

Проектирование и монтаж узлов транспозиции экранов

Понятие «транспозиция экранов» хорошо известно тем энергетикам, которые применяют в своих сетях однофазные кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Это техническое решение позволяет минимизировать наведённые в экранах кабелей токи промышленной частоты и вызванные ими потери активной мощности, а значит — повысить эффективность кабельных линий. К сожалению, пока ещё встречается неудачная компоновка узлов транспозиции, затрудняющая монтаж и эксплуатацию.

Михаил ДМИТРИЕВ,
заместитель директора по научной работе
ПКБ «Росэнергомонтаж», к.т.н.

КОРОБКА ТРАНСПОЗИЦИИ

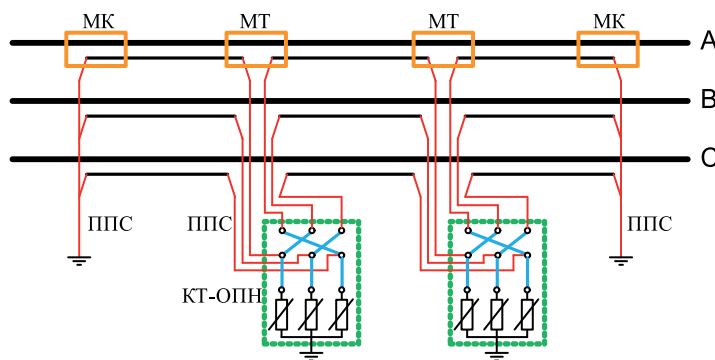
В настоящее время в сетях 110—500 кВ прокладываются однофазные кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Согласно Стандарту ОАО «ФСК ЕЭС» [1] практически каждая из линий с такими кабелями требует внедрения мер борьбы с паразитными потерями в экранах, среди которых известны:

- одностороннее заземление экранов;
- транспозиция экранов.

Оба мероприятия дают одинаковый результат (уход от потерь), но имеют различную область применения: одностороннее заземление экранов используется для линий длиной до 500—1000 м, а в остальных случаях нужна транспозиция экранов.

Для организации транспозиции (рис. 1) кабельная линия делится на кратное трём число участков примерно равной длины. В местах сопряжения участков устанавливаются специальные соединительные муфты с выводами экранов наружу, называемые транспозиционными муфтами (МТ). Экраны кабеля выводятся из МТ при помощи соединительного провода с полиэтиленовой изоляцией (ППС) и заходят в коробки транспозиции (КТ-ОПН), в которых установлены ограничители перенапряжений (ОПН) для защиты оболочки кабеля от импульсных пере-

Рис. 1. Транспозиция экранов кабельной линии с однофазными кабелями



напряжений. По концам кабельной линии экраны выводятся из концевых муфт (МК) и просто заземляются.

Внешний вид распространённой в России коробки транспозиции типа КТ-ОПН приведён на рис. 2, а этапы её монтажа подробно описаны в статье [2].

Важнейшим требованием, которое предъявляется к коробке транспозиции, является её максимальная герметичность, предполагающая в худшем случае даже эксплуатацию под водой. Разумеется, что 100% герметичность коробки может быть гарантирована лишь тогда, когда сведено к минимуму число открытий и закрытий её крышки. Именно поэтому в конструкции КТ-ОПН реализованы два важнейших запатентованных решения:

Рис. 2. Коробка транспозиции экранов однофазных кабелей



- присоединение проводов ППС к коробке осуществляется только снаружи, через шесть проходных изоляторов, т.е. при монтаже коробки её не надо открывать;
 - внутри коробки размещены специальные ОПН с малым током проводимости, т.е. в процессе эксплуатации линии при периодических испытаниях оболочки кабеля постоянным напряжением 10 кВ не надо открывать коробку и отсоединять от экранов размещённые в ней ОПН.
- Отмеченный комплекс мероприятий позволяет максимально долго сохранить герметичность коробки, проверенную в заводской лаборатории (рис. 3).

