт для завершения работ;
- рост материальных затрат на проведение ремонтных работ вследствие длительного времени использования техники и механизмов.

В новой редакции ТКП 427 определены специальные защитные технические мероприятия для обеспечения безо-



Рис. 1. ВЛ заземлена в начале и конце на подстанционное заземление



Рис. 2. ВЛ на одном конце разземлена, на другом – заземлена на подстанционное заземление

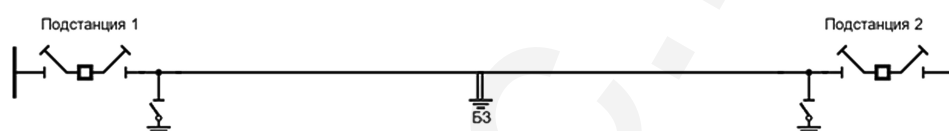


Рис. 3. ВЛ разземлена в начале и конце и заземлена на базовое заземление

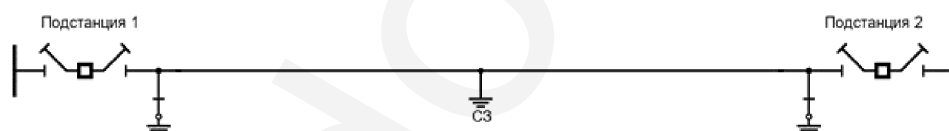


Рис. 4. ВЛ заземлена в начале и конце на подстанционное заземление и в одном или нескольких местах линии – на специальное заземление

пасности работ на ВЛ, находящихся под наведенным напряжением. В частности, прописано требование о разработке специализированными организациями инструкций по подготовке рабочих мест и допуску к работам на ВЛ под наведенным напряжением. На основании этих инструкций эксплуатирующие организации утверждают для каждой ВЛ перечень схем заземлений, разрешенных к применению. Схемы должны обеспечивать снижение уровня наведенного напряжения до величины не выше 25 В на всей ВЛ или на отдельных ее участках.

Как правило, в данных случаях применяются типовые схемы заземления, представленные в приложении К (рис. 1–4).

Требования к схемам заземления предусматриваются в инструкциях по подготовке рабочих мест и допуску к работам под наведенным напряжением. Используются следующие виды заземления:

- базовое (БЗ) – применяется для заземления ВЛ при разземлении ее в РУ и выполняется присоединением проводов всех фаз ВЛ к заземляющему устройству (ЗУ) опоры с помощью двух параллельных переносных заземлений для каждой фазы;
- дополнительное (ДЗ) – применяется при работах на линейном разъединителе станций (подстанций) и выполняется присоединением проводов фаз ВЛ в РУ станций (подстанций) к заземленным металлическим элементам оборудования с помощью переносного заземления, состоящего из двух параллельных переносных заземлений для каждой фазы;

- линейное (ЛЗ) – используется для заземления рабочего места и выполняется присоединением проводов фазы, фаз, троса, на которых производятся работы, к ЗУ (контуру заземления опоры или групповому инвентарному заземлителю) с помощью переносного заземления;

- подстанционное (ПЗ) – используется для заземления концов ВЛ и выполняется присоединением фаз ВЛ к ЗУ станции (подстанции) путем включения заземляющих ножей линейного разъединителя в сторону ВЛ;

- специальное (СЗ) – применяется для снижения уровня наведенного напряжения до безопасной величины на ВЛ, заземленной с обоих концов, или на ее отдельных участках и выполняется присоединением всех фаз ВЛ с помощью переносного заземления к ЗУ опоры, место которой и величина сопротивления заземлителя определены конкретно для каждой ВЛ.

В большинстве случаев применение данных схем заземления позволяет исключить отрицательные моменты, описанные выше, и более рационально использовать время и материальные ресурсы при выполнении ремонтных работ на ВЛ, находящихся под наведенным напряжением.

Все виды работ, связанные с возможным прикосновением к проводам (грозотросу) ВЛ и ВЛС, указанных в перечне, могут проводиться без применения основных электрозащитных средств только после выполнения технических мероприятий по снижению уровня наведенного напряжения до уровня, не превышающего 25 В.

Работы должны выполняться согласно технологическим картам или ППР. Технологическая карта может быть самостоятельным документом при наличии в ней требований безопасности к работам под наведенным напряжением, установленных разделом. В случае их отсутствия технологическая карта включается в состав ППР, в котором данные требования предусматриваются в обязательном порядке.

