

УДК 621.3

Газоизолированные линии электропередач

Поздняков М.Н., Коротченко С.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент ПРОКОПЕНКО В.Г.

Применение традиционных кабелей связано с рядом проблем. Сегодня кабели с масляной, бумажной, синтетической изоляцией (в том числе и на основе сшитого полиэтилена) предусматриваются на критические мощности величиной примерно до 1700 МВт. Эти кабели плохо приспособлены для передачи энергии на расстояния свыше нескольких десятков километров из-за ограничений по термической стойкости и возможных резонансных явлений.

Диэлектрические потери в этих типах кабелей велики, из-за высокой диэлектрической проницаемости полимеров, бумаги и масла. Помимо прочего, традиционные кабели не являются экологически чистыми - они пожароопасны (при коротком замыкании в одной фазе в результате пожара повреждаются и другие), а электромагнитные поля в них не полностью локализованы — на поверхности земли, где они проложены, уровень электромагнитных воздействий может быть очень высоким. Также существуют технологические проблемы при вертикальной прокладке кабелей.

Строительство новых воздушных линий требует много места, портит ландшафт и часто негативно воспринимается общественностью, поэтому энергетические компании смещают акцент на альтернативные решения по передаче электроэнергии, в частности газоизолированные линии (ЛГИ).

ЛГИ за несколько десятков лет доказали свою техническую надежность, поскольку они безопасны при эксплуатации, а также имеют очень хорошие параметры передачи электроэнергии. Любое воздействие на людей или рядом находящиеся объекты минимально. Это означает, что системы ЛГИ также могут использоваться в существующих туннелях, зданиях или рядом с ними.

ЛГИ состоят из двух концентрических алюминиевых труб. Токоведущая жила представляет собой твердую металлическую трубу, как правило, из алюминиевого сплава. Жила поддерживается внутри металлической оболочки с помощью изоляторов, изготовленных из литых эпоксидных компаундов горячего отверждения.

Для повышения электрической прочности газовой изоляции вблизи поддерживающих изоляторов, в нижней части корпуса, устанавливаются ловушки частиц. Она гарантирует, что любые частицы, образующиеся в результате разрядов или содержащиеся в корпусе, задерживаются на внешней стенке и не влияют на качество изоляции. Частицы могут появляться в ЛГИ, несмотря на все соблюденные меры по чистоте линии. Из-за влияния электрического поля и под действием силы тяжести любая частица будет двигаться под этой ловушкой и, таким образом, будет нейтрализована, прежде чем она сможет оказать какое-либо отрицательное влияние на диэлектрическую прочность ЛГИ. Ловушка для частиц повышает надежность линии.

Чтобы удовлетворять современным экологическим и техническим нормам, системы ЛГИ заполнены смесью изолирующих газов, состоящих в основном из азота (80%) и элегаза (20%).

Внешняя оболочка изготовлена из коррозионно-стойкого алюминиевого сплава, которая обеспечивает надежную механическую и электротехническую герметизацию системы, и снабжается дополнительным покрытием, если линии будут прокладываться в земле. Модульная конструкция труб позволяет комбинировать их на любую длину.

Приоритетными областями применения ЛГИ сейчас являются внутриподстанционные связи, вводы электроэнергии в крупные города, вертикальные вводы, переход через реки и другие препятствия, встраивая их в мосты или транспортные туннели. Наиболее целесообразно их использовать, если передаваемая мощность 1000 – 4000 МВт.

Сейчас в основном используются ЛГИ на напряжение 220—500 кВ и их стоимость не превышает стоимости кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена той же мощности. Кроме того, надежность ЛГИ из-за практического отсутствия старения изоляции, по данным зарубежных компаний, существенно выше.

Также потери при использовании ЛГИ ниже, чем у кабелей или воздушных линий (удельное активное сопротивление 10 мОм/км, удельное индуктивное сопротивление 69 мОм/км). Диэлектрические потери незначительны, что помогает снизить эксплуатационные расходы. Тепловыделение лучше, чем у кабелей, благодаря большему внешнему диаметру.

Газоизолированные линии очень безопасны. Даже в случае нарушения внутренней изоляции, дуга останется внутри внешней оболочки. Не будет никаких внешних воздействий на людей или другие соседствующие объекты. Системы ЛГИ невоспламеняющиеся и пожаробезопасны. Результат – наилучшая защита как для людей, так и для окружающей среды.

И в заключение хотелось бы подчеркнуть, что ЛГИ имеют преимущества перед традиционными кабелями по пропускной способности (ток до 4500А), возможной предельной длине, уровню потерь электроэнергии, безопасности (в том числе и пожаробезопасности), совместимости с ЛЭП по системам автоматики и релейной защиты, возможностям вертикальной прокладки, уровню внешних электромагнитных полей, необходимости применения устройств компенсации реактивной мощности.

Литература

1. Н. Koch: “GIL – Gas insulated transmission lines”, Wiley, 2011.
2. D. Kunze: “Gas insulated transmission lines-underground power achieving a maximum of operational safety and reliability”, Jicable, 2007.
3. П. Руденко: «Линии с газовой изоляцией: технологии передачи электроэнергии следующего поколения», Электрические сети России, 2010.
4. Линии электропередачи с газовой изоляцией// Информ. Портал «Siemens». - Режим доступа: <https://new.siemens.com/global/en/products/energy/high-voltage/power-transmission-lines/gas-insulated-lines.html>