

Р.В. Попов, Н.В. Савина

ОПОРЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Оценка возможности решения технико-экономических проблем существующих и вновь вводимых распределительных и районных электрических сетей путем использования стальных многогранных опор и композитных опор из диэлектрического материала.

Ключевые слова: стальные многогранные опоры, композитные опоры, распределительные сети, районные сети.

OVERHEAD LINES IN POWER GRIDS NEW GENERATION

Assessing the possibility of solving the technical and economic problems of the existing and newly introduced distribution and district electrical networks through the use of steel and multifaceted supports composite poles of a dielectric material.

Key words: steel multifaceted support, composite bearings, Rasedilitelnye network, network area.

Развитие электрических сетей, направленное на применение более современных проводников и устройств защиты, а также нарастающие темпы использования опор линий электропередачи для совместного подвеса линий различного класса напряжения и связи, обязывают использовать надежные конструкции, современные решения и мировой опыт в проектировании и выборе опор линий электропередачи. К тому же при проектировании возникают вопросы, связанные со значительным отведением земли и устройством переходов и пересечений. Опора любой ВЛ – не просто строительная конструкция, а элемент, принимающий на себя токи молнии и короткого замыкания, комбинированные электрические и механические воздействия.

До недавнего времени вопрос о том, какие конструкции опор применять при строительстве ЛЭП напряжением 35-110кВ, не стоял – наиболее распространенным являлся вариант строительства ВЛ на железобетонных опорах (ЖБО). Для ВЛ 35-110 кВ такие опоры значительно дешевле стальных, просты в монтаже, но из-за ряда недостатков применяются только в районах с относительно простыми условиями строительства и эксплуатации. В других районах использование ЖБО осложнено рядом факторов. Большая длина стоек требует применения специальных транспортных средств. Большая масса обуславливает низкие нормы загрузки. Все это затрудняет и удорожает транспортировку. Фиксированные размеры опор не позволяют заглублять их более чем на 3-3,5 м, что недостаточно для ее надежного закрепления в слабых грунтах. Перевозка, погрузочно-разгрузочные работы, монтаж ЖБО – все это сопряжено с возможным повреждением стоек, что приводит к их выбраковке или снижает срок службы. Небольшие величины пролетов между опорами резко увеличивают объемы земляных и монтажных работ. В процессе эксплуатации выявились недостаточная надежность и небольшие сроки службы опор из-за трещин от ветровых нагрузок, от периодических замораживаний и оттаиваний.

Низкая надежность ЖБО в районах со сложными грунтовыми условиями и с большими гололедно-ветровыми нагрузками инициировала разработку новых типов опор, – как правило, стальных. Подавляющая часть стальных опор для указанных классов напряжения в России представляет собой конструкции башенного типа, собранные из пространственных ферм, которые, в свою очередь, собираются на болтах из прокатных уголков. К их преимуществам можно отнести: относительно небольшой расход стали; простую транспортировку элементов опоры россыпью; возможность подъема обслуживающего персонала на опору без применения автовышек. В качестве недостатков этого типа опор следует отметить: большое число деталей; трудоемкость укрупненной сборки на монтаже; большие затраты на строительство фундаментов; возможность расхищения деталей опор.

Таким образом, главная проблема, стоящая перед разработчиками современных видов опор, – это требование сокращения затрат на всех этапах существования ВЛ (проектирование, изготовление, транспортировка, строительство и эксплуатация).

При несомненном обеспечении требований надежности и долговечности на первый план выступают задачи сокращения сроков строительства ВЛ, уменьшения площади отвода земли под опору и под ВЛ в целом, уменьшения затрат на эксплуатацию, обеспечения возможности проведения ремонтных работ на ВЛ под напряжением для ВЛ 110-500кВ.

Решить эти задачи позволят современные конструкции опор – композитные и многогранные.

Главный недостаток стальных многогранных опор (СМО) – неоптимальная конструкция с точки зрения нагрузок, влияющих на опоры ВЛ в основных рабочих и аварийных режимах. Так, напряжения конструкции в нейтральных осях сечения при действии нагрузок равны нулю, т.е. часть материала просто не работает, а в результате конструкция изначально тяжелее, чем требуется.

Помимо неоптимального сечения, у СМО есть и другие недостатки: неудобство выполнения такелажных работ, так как на гладкой стойке СМО нет элементов, за которые можно закрепить стропы; неудобство установки опор, поскольку их строповка может быть выполнена только под нижнюю траверсу, для чего на трассе ВЛ нужны краны с достаточно длинными стрелами, которые не всегда есть у монтажных организаций, а если и есть, то не всегда обладают достаточной проходимостью; невозможность подъема на опору по ее конструктивным элементам (требуются автовышки или специальные приспособления), что увеличивает сроки и стоимость строительства ВЛ; наличие замкнутых полостей, в которых может образовываться конденсат, не высыхающий длительное время и вызывающий коррозию. Сечение стальных решетчатых опор более удачно, т.к. здесь нагрузки воспринимаются четырьмя несущими поясами, а в нейтральных осях сечения расположены легкие раскосы [1].