Рис. 3. Заводские испытания коробки на герметичность



К сожалению, порой возникают обстоятельства, требующие вскрытия коробки транспозиции — это поиск повреждений главной изоляции или оболочки кабельной линии, когда в коробках желательнее заменить перекрёстное соединение экранов на прямое. Разумеется, после этого нет полной уверенности в том, так ли внимательно монтажники закрыли крышку коробки, не утеряно ли уплотнение, равномерно ли и с верным ли усилием затянуты более десятка болтов крышки.

В подобных случаях после открытия/закрытия крышки коробки транспозиции рекомендуется выполнить проверку герметичности с помощью полевой установки, аналогичной представленной на рис. 3. Процедура простая и основана на создании

внутри коробки повышенного давления (например, с привлечением автомобильного компрессора) и далее измерения этого давления спустя 5 минут.

КОЛОДЕЦ ТРАНСПОЗИЦИИ

Коробки транспозиции КТ-ОПН располагаются по трассе кабельной линии в специальных местах, защищённых от проникновения случайных лиц и называемых колодцами транспозиции. Как оказалось, конструкция колодца транспозиции очень сильно влияет на качество монтажа размещаемых в нём коробок транспозиции, а также на удобство последующей эксплуатации всей кабельной линии.

Для того чтобы монтаж и эксплуатация транспозиции экранов были наиболее удачны, рекомендуется придерживаться нескольких простых, но важных правил.

1. Колодец транспозиции должен быть такого размера, чтобы был обеспечен удобный подход к коробке. Колодец не должен быть маленьким и мелким, так как в нём нельзя будет развернуться, он будет легко затопляться водой, а зимой насквозь промерзает. Лучше всего использовать железобетонные колодцы типа ККС-5, так как они просторны и позволяют разместить сразу две коробки (в случае двухцепной кабельной линии), достаточно прочны, массивны (не будут выдавлены грунтом).
2. Коробка должна размещаться в верхней части колодца, чтобы попадающие в колодец грунтовые и дождевые воды редко достигали коробки, и чтобы зимой она не вмёрзала в лёд.
3. Коробка должна размещаться так, чтобы проходные изоляторы смотрели вниз, в пол колодца, ведь именно в нижней части колодца в него при помощи ППС заводятся шесть экранов кабельной линии, отходящих от транспозиционных муфт.
4. Сечение жилы провода ППС должно быть равно сечению экрана силового кабеля (как правило, до 240 мм²). Не рекомендуется применять «универсальные» провода сечением 400 мм², поскольку они настолько жёсткие, что при монтаже их невозможно изогнуть и ввести в проходной изолятор коробки транспозиции.
5. Монтаж и испытания кабельной линии не требуют вскрытия коробок КТ-ОПН. Открывать/закрывать крышку коробки может потребоваться лишь в случае поиска повреждений изоляции кабеля или его оболочки.

На рис. 4 схематично отражены первые три из пяти названных выше простых правил обустройства колодца транспозиции.

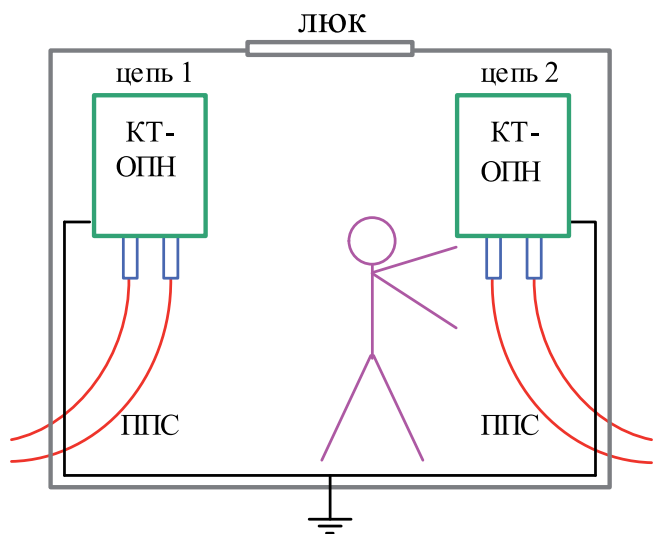
НЕУДАЧНЫЕ РЕШЕНИЯ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

