

Опыт применения литых токопроводов в России



К.н. Николай Даниелян, Германия
консультант компании «РТК-ЭЛЕКТРО-М»

Применение литых токопроводов на напряжение до 35 кВ получило в России за последние годы достаточно широкое распространение.

Начиная с 2007 года литые токопроводы были поставлены и введены в эксплуатацию на многих важных российских энергетических объектах. В таблице перечислены некоторые из этих объектов.

Среди известных зарубежных поставщиков этого оборудования можно отметить компании Ritz (Германия), Eta-Com (Бельгия), BKS (Швейцария) и др. Единственным российским изготовителем литых токопроводов до 35 кВ является компания «РТК-ЭЛЕКТРО-М» (Москва), которая тесно сотрудничает с немецкой фирмой Ritz и освоила производство всех видов литых токопроводов. В общей сложности сегодня в России смонтированы и эксплуатируются более 40 километров литых токопроводов и набран опыт по их применению.

Целью настоящей статьи является попытка обобщить этот опыт и рассмотреть все преимущества и недостатки применения литых токопроводов на энергетических объектах России.

Конструктивные особенности литых токопроводов

Литые токопроводы до 35 кВ можно подразделить на два основных типа – это токопроводы пофазно-изолированные литые (ТПЛИ) и токопроводы комплектные литые (ТКЛ). Токопроводы имеют два исполнения – для внутренней и наружной установки.

а) Токопроводы типа ТПЛИ:

Каждая фаза ТПЛИ состоит из секций различной конфигурации, длиной не более 10 метров, которые соединяются между собой с использованием специальных муфт. Конструкция секций и соединительных муфт показана на рис. 1.

При наружном исполнении секции и муфты изготавливаются заключенными в кожух из нержавеющей стали и алюминия.

Токоведущая шина (1) ТПЛИ представляет собой алюминиевую (медную) трубу или пруток, на концах которого расположены контакты (5). Литая изоляция (3) – это оксидный компаунд, внутри которого находятся полупроводящие слои (2), а также слой заземления (4). Полупроводящие слои предназначены для выравнивания потенциала внутри изоляции. В токопроводах ТПЛИ на напряжение до 1 кВ полупроводящие слои в литой изоляции отсутствуют. Отдельные секции ТПЛИ соединяются между собой шинными компенсаторами (6), которые позволяют расширять проводника при изменении температуры и строительных погрешностях. Изоляция места соединения секций ТПЛИ достигается за счет применения соединительных муфт.

б) Токопроводы типа ТКЛ. Литой токопровод типа ТКЛ состоит из секций различной геометрической формы – прямых элементов, L-образных, T-образных, Z-образных и т.д., длиной не более 4 метров. В зависимости от номинального напряжения токопровода секции ТКЛ могут содержать две (постоянный ток) или три токоведущие шины для средних напряжений и до пяти токоведущих шин для низких напряжений (до 1 кВ, рис. 2).

Каждая секция ТКЛ представляет собой заливные в эпоксидной смоле (1) алюминиевые (или медные) шины (2) соответствующих геометрических форм.

Концы шин в секциях свободны и дают возможность соединять между собой две различные секции, причем место соединения секций впоследствии также заливается эпоксидным компаундом.

Конструкция секций ТКЛ для средних напряжений предусматривает дополнительное охлаждение шин за счет сквозных отверстий (3) между соседними фа-

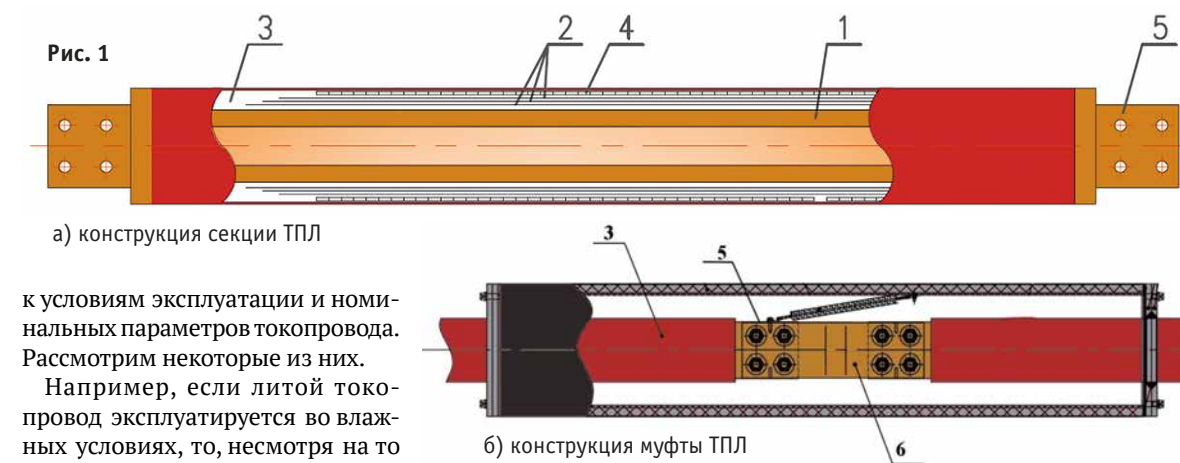
зами. С помощью специальных заливных в эпоксидной смоле втулок на секциях средних напряжений предусмотрена также возможность для крепления металлического кожуха токопровода. Для внутренней установки ТКЛ предусмотрен металлический кожух с отверстиями, а для наружной установки – сплошной.