Разработанные опоры из гнутого стального профиля переменного по высоте сечения выполнены на основе одной базовой стойки, в конструкции которой применена комбинация технических решений, использованных в стальных многогранных опорах и стальных решетчатых опорах (СРО). Подобная конструкция стойки позволяет соединить в опорах преимущества СМО и СРО, т.е. по сути, опоры конструкции представляют собой стальные многогранные облегченные опоры (СМОО). Пояса стойки таких опор состоят из 4 «полуразогнутых» швеллеров с переменной по высоте опоры шириной полки. Таким образом, сечение поясов меняется по высоте как у многогранных опор, а грани стойки в области нейтральных осей сечения выполнены решетчатыми – как у традиционных стальных решетчатых опор башенного типа. В результате получена конструкция стойки, обеспечивающая оптимальное использование механических свойств стали, что приводит к уменьшению веса опоры типа СМОО по сравнению с СМО [2].

Композитные опоры из диэлектрических материалов выделяются низким весом, простотой хранения транспортировки и монтажа. Основа применяемого материала – стекловолокно. Опоры изготавливаются различными способами, например, путем намотки стекловолоконной нити вокруг

конической формы под различными углами к ее оси для получения необходимых физико-механических характеристик. Непосредственно перед намоткой стекловолоконная нить пропитывается связующим веществом (смолой). После намотки нити образуются трубы-конусы разных длин и диаметров, которые затем «наращиваются» одна на другую, образуя стойку опоры.

В ПУЭ заложены фундаментальные электрические расчеты и опыт эксплуатации только для стальных, железобетонных и деревянных опор, поэтому весьма затруднительно проводить аналогию между традиционными решениями и опорами из стеклопластика. Поскольку стеклопластик является диэлектриком, то при модификации традиционных опор ВЛ напряжением выше 110 кВ необходимо учитывать изменение электрических параметров опоры, влияющих на грозоупорность линии.

Грозозащитный трос и металлические траверсы на композитных опорах определяют необходимость выполнения заземления, которое организовано через внутренние металлические связи стоек. Если последние играют значительную роль в механических характеристиках опоры, то требования к надежности контактных соединений должны быть достаточно жесткими.

Протекание токов КЗ и токов молнии через внутренние связи в сочетании с серьезными механическими нагрузками может негативно сказываться на эксплуатационных характеристиках. Наведенные токи могут вызывать повреждения ответственных металлических элементов даже на традиционных опорах.

Необходимо рассматривать традиционные опоры ВЛ не только в качестве строительных конструкций, но и как электрические элементы электрической сети. Для композитных опор такой критерий становится особенно существенным.

Решением возможных проблем грозоустойчивости могло бы стать использование в новых опорах изоляционных траверс, увеличение длины гирлянды, применение ОПН, снижение индуктивности или комплекс мероприятий. В этом и состоит сложность применения композитных опор.

Преимущество композитных опор заключается в использовании долговечных, быстромонтируемых стоек из стеклопластика. Техничко-экономический анализ здесь должен сводиться к доказательству эффективности применения опор при рассмотрении надежности и срока эксплуатации всех элементов, включая металлические. Попытки повышения одних технических показателей могут привести к снижению других и общему неудовлетворительному результату. Это следует иметь в виду, учитывая перспективы применения данных опор для строительства ответственных ВЛ [3].

Использованные в композитных опорах стойки по своим электрофизическим характеристикам более близки к деревянным: оба материала – диэлектрики. Зарубежные компании используют стеклопластиковые стойки именно взамен деревянных опор.

Таким образом имеющиеся данные и опыт строительства ВЛ формируют следующую картину.

Сегодня для ВЛ напряжением 110 кВ и выше композитные материалы целесообразно применять для быстромонтируемых ремонтных опор аварийного резерва. Это позволит выявить особенности проектирования и эксплуатации композитных опор и определить перспективы их применения для строительства новых линий. Имеет смысл также производить реконструкцию распределительных сетей с заменой деревянных опор на композитные с оценкой экономической целесообразности и экономического эффекта.

Применение диэлектрических материалов для опор ВЛ, выполняемых взамен традиционных стальных и железобетонных, диктует необходимость уточнения электрических параметров опоры, влияющих на грозозащиту и работу изоляции. Рассматривать композитные опоры следует не только как строительные конструкции, но и как электротехнические элементы сети, на которые

воздействуют токи нормальных и аварийных режимов, напряженность электрического и магнитного полей.

Что касается рационального применения стальных многогранных опор, то на первое место выходят механические расчеты для их применения в многоцепных ВЛ 35-110 кВ. Для каждого конкретного случая эффективность применения того или иного типа опор зависит от различных факторов. К таким факторам можно отнести климатические условия района, особенности технического задания на строительство объекта, близость производства того или иного типа опор и т.д. В связи с многообразием условий строительства целесообразно предварительно оценить сферу эффективного применения конкретных типов. Это позволит избежать необоснованных расходов при строительстве ВЛ и ускорит получение экономического эффекта от реализации конкретных проектов.

1. Гунгер, Ю.Р., Лавров, Ю.А. ЗАО «ВНПО ЭЛСИ» Стальные многогранные облегченные опоры для ВЛ 35-220 кВ // Новости электротехники.– 2009. – № 5.

2. Качановская, Л.Н. Разработка и внедрение многогранных опор ВЛ и фундаментов для них // Международный научно-практический электроэнергетический семинар «Современное состояние вопросов эксплуатации, проектирование и строительства ВЛ». – М.: (МЭС-4), 2009.

3. Бочаров, Ю.Н., Жук, В.В. К вопросу о композитных опорах воздушных линий // Труды Кольского научного центра РАН.– 2012. – Т. 4, вып. 1.