

Индивидуальные технические решения переходных пунктов КВЛ 35–220 кВ

Кабельно-воздушные линии (КВЛ) 35–220 кВ — это сложные инфраструктурные объекты, требующие нестандартного подхода при проектировании и выборе применяемых технических решений. АО «НПО «Стример» более 6 лет предлагает на рынке России и СНГ специализированные кабельно-воздушные переходные пункты на металлических опорах для КВЛ высокого напряжения. За это время накоплен опыт создания оригинальных конструкций, адаптированных к индивидуальным условиям размещения и эксплуатации объектов.

Ермошина М.С.,

к.ф.-м.н., MBA, представитель РНК СИГРЭ в исследовательском комитете CIGRE B2 Воздушные линии, руководитель направления альтернативного проектирования АО «НПО «Стример»

Глинский С.А.,

главный инженер направления альтернативного проектирования АО «НПО «Стример»

Перенасыщение населенной местности технологической и транспортной инфраструктурой, дефицит свободных территорий для осуществления бытовой и экономической деятельности человека, растущие потребности в повышении качества жизни и обеспечении энергетическими мощностями — вот те предпосылки, которые лежат в основе широкого распространения, которое получили комбинированные кабельно-воздушные линии. В сочетании с большой вариативностью конфигураций существующих и проектируемых объектов они задают

направление развития технических решений для КВЛ 35–110 кВ «от простого к сложному». Решения, с одной стороны, становятся более массовыми и повторяемыми, с другой стороны, все чаще возникает потребность в разработке и применении индивидуальных конструкций, адаптированных к конкретным требованиям и условиям эксплуатации.

К факторам, определяющим принципиальные отличия в требованиях к проектируемым переходным пунктам для типовых, на первый взгляд, КВЛ 35–220 кВ, можно отнести следующие обстоятельства:

- нестандартное расположение проводов и тросов в смежном с переходным пунктом существующем или вновь проектируемом пролете ВЛ;
- стесненные условия для размещения опоры переходного пункта и смежного воздушного пролета, обусловленные необходимостью соблюдать нормируемые расстояния до соседних объектов;
- особые требования по безопасности при размещении и эксплуатации оборудования на переходных пунктах;
- состав и условия размещения дополнительного оборудования, монтируемого на переходном пункте (элементы ВОЛС, оборудование ВЧ-связи, аппаратура систем мониторинга КВЛ, коммутационные аппараты, технологические запасы и системы резервирования).

Инженеры и конструкторы АО «НПО «Стример» обладают

многолетним опытом в решении сложных технических задач, обусловленных сочетанием нескольких факторов из приведенных выше.

Так, при разработке проекта переустройства ВЛ 35 кВ Пермь — Суханки в Перми в комбинированную КВЛ 35 кВ для освобождения территории города под строительство нового участка автомобильно-дорожной сети инженеры столкнулись с необходимостью выполнить кабельно-воздушный переход на участке ВЛ с нестандартным расположением проводов — одноцепная ВЛ 35 кВ, выполненная односторонним подвешиванием единственной цепи на двухцепных опорах и расположенная в непосредственной близости к другим ВЛ высокого напряжения. Задача осложнялась тем, что концевую анкерную опору переходного пункта требовалось установить в разрезаемом пролете между двумя промежуточными опорами, сохранив при этом существующие тяжения и все существующие габариты от фазных проводов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Для решения этой ситуации специалистами АО «НПО «Стример» был разработан комплектный переходной пункт ПКПО-КВ-35.1-1.1+5В, выполненный на компактной одноцепной многогранной опоре с односторонним расположением фаз и с траверсами длиной 2,8 м (рисунок 1). Данная конструкция ПКПО позволила вписать вновь устанавливаемый переходной пункт в сложные стесненные условия рядом с трассами нескольких



Рис. 1. Переходной пункт ПКПО-КВ-35.1-1.1+5В на многогранной опоре с односторонним расположением траверс

существующих ВЛ и обеспечить требуемые параметры по габаритам и нагрузкам для сохраняемого участка воздушного пролета.

Аналогичное одностороннее расположение траверс было выбрано при разработке переходного пункта 110 кВ для выполнения одноцепной воздушно-кабельной отпайки на проектируемую ПС 110/10 кВ «Лучистая» от существующей двухцепной ВЛ 110 кВ Кирилловская — РИП в Новороссийске. Одностороннее расположение траверс было обусловлено тем, что отпайка выполнялась только от одной цепи двухцепной ВЛ, то есть конфигурация отпаечного пролета должна была совпадать с конфигурацией соответствующей цепи на отпаечной анкерной опоре. Однако основная сложность в реализации этого проекта заключалась в размещаемом на опоре переходного пункта оборудовании. Техническими условиями заказчика были предусмотрены:

- установка линейного разъединителя 110 кВ для отделения воздушной и кабельной частей КВЛ;
- установка на переходном пункте аппаратуры ВЧ-связи для одной фазы ВЛ, в том числе подвешивание катушки ВЧ-заградителя на нижней траверсе;
- размещение всего оборудования на специализированных эксплуатационных площадках.

Задача компактизации переходного пункта в стесненных условиях не стояла, поэтому было выбрано решение на решетчатой опоре. Специалисты АО «НПО «Стример» разработали и поставили заказчику одноцепный переходной пункт ПКПО-АКЭП-110.2-1.1-1 в комплекте с размещаемым на нем оборудованием, учитывающий все требования заказчика (рисунки 2 и 3). Конструкция опоры переходного пункта с односторонним расположением траверс включает:

- площадку АКЭП для размещения и обслуживания концевых кабельных муфт и ОПН;
- рамудля размещения трехполюсного линейного разъединителя 110 кВ и конденсатора ВЧ-связи;
- площадку для оперирования приводами линейного разъединителя;
- консоль с креплениями для подвеса катушки ВЧ-заградителя.