Присоединение ТКЛ к электро-техническому оборудованию осуществляется с помощью специальных терминальных элементов, которые изготавливаются индивидуально в зависимости от типа оборудования и способа присоединения.

Выбор типа литого токопровода

Наличие двух типов литых токопроводов – ТПЛИ и ТКЛ, вполне естественно, ставит перед заказчиком вопрос – какой из этих двух типов предпочтительнее выбрать?

Область применения ТПЛИ и ТКЛ одна и та же, однако предпочтение зависит от требований заказчика



Следующий пример: если заказчику требуются литые токопроводы на большие динамические токи при минимальных межфазных расстояниях, то в данном случае предпочтение имеют токопроводы типа ТКЛ по сравнению с ТПЛИ. Это обусловлено тем, что в литых токопроводах типа ТКЛ все три фазы залиты в один блок и, следовательно, такой токопровод будет

качество защиты будет в огромной степени зависеть от качества монтажных работ, что не всегда удается обеспечить. Есть ряд примеров, где в результате плохого монтажа пофазно-изолированных токопроводов в места соединений двух секций проникала влага, что, в конечном счете, приводило к разрушению секций токопровода.

Другой пример: если место установки литого токопровода располагается в непосредственной близости нахождения рабочего персонала, то предпочтение лучше отдавать типу ТПЛИ по сравнению с ТКЛ. Это обусловлено тем, что контур заземления в токопроводе типа ТПЛИ расположен внутри литой изоляции и практически исключает возможность попадания людей под высокое напряжение по всей трассе токопровода. В отличие от ТПЛИ, токопроводы типа ТКЛ закрываются с помощью заземляемого металлического кожуха, и по степени своей безопасности они уступают токопроводам типа ТПЛИ.

очень устойчив к большим динамическим токам. Чтобы получить высокие значения токов динамической стойкости для пофазно-изолированных литых токопроводов, необходимо использовать специальные сложные крепления и, тем не менее тех же значений токов динамической стойкости как для ТКЛ, достичь для ТПЛИ очень сложно.

Что касается механической прочности, огнестойкости и стой-

кости к агрессивным средам, то при выборе типа литого токопровода нужно учитывать, что токопроводы типа ТКЛ имеют предпочтение перед токопроводами ТПЛИ. Это связано с тем, что изоляция ТКЛ состоит из электротехнической бумаги, пропитанной эпоксидной смолой, а изоляция ТКЛ на 85-90 процентов состоит из кварцевого песка, и лишь



остальная его часть – это эпоксидная смола.

По уровню изоляции конструкция ТПЛИ позволяет изготавливать токопроводы на номинальные напряжения до 35 кВ и выше, в то время как токопроводы типа ТКЛ возможно изготавливать лишь на напряжение до 24 кВ, и, следовательно, по этому признаку ТПЛИ имеют преимущество перед токопроводами типа ТКЛ.

Кроме того, преимуществом токопроводов ТПЛИ является меньший удельный вес, то есть вес одного погонного метра, что снижает требования к прочности строительных части здания, а также позволяет упростить монтаж.

С другой стороны, для токопроводов низких напряжений до 1 кВ ТКЛ имеет однозначное преимущество перед ТПЛИ за счет своей значительно меньшей стоимости и компактности.

Из всего вышесказанного ясно, что оптимальный выбор типа литого токопровода, прежде всего, зависит от требований заказчика к его номинальным параметрам и условиям эксплуатации токопровода и требует учета многих факторов.

Преимущества и недостатки литых токопроводов

Помимо литых токопроводов на средние напряжения, можно применять также токопроводы с воздушной изоляцией, жесткую ошиновку, а также кабели. Каждый из этих типов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому всегда необходимо проводить технико-экономическое обоснование при выборе типа токопровода.

