

Проблемы развития сети энергоснабжения. обзор

77-48211/649672

11, ноябрь 2013

Кузьмина И. А.

УДК 621.3.052.9

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

kuzminainna@yandex.ru

Введение

В общем случае в электроэнергетике выделяют три основных группы процессов:

- производство электроэнергии;
- передача и распределение электроэнергии;
- потребление электроэнергии.

В работе рассматривается процесс функционирования распределительной электросетевой компании, реализующей вторую группу процессов, а именно процесс передачи и распределения электроэнергии в сетях энергоснабжения. Основным видом деятельности электросетевой компании является возмездное оказание услуг по передаче электрической энергии посредством осуществления комплекса организационно и технологически связанных действий, обеспечивающих передачу электрической энергии через технические устройства собственных электрических сетей.

Основой эффективной и надежной работы любой электросетевой компании, является:

- повышение надежности электроснабжения потребителей;
- увеличение пропускной способности сети;
- модернизация линий электропередачи;
- устранение дефицита мощности в условиях прогнозируемого роста электропотребления;
- снижение стоимости транспорта электроэнергии и эксплуатационных затрат.

Наибольшая эффективность в данном направлении достигается за счет оптимального и, следовательно, экономически выгодного построения сети.

В работе рассмотрены основные особенности проектирования сетей энергоснабжения. На основании обзора известной литературы, охватывающей вопросы проектирования сетей

энергоснабжения в России и за рубежом, определены основные направления развития в области проектирования энергосетей.

1. Особенности проектирования сетей энергоснабжения

Задача проектирования энергосистем состоит в разработке и технико-экономическом обосновании решений, определяющих развитие энергосистем, обеспечивающих при наименьших затратах снабжение потребителей электрической энергией при выполнении технических ограничений по надежности электроснабжения и качеству электроэнергии.

На различных этапах проектирования электрических сетей решаются разные по составу и объему задачи, которые имеют следующее примерное содержание:

- анализ существующей сети энергосистемы (района, города, объекта), включающий ее рассмотрение с точки зрения загрузки, условий регулирования напряжения, выявления «узких мест» в работе;
- определение электрических нагрузок потребителей и составление балансов активной мощности по отдельным подстанциям и энергоузлам, обоснование сооружения новых понижающих подстанций;
- выбор расчетных режимов работы электростанций (если к рассматриваемой сети присоединены электростанции) и определение загрузки проектируемой электрической сети;
- электрические расчеты различных режимов работы сети и обоснование схемы построения сети;
- проверочные расчеты статической и динамической устойчивости параллельной работы электростанций;
- сводные данные по намеченному объему развития электрической сети, натуральные и денежные показатели, очередность развития [1].

Содержание проектов развития электрических сетей показывает, что в них входит очень широкий круг вопросов. С точки зрения системного подхода следует вести проектирование для всей сети электроэнергетической системы, начиная от шин электростанций и включая всех потребителей. При этом необходимо рассматривать схемы электростанций и подстанций, решать вопросы защиты от перенапряжений, выбирать устройства защиты и автоматики для автоматического управления и регулирования режима работы электрической системы, включая сети всех напряжений. Такая задача чрезмерно громоздка, практически ее можно решать только по частям – проектировать отдельно сети различных назначений, электростанции и подстанции, защиту от перенапряжений, релейную защиту, устройства автоматики и т. д. При проектировании каждой из этих частей отдельные части представляются приближенно, в них учитываются лишь влияющие на данную часть

элементы, для которых предполагаются типовые решения. В дальнейшем эти полученные при проектировании решения уточняются и согласуются.

В общем случае задачу проектирования развития электросети можно рассматривать как задачу установления пути ее оптимального развития с точки зрения конфигурации, загрузки оборудования, параметров, нагрузок подстанций и т.д., а также определения необходимости и сроков ввода объектов нового строительства. Оптимальное развитие подразумевает обеспечение наилучших технико-экономических показателей. При этом сеть должна удовлетворять имеющимся требованиям к надежности и качеству энергоснабжения, воздействию на окружающую среду.

