

За последние годы потребность в безопасных и надежных переходных пунктах (ПП) для соединения кабельных и воздушных линий существенно увеличилась. В качестве опоры для таких пунктов в КВЛ 35–110 кВ применяют как многогранные, так и решетчатые конструкции.

Петербургские авторы рассматривают нормативные требования к размещению ПП и сравнивают технико-экономические характеристики возможных вариантов сооружения, что помогает адекватно оценить их достоинства, особенности применения и адаптации к условиям заказчика.

ПЕРЕХОДНЫЕ ПУНКТЫ ДЛЯ КАБЕЛЬНО-ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ Особенности применения решетчатых и многогранных опор

Большинство переходных пунктов (ПП) на классы напряжения 35–110 кВ выполняются на опорах ВЛ благодаря тому, что чаще всего в состав оборудования входят только концевые муфты и ОПН, которые компактно размещаются на опоре ВЛ. Такое решение позволяет снизить капитальные затраты на строительство, а также установить ПП в условиях стесненного землеотвода.

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ ПП

Организация ПП мало освещена в нормативной документации. Существуют разрозненные требования, указанные в тех или иных документах, но фактически выбор конструкции ПП – каждый раз процесс индивидуального проектирования согласно пожеланиям и требованиям заказчика.

С учетом накопленного опыта можно сказать, что каждая сетевая организация при предъявлении требований к ПП руководствуется скорее привычными для себя традициями строительства линий электропередачи и подстанций, чем опытом других сетевых организаций, новыми международными тенденциями и новинками электротехнического оборудования. Такой подход очень просто объяснить: отсутствует система единых выработанных требований, указания нормативной документации сильно разнятся и зачастую противоречат друг другу.

Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе» (п. 2.6.2.23) указывает, что при размещении ПП на специальных переходных опорах (порталах) необходимо предусматривать следующие решения:

- конструкция опор должна учитывать дополнительную нагрузку;
- кабельные муфты, ОПН, опорные изоляторы и другое оборудование должны быть размещены на специальных конструкциях, позволяющих выполнять работы по обслуживанию оборудования без сборки лесов и применения подъемных механизмов;
- должен быть исключен доступ сторонних лиц.

Кроме того, действует стандарт ПАО «Россети» СТО 34.01-21.1-001-2017 «Распределительные электрические сети напряжением 0,4–110 кВ. Требования к технологическому проектированию», в п. 8.12.3.4 которого содержатся требования к ПП на опорах:

- для двухцепных КВЛ: ПП каждой цепи размещены на отдельных опорах;
- кабельные муфты, ОПН, опорные изоляторы и другое оборудование размещены на специальных конструкциях на высоте не менее 10 м;
- для монтажа и эксплуатации оборудования ПП на опорах предусмотрены площадки.

Зачастую представители сетевых организаций настаивают на создании одной эксплуатационной площадки для размещения на ней всего оборудования, ссылаясь на нормативные документы. Но исходя из этих документов можно вывести только одно требование: оборудование должно быть доступно для обслуживания без сборки лесов и применения подъемных механизмов (фото 1).

Марина Ермошина,
к.ф.-м.н., руководитель направления
альтернативного проектирования

Станислав Глинский,
главный инженер направления
альтернативного проектирования

Мария Александрова,
ведущий специалист направления
альтернативного проектирования
АО «НПО «Стример»,
г. Санкт-Петербург

Таким образом, размещение оборудования возможно как на одной эксплуатационной площадке, расположенной под нижней траверсой, так и непосредственно на самих траверсах опоры ПП (фото 2).

При этом, если следовать п. 8.12.3.4 СТО ПАО «Россети», то как раз единая горизонтальная площадка не отвечает требованиям, так как ее размещение на высоте 10 м, как того требует стандарт, весьма затруднительно. С одной стороны, габарит от проводов до земли в населенной местности для линий напряжением 35–110 кВ составляет 7 м и размещение оборудования выше уровня фазных проводов накладывает ограничения на площадку обслуживания, заставляя увеличивать ее размеры для соблюдения изоляционных расстояний. С другой стороны, требования к размещению оборудования на специальной площадке на одном уровне, на высоте не менее 10 м, в 1,1–1,7 раза увеличивают металлоемкость опоры.

При этом на практике разъединители, относящиеся в данном требовании к «другому оборудованию», чаще всего размещаются на высоте 3–5 м для удобства обслуживания и из-за технологического ограничения длины вала привода.

Целесообразно установить требование о размещении всего оборудования на эксплуатационных площадках на высоте не менее 7 м, а также, исходя из опыта эксплуатации, установить требование о размещении разъединителей на опорах ВЛ на высоте не менее 3,5 м с установкой ограждения с антивандальной защитой (фото 3).

Касательно размещения каждой цепи на отдельном ПП, необходимо отметить, что данное требование редко исполняется. За последние годы было реализовано множество проектов с применением двухцепных ПП на решетчатых и многогранных опорах (фото 4, 5). Эксплуатирующие компании продолжают включать подобные ПП в технические задания, что говорит об отсутствии отрицательного опыта эксплуатации.