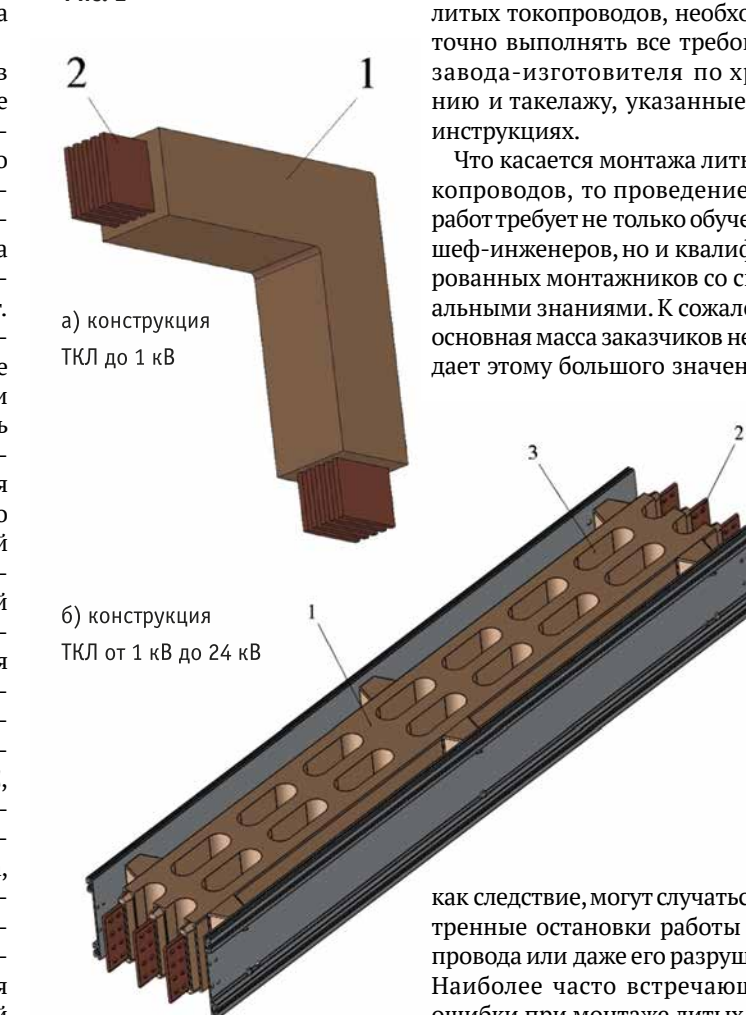
Применение литых токопроводов экономически обосновано по сравнению с кабелем в изоляции из сшитого полиэтилена и токопроводом с воздушной изоляцией в диапазоне номинальных токов от 1000 А до 6500 А, а в случае двух параллельных литых токопроводов – до 12 000 А.

Для кабелей, чтобы обеспечить пропускание таких токов, необходимо параллельно прокладывать их большое количество, что часто весьма затруднительно и затрат-

2) наличие большого числа болтовых соединений;
3) специальные требования к хранению и такелажу;
4) высокие требования к качеству монтажа.

Первые два пункта из перечисленных недостатков в настоящее время уже нашли свое частичное решение. По поводу стоимости литых токопроводов – на самом деле, если учитывать в стоимости токопровода также стоимость монтажа и эксплуатации токопроводов, то тогда цены на литые токопроводы будут сравнимы с ценой на кабель и другие виды токопроводов. Кроме того, стоимость на литые токопроводы можно оптимизировать. Очень интересным является предложение российской фирмы «РТК-ЭЛЕКТРО-М» комбинировать применение литых токопроводов ТПЛИ с открытыми токопроводами собственного производства (жесткая ошиновка). Там, где достаточно

Рис. 2



места для прохождения токопровода и нет обслуживающего персонала, целесообразно применять открытые токопроводы, а при входе в помещение, где место ограничено и находится рабочий персонал, – устанавливать токопроводы ТПЛИ. В настоящее время подобный проект разрабатывается и внедряется на строящейся подстанции 220/110 кВ «Ступино». Это позволяет значительно сократить расходы на применение токопровода, поскольку вместо дорогих литых токопроводов наружной установки используются более дешевые открытые токопроводы.

Что касается большого количества болтовых соединений, то уже сейчас фирма «РТК-ЭЛЕКТРО-М» предлагает литые токопроводы ТПЛИ со сварными соединениями. Эта разработка российской фирмы сейчас находится на стадии патентования. Однако необходимо отметить, что применение сварных

соединений значительно усложняет и удорожает процесс монтажа токопровода.