В новой редакции ТКП 427 приведены также требования к персоналу. Так, лица, допущенные к работам под наведенным напряжением, должны иметь группу по электробезопасности не ниже III и запись о допуске к проведению специальных работ в соответствии с требованием п. 4.2.7 ТКП. Для управления грузоподъемными машинами, механизмами при выполнении работ под наведенным напряжением допускается привлечение персонала с группой по электробезопасности не ниже II. При выполнении работ на ВЛ под наведенным напряжением в наряде-допуске указывается категория работ «Под наведенным напряжением».

Специальные и базовые заземления устанавливаются и снимаются по отдельным нарядам-допускам с соблюдением требований по конструктивному исполнению, местам установки и схемам заземлений в РУ.

Следует отметить, что в правилах сохранилось положение о возможности выполнения работ на ВЛ при отсутствии утвержденных схем заземлений или невозможности их применения, а также в случае, если на любой отключенной ВЛ, указанной в перечнях, не определен уровень наведенного напряжения либо отсутствует техническая возможность выполнить заземление во всех РУ (обрывы проводов, виды работ, связанные с разрезанием проводов и т.п.). В таких ситуациях устанавливается заземление на рабочем месте на одной опоре или двух смежных пролетах (соседних опорах от места работ). При этом заземлять ВЛ (цепь) в РУ или у секцион-

рующих аппаратов запрещается. Заземление на рабочем месте должно состоять из двух параллельных переносных заземлений, присоединенных к ЗУ опоры или групповому инвентарному заземлителю. На период установки и снятия таких заземлений необходимо уменьшить уровень наведенного напряжения, сняв его статическую составляющую одним из следующих способов:

- предварительным заземлением ВЛ в одном из РУ. При этом установка и снятие заземлений на рабочем месте выполняются по отдельным нарядам-допускам;

- поочередным временным заземлением провода каждой фазы (троса) с применением штанги с дугогасящим устройством. При этом заземляющий провод штанги должен быть предварительно присоединен к заземлителю, к которому присоединяется заземление проводов (тросов). Штанга может быть снята лишь после установки (или снятия) переносного заземления. Применение штанги с дугогасящим устройством указывается в наряде-допуске в строке «Отдельные указания».

Новая редакция ТКП 427 дополнена требованиями непосредственно к технологии установки заземлений и к заземляющим проводникам.

Заземления, применяемые для подготовки рабочего места, следует устанавливать в местах, где на них в процессе работы не может быть оказано механическое воздействие с нарушением их целостности. В ППР должны указываться мероприятия по обеспечению целостности заземлений. При работах, связанных с соединением или разрезанием шлейфов, запрещается установка заземлений на шлейфы анкерных опор ВЛ напряжением 220 кВ и ниже, а также на участки шлейфа между местом работы и первыми дистанционными распорками в шлейфе от места работы на ВЛ напряжением 330 кВ и выше (п. 7.15.3.1).

Кроме того, согласно пп. 7.15.3.15–7.15.3.18:

- при установке заземлений на металлических опорах следует присоединять спуски заземления к элементам опоры после проверки надежности присоединения выпуска контура заземления к нижним элементам опоры, при установке на железобетонных и деревянных опорах с заземляющими спусками – к выпуску контура заземления или части спуска, имеющим сварное соединение с выпуском контура заземления;

- при установке заземлений на железобетонных и деревянных опорах, не имеющих ЗУ, запрещается применять одиночный штыревой заземлитель, предусмотренный п. 6.4.3.10, перечисление в). Заземление необходимо присоединять к групповому заземлителю, состоящему не менее чем из трех вертикальных заземлителей с глубиной погружения не менее 0,5 м, забиваемых в грунт на расстоянии не менее 3 м друг от друга и соединяемых гибким медным проводником сечением не менее 25 мм²;

- при уравнивании потенциалов проводов, тросов, механизмов, заземляющих устройств запрещается применять легкоъемные подпружиненные зажимы. Уравнивание потенциалов осуществляются инвентарными заземлениями или шунтирующими перемычками, изготовленными согласно требованиям, предъявляемым к проводникам, контактам, зажимам соответствующим разделом ТКП 290, определяющим требования к заземлениям.