

Пластиковые колодцы для транспозиции экранов кабелей 6–500 кВ

Михаил ДМИТРИЕВ,
Санкт-Петербургский политехнический университет,
к.т.н., доцент

Транспозиция экранов однофазных кабелей является проверенным средством снижения потерь в кабельной линии и повышения её пропускной способности. Обустройство транспозиции экранов в зависимости от особенностей проекта может уменьшить стоимость потерь в кабельной линии на десятки и сотни тысяч рублей ежегодно, а также увеличить её пропускную способность, иногда до двух раз! Однако в настоящее время, к сожалению, ещё нет такой компоновки узлов транспозиции, которая бы полностью удовлетворяла требованиям монтажных и эксплуатирующих организаций. Продолжим рассуждения статьи [1], опубликованной во втором номере журнала «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение».

ВВЕДЕНИЕ

В состав узла транспозиции входят три основных элемента:

- колодец транспозиции;
- коробка транспозиции;
- контур заземления.

Коробка транспозиции размещается в колодце транспозиции, а по его периметру обустраивается

контур заземления с необходимым сопротивлением. Каждый из трёх названных элементов узла транспозиции достоин серьёзного обсуждения, но в этой статье коснёмся главным образом колодцев.

В России действует стандарт [2], разработанный ПАО «ФСК ЕЭС», с помощью которого осуществляется выбор оптимальной схемы соединения и заземления экранов кабелей, и зачастую такой схемой оказывается транспозиция экранов.

Формально стандарт распространяется на классы напряжения от 110 до 500 кВ, и поэтому может ошибочно показаться, что в сетях 6—35 кВ нет проблемы заземления экранов. На самом же деле уход в [2] от классов 6—35 кВ связан лишь с тем, что ПАО «ФСК ЕЭС» занимается, прежде всего, сетями 110 кВ и выше. Примеры расчётов по [2] не только для линий 110 кВ, но и для 10 кВ приведены в статье [3].

На практике кабельных линий 6—35 кВ с транспозицией экранов действительно мало, и главной причиной является вовсе не отсутствие упоминания этих классов в стандарте ФСК, а отсутствие таких узлов транспозиции, которые были бы при-

емлемы для сетей 6—35 кВ, проложенных в условиях плотной городской застройки.

Для кабелей 6—35 кВ, учитывая их значительное число, нужны компактные узлы транспозиции, и технические решения, описанные в [1] и используемые на 110—500 кВ, здесь не вполне годятся.

Возможно, что с появлением на рынке различных пластиковых строительных конструкций удастся найти удачный выход из положения не только для сетей 6—35 кВ, но даже пересмотреть отчасти сформировавшуюся техническую политику 110—500 кВ.

ГЕРМЕТИЧНОСТЬ КОЛОДЦЕВ

Принято считать, что проблемы, возникающие в узлах транспозиции, связаны исключительно с коробками, которые должны иметь 100% герметичность, а на деле таковой не обладают. Здесь следует отметить, что если предприятие и может дать гарантии герметичности новой коробки, то её сохранение в процессе эксплуатации кабельной линии в значительной степени зависит уже не от изготовителя, а от качества обслуживания линии (ведь коробка многократно вскрывается и после этого зачастую небрежно закрывается). В материале [1] предлагается целый комплекс мер, которые повышают надёжность коробок:

- монтаж без вскрытия коробки за счёт присоединения соединительных проводников снаружи через проходные изоляторы;
- оснащение коробки специальными ОПН, которые не надо извлекать из неё на время периодических испытаний оболочки кабеля постоянным напряжением 10 кВ;
- проверка герметичности коробки после каждого вскрытия и закрытия крышки, проводимая с использованием простого автомобильного компрессора.

К сожалению, названные мероприятия не влияют на главную причину появления воды в коробках — она заключается в слабой герметичности колодцев транспозиции. Если бы в колодцах не было воды (грунтовой, дождевой, талой), то она никогда бы не попала в коробку. Иными словами, герметичность колодца является очень важным, едва ли не главным требованием к узлу транспозиции, а герметичность коробки на этом фоне становится не основным мероприятием, а резервным, подстраховкой, ведь понятно, что если в колодце не бывает воды, то ей неоткуда взяться и в коробке.

Появившаяся в колодце вода может попасть в коробку и привести к сбою работы транспозиции экранов. Также вода в колодце (или в коробке) теоретически может попасть в жилу провода, соединяющего узел транспозиции с муфтой силового кабеля, а далее по ней дойти до муфты, где вызвать короткое замыкание.