Кроме того, в соответствии с данным требованием, для перевода двухцепной линии в кабельное исполнение потребуется два одноцепных ПП вместо одного двухцепного, что в 1,5–1,8 раза увеличивает материалоемкость перехода ВЛ в КЛ и стоимость строительно-монтажных работ, а также требует организации большего землеотвода.

Поэтому на практике выбор конструкции ПП – это каждый раз процесс индивидуального проектирования, зачастую зависящий от привычных предпочтений сетевых организаций. В одних сетях это закрытые ПП, в других сетях это опоры с одной горизонтальной эксплуатационной площадкой, а в третьих – опоры с вертикальным расположением оборудования.

ОПОРЫ ДЛЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПУНКТОВ

В качестве опор ПП применяют как многогранные, так и решетчатые конструкции.

Перед принятием решения об установке оборудования на решетчатую опору, выполненную по типовому проекту советской эпохи, необходимо проверить конструкцию на нагрузки и воздействия согласно действующей на данный момент нормативной документации.

Монтаж кабельных муфт на переходном пункте типа ПКПО в Московской обл.



Фото 1 • Размещение оборудования ПКПО на траверсах многогранной опоры в Челябинской обл.



Фото 2 •

Ограждение с антивандальной защитой на ПКПО с разъединителем в Краснодарском крае



Фото 3 •

Двухцепный ПКПО для линии напряжением 35 кВ в Петрозаводске



Фото 4 • Двухцепный ПКПО для линии напряжением 110 кВ в Белгородской обл.



Фото 5 •

За последние 30 лет нормативная база для расчета опор претерпела серьезные изменения. ПУЭ 7-го изд. изменили методику расчета проводов, существенно увеличив собираемые на конструкции нагрузки. Актуализированные редакции СНиП внесли существенные корректировки в расчеты стальных конструкций. Новые редакции ГОСТ Р ужесточили требования к надежности и безопасности, повысив соответствующие коэффициенты.

Большинство же ВЛ на территории России проектируются с использованием типовых унифицированных решений прошлого века. Такие опоры были спроектированы при действии ПУЭ 6-го и более ранних изданий. На данный момент альбомы типовых унифицированных опор, разработанные с 1960 по 1990 гг., переведены в разряд материалов для проектирования без права привязки с использованием их в качестве материалов ►

Цифровой переходной пункт

для организации перехода воздушной линии в кабельную напряжением 110 кВ



- Цифровизация
- Компактность и высокая насыщенность технологическим оборудованием
- Селективное АПВ
- Комплектность поставки
- Скорость и удобство монтажа
- Полный объем документации

Интересно?
Подробнее тут:



АО «НПО «СТРИМЕР»
191024, Санкт-Петербург, Невский пр.,
д. 147, офис 17-Н
+7 (812) 327-08-08

order@streamer.ru
www.streamer.ru

► при разработке конкретных проектов. Их использование невозможно без перерасчета, а чаще и без усиления отдельных элементов и внесения конструктивных изменений.

Таким образом, при расчете конструкции опоры ВЛ, а тем более при расчете ответственного сооружения, как ПП, тело опоры и траверсы должны быть пересчитаны на ветровые и гололедные нагрузки, соответствовать району по сейсмической активности. Кроме того, конструкции должны быть рассчитаны на размещение оборудования непосредственно на опоре, а также на дополнительную нагрузку от эксплуатационных площадок.

Часто установка ПП на опоре требуется не только при строительстве новой ВЛ, но и при реконструкции старой, например, в связи с появлением новых объектов промышленной или жилой застройки, строительством инженерно-технических сооружений (например, автомагистралей), что влечет за собой перевод части ВЛ в подземный кабель. Необходимость в ПП может также возникать при организации кабельной отпайки от существующих ВЛ для питания строящихся подстанций.

В таком случае может встать вопрос: возможно ли организовать ПП на существующей опоре? Такой вариант обычно рассматривается при ограниченном бюджете на строительство и может быть выходом из ситуации при невозможности длительного отключения ВЛ, которое может потребоваться для проведения демонтажа старой и установки новой опоры, а также монтажа электрооборудования переходного пункта.

Организация ПП на существующей опоре выглядит простым решением ряда технических и финансовых проблем. Такой вариант реализуем, но невозможен без проведения контрольных мероприятий:

- натурного обследования опоры;
- проведения проверочных расчетов, подтверждающих прочность и достаточную несущую способность конструкции существующей опоры с учетом установки на нее дополнительного оборудования переходного пункта и организации эксплуатационных площадок.

Обследование технического состояния существующей опоры ВЛ – первый шаг для оценки возможности реализации подобного технического решения. ВЛ подвергаются воздействию внешних климатических нагрузок, величина которых с определенной вероятностью может превышать расчетные, предусмотренные проектом линии. Проявляется влияние длительного срока эксплуатации и ошибок при проектировании: многие опоры имеют сверхнормативные отклонения по вертикали из-за недостаточной несущей способности грунтов основания фундаментов и изменения грунтовых условий. Возможны также повреждения ВЛ, связанные с техногенными факторами, например из-за наезда на опоры транспортных средств.