Строительство новой одноцепной КВЛ 220 кВ Яблоновская — Новая в Краснодарском крае происходит в труднодоступной местности, не насыщенной технологическими объектами, в условиях, не стесненных требованиями к соблюдению габаритов до рядом стоящих объектов. Кабельные участки на данной КВЛ используются для преодоления природных преград. Соответственно, ограничения по размеру переходного пункта не накладыва-

лись. Требования по размещению дополнительного эксплуатационного оборудования также не предъявлялись. В связи с этим была реализована возможность выполнить переходной пункт на специализированной одноцепной решетчатой опоре, разработанной на базе унифицированной опоры У220-3+14.

В соответствии с техническим заданием заказчика на переходном пункте должны быть реализованы два важных технических решения:

- площадка с ограждением для размещения и обслуживания концевых муфт и ОПН;
- размещение на переходном пункте постоянной четвертой резервной фазы силового кабеля с установкой четвертого резервного комплекта концевой муфты и ОПН.

Специфика задачи заключалась в том, что, во-первых, резервная фаза должна быть одинаково легко доступной для переподключения к ней посредством шлейфа любой из трех фаз воздушного провода, а во-вторых, все четыре кабеля при прохождении через конструкции площадки должны были оказаться в рамках одного общего замкнутого магнитного контура для предотвращения наведения вихревых токов Фуко в конструкциях площадки.

Оптимальным решением задачи стало размещение концевых ка-



Рис. 2. Переходной пункт ПКПО-АКЭП-110.2-1.1-1 на решетчатой опоре с двумя площадками в профиль



Рис. 3. Переходной пункт ПКПО-АКЭП-110.2-1.1-1 на решетчатой опоре с двумя площадками анфас



Рис. 4. Переходной пункт ПКПО-АКЭП-220 на решетчатой опоре с эксплуатационной площадкой



Рис. 5. Унифицированный цифровой переходной пункт ППМ-110

бельных муфт на площадке АКЭП фактически по окружности вокруг специального проема для пропуска силовых кабелей, организованного в центре этой площадки (рисунок 4). При этом муфты трех рабочих фаз оказались расположены слева, справа и посередине спереди площадки АКЭП, каждая под проводом своей фазы, а четвертая резервная расположена посередине в задней части площадки под средним фазным проводом и симметрично равноудаленно от двух крайних фазных проводов. Для компактизации расположения находящегося под напряжением эксплуатационного оборудования и соблюдения изоляционных расстояний до заземленных частей опоры опорные рамы с комплектами из муфт и ОПНов были размещены не перпендикулярно к продольным и поперечным осям, а по диагонали.

В крупных агломерациях и промышленных центрах электрические сети работают в условиях наибольшей ответственности по надежности и эффективности функционирования, а трассы линий электропередачи проходят в максимально насыщенной инфраструк-

турными объектами местности. В таких обстоятельствах сочетания повышенных требований, предъявляемых к организации переходных пунктов, перестают быть уникальными, а базовый состав коммутационного и дополнительного вторичного оборудования становится общим для большого количества реализуемых КВЛ.

В качестве универсального и компактного решения, оснащенного коммутационной аппаратурой и учитывающего большое количество возможных вариантов оснащения дополнительным вторичным оборудованием, можно рассмотреть унифицированный цифровой переходной пункт ППМ-110 (рисунок 5). Изначально разработанный АО «НПО «Стример» по заказу ПАО «Россети Московский регион», как индивидуальное изделие, заменяющее закрытый переходной пункт в сложных и стесненных условиях, ППМ-110 фактически стал серийной универсальной платформой. Цифровой переходной пункт ППМ-110 оборудован линейными разъединителями 110 кВ с электромоторными приводами для разделения воздушной и ка-

бельной частей КВЛ, системой рабочего освещения, аппаратурой системы питания собственных нужд, двумя полностью огороженными площадками для размещения и обслуживания первичного и вторичного оборудования, предусмотрена установка различных систем мониторинга и измерений, связи, дистанционного управления технологическими процессами (ТМ/АСУ ТП), селективного АПВ. Таким образом, ППМ-110 может быть применен как готовое решение с минимальными модификациями в части размещаемого оборудования во многих сложных ситуациях, требующих одновременно организации безопасного для персонала пространства, установки коммутационных аппаратов и оснащения большим количеством дополнительного первичного и вторичного оборудования. При этом для его размещения достаточно землеотвода, сопоставимого с землеотводом стандартной опоры У110-1+5.

Поскольку в основе возникновения необходимости перевода ЛЭП из воздушного исполнения в кабельное изначально лежит невозможность или высокая техническая сложность исполнения или сохранения воздушной линии на каком-либо участке, но при этом сам переход невозможен без опоры и проводов ВЛ, довольно часто задача организации перехода становится нетривиальной. Подход к этой задаче как к поиску индивидуального решения, на первый взгляд, может показаться достаточно сложным, а результаты недостаточно унифицированными с существующими типовыми изделиями для воздушных и кабельных линий. Однако хорошо известные типовые изделия часто не в состоянии выдерживать возрастающие нагрузки, не вписываются в имеющееся свободное пространство и не позволяют разместить дополнительное оборудование. Поэтому именно индивидуальный подход к созданию переходного пункта позволит в итоге получить наиболее оптимальную конструкцию, наилучшим образом соответствующую условиям размещения и эксплуатации. **Р**