Например, на ряде кабелей 110—220 кВ ПАО «ФСК ЕЭС» были повреждения транспозиционных муфт, которые странным образом проявляли себя не во время работы линии, а лишь после того, как полностью исправная линия на некоторое время планово отключалась. Вполне возможно, что кабе-

ли после отключения остывали, в транспозиционных муфтах из-за этого создавалась область пониженного давления, и вода из коробки транспозиции или из колодца транспозиции всасывалась муфтами по жилам соединительных проводов.

Учитывая изложенное, очевидно, что безаварийную работу кабельной линии и узлов транспозиции можно гарантировать лишь тогда, когда не только коробка будет иметь высокую герметичность, но и колодец будет лишён воды.

Можно предложить на выбор несколько вариантов решения проблемы:

- установка коробок не в наземных колодцах, а в неких наземных сооружениях (например, рис. 1);
- установка коробок в верхней части подземного железобетонного колодца (рис. 2).

Размещение коробок транспозиции над землей (рис.1), хотя и удобно с точки зрения обслуживания кабельной линии, но в условиях плотной городской застройки и риска автомобильной аварии вряд ли является удачным решением. Поэтому область применения этого варианта — сельская местность, а лучше — закрытая территория промышленных предприятий или объектов электроэнергетики.

Рис. 1. Размещение коробок транспозиции в наземных сооружениях



Рис. 2. Размещение коробок в верхней части подземного железобетонного колодца



Железобетонные колодцы (рис. 2) типа ККС в силу малой стоимости и очевидной механической прочности в настоящее время применяются чаще всего. Поскольку для удобства монтажа коробок и их обслуживания колодец должен быть достаточно просторным [1] (в одном колодце размещают коробки сразу двух параллельных цепей кабельной линии), то на практике не получается сделать колодец монолитным, и его собирают из двух частей: нижней и верхней. Стык, который образуется между частями колодца, полностью герметизировать не удаётся. Также плохо герметизируются места захода в колодец проводов, соединяющих транспозиционные муфты силового кабеля (они расположены за пределами колодца) с коробками транспозиции (они в колодце). Эти факторы дополняются плохой герметизацией обычной чугунной крышки колод-

Рис. 3. Колодец транспозиции с применением железобетонных колец и пластиковой горловины



Рис. 4. Полностью пластиковый колодец 100% герметичности



ца, и в результате ККС оказывается затоплен как грунтовыми водами, так и дождевой и талой водой. Размещение коробок транспозиции сверху колодца ККС (рис. 2) является неплохим способом снизить риск их погружения в воду, но всё же риск сохраняется.

Поскольку варианты рис.1—2 не являются идеальными, то можно предложить и еще один — это попробовать размещать коробки в специальных пластиковых колодцах.

Случаи применения пластика при изготовлении колодцев транспозиции уже были зафиксированы. Например, на рис. 3 показан колодец, сделанный из обычного железобетонного кольца (с дном), который накрыт сверху пластиковой горловиной с закручивающейся крышкой. Этот колодец, конечно же, не герметичен, но он стал одним из шагов на пути к полностью пластиковому колодцу вида рис. 4, обладающему 100% герметичностью.

Пластиковые колодцы (рис. 4) уже достаточно давно успешно используются в системах городского водоснабжения и канализации, причём не только под газонами, но и под автодорогами с интенсивным движением. Пластиковые колодцы небольшого размера представляют собой монолитные конструкции, а крупные колодцы состоят из отдельных модулей, соединяемых вместе через систему уплотнений непосредственно на месте монтажа. Крышки таких пластиковых колодцев устанавливаются с помощью специальных герметизирующих уплотнителей, тем самым очень хорошо защищая от проникновения воды.

В настоящее время колодец на рис. 4 уже доработан с учётом нужд кабельной отрасли — внутри он имеет площадку для крепления коробок транспозиции. Узлы же захода соединительных проводов и заземления оснащены заводскими уплотнениями, которые вводятся в действие затяжкой нескольких болтов обычным гаечным ключом, т.е. не требуется применения монтажной пены «макрофлекс» или термоусадки.