Наряду с повреждениями отдельных элементов ВЛ в процессе эксплуатации, связанными с браком при монтаже, происходит общее старение и снижение прочности и надежности компонентов ВЛ, находящихся в исправном состоянии.

Второй шаг – расчет остаточной прочности конструкции и проверочных расчетов на собранные нагрузки в соответствии с требованиями действующих нормативных документов. Необходимо отметить, что при расположении оборудования на специальной площадке на одном уровне вес площадки может составлять до трети веса опоры. Не каждая конструкция решетчатой опоры способна выдержать такую дополнительную нагрузку. Усиление конструкции дополнительными уголками, монтируемыми параллельно существующим, – крайняя мера. Усиление должно быть тщательно рассчитано и сконструировано.

Можно сделать вывод, что конструкции решетчатых опор в настоящее время не применимы с расчетными данными, указанными на их монтажных схемах. Для использования опор типовых унификации сегодня требуется ограничение области их применения, усиление конструкций, уточнение геометрических параметров опор, обеспечение требований к безопасному подъему на опору и выполнению работ под напряжением, обеспечение угла грозозащиты.

В последние годы широкое распространение получили ПП, выполняемые на многогранных опорах ВЛ, например пункты комплектные переходные опорные ПКПО-КВ [1]. Такие конструкции компактны, эстетичны и, самое главное, удовлетворяют всем требованиям действующих нормативных документов, обеспечивая безопасность, надежность и удобство эксплуатации.

В качестве специальных конструкций для размещения и обслуживания оборудования в составе ПП на многогранных опорах применяются траверсы и эксплуатационные площадки. Предусмотрены переходные площадки и поручни для безопасного передвижения по опоре к местам расположения оборудования и узлам крепления изолирующих подвесок. Дополнительно поручни могут использоваться в качестве анкерных точек. Вертикальная лестница снабжена стационарной жесткой анкерной линией (ЖАЛ) с возможностью применения средств защиты ползункового типа (каретки).

Опора переходного пункта ПКПО-КВ рассчитана на дополнительные нагрузки от оборудования и эксплуатационных площадок. Кроме того, существуют унифицированные решения для размещения на опоре дополнительного оборудования, такого как разветвители [2].

СРАВНЕНИЕ РЕШЕЧАТЫХ И МНОГОГРАННЫХ ОПОР ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ПП

Известно, что при расстановке опор на трассе применение многогранных опор и типовых решетчатых опор имеет существенные различия. Многогранные опоры, изначально рассчитанные с учетом требований действующих нормативных документов, позволяют произвести расстановку опор по трассе с увеличенными пролетами по сравнению с пролетами, возможными при применении типовых решетчатых опор, рассчитанных на аналогичные условия. Таким образом, при выборе многогранных опор сокращается количество металлоконструкций на один километр трассы, что позволяет существенно снизить капитальные затраты на строительство.

При сравнении стоимости ПП, выполненных с применением различных конструктивных решений, нужно учитывать весь цикл затрат на строительство ПП, а не только стоимость материалов. Необходимо учитывать особенности установки и монтажа решетчатых и многогранных опор. За счет трудоемкого процесса монтажа и установки решетчатых опор, а также большого объема земляных работ, необходимых для устройства котлована под фундаменты решетчатой опоры, стоимость работ по монтажу и установке многогранных опор и фундаментов к ним из стальных свай-оболочек оказывается существенно ниже.

Кроме того, адаптация решетчатой опоры для ПП включает в себя трудоемкий процесс перерасчета и переконструирования в соответствии с требованиями действующих нормативных документов с учетом всех дополнительных нагрузок от оборудования и площадок для его размещения. Стоимость такого перерасчета, а также последующая разработка чертежей стадии КМД (конструкции металлические детализированные) на заводе-изготовителе может существенно влиять на итоговую стоимость строительства и сроки производства ПП на решетчатой опоре.

Многогранные опоры в составе ПКПО изначально рассчитаны в качестве опорных конструкций ПП и в случае необходимости легко адаптируются к условиям конкретного проекта.

Таким образом, при сравнении всего цикла затрат на организацию ПП на решетчатых и многогранных опорах можно сделать вывод, что решетчатые опоры, за счет более низкой стоимости металла, но большего объема инженерных и строительно-монтажных работ, по стоимости в одних случаях оказываются сопоставимы, а в других случаях – дороже ПП на многогранных опорах.

ПП на многогранных опорах обладают существенными достоинствами по сравнению с размещением на решетчатых опорах: возможна их быстрая и гибкая адаптация к специфическим требованиям заказчика и условиям строительства, они соответствуют действующим нормативно-техническим документам, обеспечивают надежность и безопасность в процессе эксплуатации, сочетают удобство с высокой скоростью выполнения строительно-монтажных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермошина М.С., Александрова М.В. Современное решение для соединения высоковольтных воздушных и кабельных линий // Электроэнергия. Передача и распределение. 2018. № 2(47). С. 68–69.
2. Ермошина М.С., Александрова М.В., Глинский С.А. Кабельно-воздушные линии 35–110 кВ. Обеспечение коммутаций на переходных пунктах // Новости ЭлектроТехники. 2019. № 2(116). С. 54–56.