Что касается пунктов 3 и 4, нужно отметить следующее.

Нарушение требований заводоизготовителя по вопросу хранения и такелажу литых токопроводов может привести к серьезному повреждению изоляции токопровода и, как следствие, к электрической пробойе. Были отмечены случаи, когда токопроводы типа ТПЛИ внутренней установки хранились под снегом и дождем без соответствующего укрытия, когда секции токопровода перетаскивались по рассыпанному гравию с места на место, что повреждало его изоляцию, или их бросали на землю; когда по смонтированному на объекте токопроводу ходил рабочий персонал и т.д. Понятно, что такие токопроводы не обеспечат их безаварийную работу и поэтому поврежденные секции должны быть обязательно заменены. Чтобы обеспечить качественную работу литых токопроводов, необходимо точно выполнять все требования завода-изготовителя по хранению и такелажу, указанные в его инструкциях.

Что касается монтажа литых токопроводов, то проведение этих работ требует не только обученных шеф-инженеров, но и квалифицированных монтажников со специальными знаниями. К сожалению, основная масса заказчиков не придает этому большого значения, и,

как следствие, могут случаться экстренные остановки работы токопровода или даже его разрушение. Наиболее часто встречающиеся ошибки при монтаже литых токопроводов таковы:

- 1) некачественный монтаж муфт литых токопроводов, из-за которого внутри муфт попадает влага, что в дальнейшем приводит к разрушению муфты или секции;
- 2) неправильно выполненное заземление, из-за чего в токопроводе возникают электрические разряды;
- 3) недостаточное усилие затяжки болтов при соединении контактов секций токопровода, из-за чего наблюдается их недопустимый разрыв.

Сегодня в России производится местный российский производитель качественных литых токопроводов, который занимает ведущие позиции в этой области и конкурирует с зарубежными производителями литых токопроводов как у нас в стране, так и за рубежом.

Интересное решение для обеспечения качества монтажа литых токопроводов предложил российский производитель. Во-первых, это обучение и обязательная аттестация монтажников, которые необходимы, чтобы быть допущенным к монтажу литых токопроводов, а во-вторых, это ведение шеф-инженером так называемого паспорта монтажа, в котором регистрируется каждый этап монтажа. Например, монтажник не имеет права закрыть муфту токопровода, пока шеф-инженер не проверит усилие затяжки болтов, заземление муфты и т.д. В паспорте указывается, какой именно монтажник проводил монтаж той или иной муфты, что позволяет заметно усилить персональную ответственность каждого монтажника, так и шеф-инженера.

Таким образом, что касается специальных требований к монтажу, хранению и такелажу литых токопроводов, то без них применение литых токопроводов просто невозможно. Анализ повреждений литых токопроводов показал, что более 90 процентов таковых возникло в результате некачественного монтажа и плохого хранения токопроводов, причем эти проблемы имели место с продукцией как отечественного, так и зарубежного производства. Можно однозначно сказать, что качество работы литого токопровода в равной мере зависит как от качества изделия, так и от качества его монтажа. Невозможно добиться успеха, если не учитывать это обстоятельство.

Выводы

Литые токопроводы типа ТПЛИ и ТКЛ имеют свою определенную нишу для передачи и распределения электроэнергии и будут широко применяться в российской энергетике. Правильный выбор типа литого токопровода зависит от предъявляемых к токопроводу требований и от условий его применения. Применение того или иного типа литого токопровода требует технико-экономического обоснования. В решении определенных задач литые токопроводы имеют ряд преимуществ и достоинств перед кабелями и другими типами токопроводов. Чтобы обеспечить высокое качество литых токопроводов, нужно учитывать все требования завода-изготовителя по монтажу и хранению литых токопроводов.

Сегодня в России производится местный российский производитель качественных литых токопроводов, который занимает ведущие позиции в этой области и конкурирует с зарубежными производителями литых токопроводов как у нас в стране, так и за рубежом.

Николай ДАНИЕЛЯН



Филиал в г. Санкт-Петербурге:
Россия, 197341, г. Санкт-Петербург
Коломяжский пр., 27, лит. А,
БЦ «Содружество», пом. 26Н
тел./факс: +7 (812) 340-01-55
факс: +7 (812) 340-01-54

e-mail: info@rtc-electro-m.ru | www.rtc-electro-m.ru

Филиал в г. Москве:
Россия, 121471, г. Москва
Рыбинская ул., 26, стр. 2,
БЦ «WEST PLAZA», офис 205
тел./факс: +7 (495) 980-53-55
тел./факс: +7 (495) 269-00-82