При опасности значительных механических воздействий или вандализма сверху колодец накрывается железобетонной плитой с отверстием, закрываемым чугунной крышкой, оснащённой (или нет) специальным замком. Таким образом, у колодца на рис. 4 получается сразу две крышки: пластиковая — для герметичности, чугунная — для механической защиты и против вандализма. При желании минимизировать участие строительной техники такую плиту можно самостоятельно отлить вокруг горловины колодца.

При высоком уровне грунтовых вод, чтобы колодец не всплывал, он крепится к специально размещённой снизу железобетонной плите, устанавливаемой техникой или отливаемой прямо по месту. Внутри колодца можно спускаться по лестнице заводской конструкции или же по лестнице, привозимой бригадой электромонтёров.

Поскольку пластиковые колодцы меньше, чем железобетонные ККС, то в них сложно разместить коробки транспозиции сразу нескольких цепей ка-

бельной линии, и поэтому для каждой цепи надо предусмотреть свой собственный колодец.

Пластиковые колодцы дороже, чем ККС, но они обеспечивают 100% герметичность, позволяют избежать предварительной откачки воды из колодца перед обслуживанием коробок, защищают коробку транспозиции и силовые кабельные муфты от проникновения воды и связанных с ней коротких замыканий.

Помимо стойкости колодца к проникновению воды, может потребоваться его способность противостоять воздействию агрессивной окружающей среды, и здесь у пластиков также имеется преимущество над металлом (рис. 1) и железобетоном (рис. 2).

ПОИСК РЕШЕНИЙ ДЛЯ СЕТЕЙ 6—35 кВ

Герметичность колодцев — это первостепенная задача, но не единственная. Ещё одной задачей является поиск такой конструкции колодца, которая была бы возможно компактной, но при этом позволяла монтировать коробки и обеспечивать к ним доступ в процессе эксплуатации линии.

Если в сетях 110—500 кВ колодцы просторны (при их выборе основное внимание уделяется удобству монтажа и обслуживания коробок), то для городских сетей 6—35 кВ в силу большого числа кабелей колодцы должны быть компактными, так как иначе применение транспозиции в принципе оказывается невозможно.

Для исправления ситуации заинтересованным фирмам было бы целесообразно взяться за разработку специально для сетей 6—35 кВ различных вариантов «недорогой» компактной транспозиции. По всей видимости, без применения пластиковых колодцев здесь не обойтись, и в качестве примера на рис. 5 показано одно из решений. По сути, на рис. 5 речь идёт о совмещении в одном элементе и функций пластикового колодца транспозиции, и функций коробки транспозиции.

Немаловажной проблемой, которую также приходится решать при создании узлов транспозиции для сетей 6—35 кВ, является небольшой с точки зрения занимаемой площади контур заземления приемлемого сопротивления. Здесь надо оценить плюсы и минусы стержневых глубинных заземлителей, имеющих на рынке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Транспозиция экранов является выгодным способом повышения эффективности кабельных линий 6—35 кВ и 110—500 кВ, выполненных однофазными кабелями.
2. Зачастую все проблемы, с которыми сталкиваются эксплуатирующие организации, пытаются списать на недостаточно высокую герметичность коробок транспозиции, выпускаемых отечественными и зарубежными предприятиями. Вместе с тем, уйти от многих проблем можно было бы, если бы герметичность требовалась не только от коробок, но и от колодцев транспозиции.

Рис. 5. Компактный полностью пластиковый колодец транспозиции



3. Применение железобетонных колодцев транспозиции даже с учётом мероприятий по приданию им герметичности не способно избавить коробки транспозиции от их периодического затопления. Решением проблемы могло бы стать использование при обустройстве узлов транспозиции пластиковых колодцев 100% герметичности, доработанных с учётом нужд кабельных сетей. Пластиковые колодцы сократят сроки строительства кабельных линий и повысят их надёжность.
4. Внедрение пластиковых колодцев может позволить начать решать проблемы сетей 6—35 кВ, где в настоящее время из-за отсутствия компактных узлов транспозиции она почти не применяется, и энергетики терпят убытки от неэффективной работы кабельных линий. 

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев М. Проектирование и монтаж узлов транспозиции экранов // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение, № 2, 2015, с. 68—70.
2. СТО 56947007-29.060.20.103-2011. Силовые кабели. Методика расчета устройств заземления экранов, защиты от перенапряжений изоляции силовых кабелей на напряжение 110—500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена.
3. Дмитриев М. Выбор и реализация схем заземления экранов однофазных кабелей 6—500 кВ // Журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение», № 6, 2013, с. 90—97.