Основными задачами построения сети энергоснабжения на основании перспективных нагрузок, являются:

- выбор конфигурации распределительной сети;
- установление параметров сети и подстанций;
- определение необходимых капиталовложений.

Основными особенностями данной задачи, вызывающими сложности при решении являются:

- разность и неопределенность исходной информации;
- многокритериальность как следствие многоцелевого назначения энергосистем при противоречивости целей;
- сложные функциональные зависимости оптимизируемых параметров и разнородность последних;
- многовариантность решений.

Согласно имеющимся наработкам в данной области [1, 2], технико-экономическое обоснование решений, принимаемых при проектировании энергосети, сводится к сопоставлению вариантов выполнения схем сети в целом и отдельных ее элементов.

При сравнении вариантов наиболее существенными являются экономические показатели, поэтому для каждого варианта необходимо знать стоимость его реализации.

В качестве экономического критерия при выборе оптимального варианта решения обычно используют величину приведенных затрат. В их состав в общем случае входят:

- капитальные затраты на строительства сети;
- издержки на амортизацию, текущий ремонт и обслуживание;
- затраты на компенсацию потерь мощности и электроэнергии;
- затраты на собственные нужды подстанций.

Другие критерии могут учитываться в виде ограничений. Обеспечение надёжности может осуществляться, например, выбором соответствующего числа цепей для кабельных линий. Обеспечение требований экологии – ограничением предельно допустимой установленной мощности для каждой возможной площадки под новые электростанции и т.п.

Зачастую возникают ситуации, когда варианты некоторых сетей отличаются приведенными затратами на 3-5%. Такие варианты считаются равноэкономичными и наилучший вариант из них выбирается уже не из экономических критериев, а из оценки надежности, перспективности, степени влияния на окружающую среду и других факторов.

Результатом решения задачи оптимального проектирования развития электросети является нахождение такого варианта постепенного развития и такой очередности включения новых энергетических объектов (подстанций, кабельных линий и т.д.), при которых

- обеспечивается возможность надежного и качественного энергоснабжения всех намечаемых к присоединению и уже присоединенных потребителей электроэнергии;
- требуются наименьшие затраты на расширение сети, необходимое для удовлетворения возросшей нагрузки, и эксплуатационные расходы на обслуживание сети.

2. Опыт проектирования сетей электроснабжения в России и за рубежом

Рассмотрим вкратце опыт проектирования городских энергетических сетей в России и за рубежом.

От стран Запада наши сети отличает, прежде всего, высокая степень износа силовой аппаратуры на всех этапах распределения. Однако сегодня этот вопрос начинает разрешаться в положительную сторону, особенно в столице.

Если говорить о проектировании электросетей, то традиционно на первое место в РФ выдвигаются показатели экономической эффективности инвестиционных проектов (финансовые, бюджетные, социально-экономические). При выборе варианта развития сети основным параметром оценки является условие минимума приведенных (дисконтированных) затрат при обеспечении требуемого энергетического эффекта. Понятно, что такой подход характерен и для традиционной западной экономики, однако в современных условиях он не является там преобладающим – разработчики Швейцарии в настоящее время уделяют особое внимание вопросам бесперебойного снабжения потребителей [3, 4], а в Англии расчеты производятся на основании минимизации потерь электроэнергии в элементах энергосети [5]. В России же до сих пор показатели надежности учитываются далеко не в первую очередь [1].

Несмотря на это, в последнее время наблюдается повышенный интерес среди отечественных разработчиков к проектированию распределительных сетей с точки зрения общеевропейских критериев.

Все это требует применения передовых методов проектирования сетей на основе накопленного зарубежного и отечественного опыта. Российские разработчики САПР предоставляют проектировщикам-энергетикам большой выбор специализированных программ.

Программный комплекс EnergyCS Line [2, 6] предназначен для проектирования воздушных линий электропередач и решения ряда не только инженерных, но и общепроектных исследовательских задач. Так, одной из наиболее трудоемких задач при проектировании являются расчеты токов коротких замыканий. Кроме того, увеличение объемов работ, связанных с проектированием подстанций электрических сетей, потребовало выполнения расчетов установившихся режимов сетей.