К сожалению, в последнее время появился ряд силовых кабельных линий, где при обустройстве узлов транспозиции сделаны серьёзные отступления от названных выше правил. Разберём один из таких случаев, выявленный в Санкт-Петербурге.

Фотографии колодца транспозиции с установленной коробкой, сделанные на этой линии весной 2015 года, представлены на рис. 5 и 6. В чём были ошибки?

Во-первых, применён маленький колодец транспозиции (узкий и неглубокий), который легко затаплива-

Рис. 4. Монтаж коробки в колодце транспозиции двухцепной кабельной линии



ется водой, а зимой насквозь промерзает (ни одна из известных в мире фирм не делает коробки транспозиции для эксплуатации во льду). Неудачно выполнена крышка колодца, из-за чего зимой она так сильно примерзала к его стенкам, что её было не открыть. Также существует риск выдавливания колодца.

Во-вторых, для соединения экранов кабеля с коробкой транспозиции были взяты провода огромного сечения 400 мм², что, учитывая их жёсткость и малый габарит колодца, не позволило нормально присоединиться к проходным изоляторам. Чтобы выйти из положения, монтажникам пришлось вскрыть коробку, убрать из неё проходные изоляторы, присоединить к изъятым изоляторам провода и только после этого с большими усилиями устанавливать изоляторы обратно в корпус коробки, но порой уже без штатных уплотняющих колец. Иными словами, при монтаже были нарушены инструкции завода-изготовителя КТ-ОПН.

В-третьих, из-за малого размера колодца при монтаже коробки транспозиции её не удалось разместить проходными изоляторами вниз, ведь тогда до них было бы не добраться — поэтому коробку разместили на боку так, что крышка оказалась сверху. Расположенная подобным образом коробка, с учётом утери уплотняющих колец, вела себя как своеобразная накопительная ёмкость для воды и не способна была самостоятельно её стравливать (даже в те времена года, когда уровень воды в колодце транспозиции опускался).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рекомендуется придерживаться отмеченных в статье правил обустройства узлов транспозиции (в части выбора размеров колодца транспозиции и расположения в нём коробки транспозиции КТ-ОПН).
2. Следует минимизировать число манипуляций с крышкой коробки транспозиции, так как при небрежном обращении они чреваты потерей герметичности. На время монтажа коробки транспозиции КТ-ОПН или на время испытаний оболочки кабельной линии постоянным напряжением 10 кВ открывать коробку не надо.

3. В случае если вскрытие коробки КТ-ОПН всё же потребовалось, то полезной будет проверка герметичности коробки, которую легко выполнить при помощи компактной переносной установки (автомобильный компрессор и манометр).
4. Целесообразно шире привлекать производителей коробок транспозиции для экспертизы принимаемых проектных решений, для контроля за соблюдением правил монтажа и эксплуатации узлов транспозиции, а также для проверки герметичности коробок в полевых условиях. 📷

ЛИТЕРАТУРА

1. СТО 56947007-29.060.20.103-2011. Силовые кабели. Методика расчёта устройств заземления экранов, защиты от перенапряжений изоляции силовых кабелей на напряжение 110—500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена.
2. Дмитриев М.В. Выбор и реализация схем заземления экранов однофазных кабелей 6—500 кВ // Журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение», № 6(21), 2013, с. 90—97.

Рис. 5. Коробка транспозиции, установленная в «компактном» колодце транспозиции



Рис. 6. Вскрытие коробки транспозиции в «компактном» колодце транспозиции