Другой продукт – Model Studio CS ЛЭП (ЛЭП – линия электропередачи) [7], решающий сходные задачи проектирования. При создании Model Studio CS ЛЭП использовались современные интерактивные технологии, результаты эргономических исследований и математические решения на основе алгоритмов Н.Б. Ильичева (Ивановский энергетический университет). Программный комплекс полностью соответствует требованиям правил устройства электроустановок (ПУЭ). Основная отличительная особенность системы – её интерактивность: вся работа осуществляется в режиме реального времени.

Представленный выше обзор существующих методов и систем перспективного развития показывает, что наиболее разумным представляется идея, согласно которой на первый план выдвигается не экономическая эффективность проектирования и внедрения проекта, а эксплуатационная – то есть повышение надежности, уменьшение частоты и времени отказов сети. В этом плане нам, безусловно, будет интересен опыт швейцарских ученых, которые рассматривают в качестве критерия надежности оценку ущербов от вынужденного отключения электроэнергии, совмещая тем самым физические и денежные показатели.

С другой стороны, следует отметить два основных момента.

- В каждой крупной стране (США, Китай и РФ) существуют свои, в чем-то сходные проблемы, связанные с усовершенствованием и развитием распределительных сетей. Сравнивая, например, Нью-Йорк, Лондон, Пекин и Москву, мы видим, что проблемы высокой плотности населения и отсутствия возможности для установки мощных распределительных подстанций играют в каждом из этих городов первостепенную роль. Какую бы математическую модель мы ни использовали, учет этих факторов необходим в первую очередь.
- В России уже достаточно давно существует мощная среда проектирования ЛЭП и подстанций городских сетей, которая учитывает все отечественные особенности, как с точки зрения состояния сетей, географических, климатических и других особенностей, так и с точки зрения существующих норм и правил на проектирование.

Однако в имеющихся в настоящее время обширных наработках в области перспективного развития сетей незначительное значение уделяется анализу перспективы развития города. При этом очевиден тот факт, что этот вопрос в настоящее время стоит особенно остро.

Предварительный анализ расчета нагрузок и развития города позволит оптимизировать структуру сети, снизить потери, и главное обеспечить надежное и качественное электроснабжение всех потребителей при минимизации затрат электросетевой компании.

Заключение

Учитывая огромное количество исследований и наработок в области расчетов параметров сети и средств увеличения надежности и качества обеспечения потребителей электроэнергией, одним из важнейших направлений работы в области перспективного развития сетей энергоснабжения можно считать исследование средств и способов оптимизации структуры сети с учетом перспективы развития города. Данному вопросу посвящено значительное число работ во многих странах (в том числе России), однако процесс автоматизации данного процесса до настоящего момента не реализован в виде программного продукта.

Список литературы

1. Справочник по проектированию электрических сетей/ Под редакцией Д.Л. Файбисовича. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: «Издательство НЦЭНАО», 2006. — 349 с.
2. Ильичев Н.Б. Расчет и проектирование ВЛ, ОРУ и ВОЛС в среде EnergyCS Line/ CADmaster. — 2007 . — № 3. — С. 12–16.
3. Sumper A., Sudria A., and Ferrer F., International Reliability Analysis in Distribution Networks, CITCEA Report for ENDESA RED, Spain, 2005. С. 32–36.
4. Kueng L., Schiesser H.-H., Cettou R., Continuity of Supply: Benchmarking Five Urban Electric Distribution Utilities in Switzerland, CIRED - 19th International Conference on Electricity Distribution Vienna, 21-24 May 2007. С. 68–69.
5. Review of International Network Design Standards, Practices and Plant and Equipment Specifications, Contractor's Report to the DECC Emerging Energy Technologies Programme, KEMA Limited, 2009. С. 45–55.
6. Ильичев Н., Долотов В., Мастраков Н. Опыт применения программного комплекса EnergyCS при проектировании электроэнергетических объектов в ОАО «Ивэлектроналадка»/ CADmaster. — 2007 . — № 5. — С. 56–58.
7. Воробьев С. П. Прирученная автоматизация или как выполнить проект в Model Studio CS ЛЭП/ Материалы Четвертой Российской научно-практической конференции ЛЭП-2010. — С. 237-246.