

УДК 621.311

## **Проектирование сети 10 кВ для электроснабжения населенного пункта**

Вацкель С.Л.

Научный руководитель – ФУРСАНОВ М.И., д.т.н., профессор

Обеспечение требуемого качества электроэнергии, надежности и экономичности – основные задачи сельского электроснабжения.

В связи с серьезным количественным и качественными изменениями сельскохозяйственных потребителей электроэнергии значительно возросла актуальность задачи обеспечения надежного электроснабжения. Это связано с появлением сельскохозяйственных предприятий промышленного типа, в первую очередь животноводческих комплексов, агрогородков.

Основная задача проектирования электрических систем и сетей заключается в разработке с учетом достижений науки и техники и технико-экономическом обосновании решений, определяющих формирование энергетических систем, развитие электрических станций и сетей, средств их эксплуатации и управления. При этом должна обеспечиваться оптимальная надежность электроснабжения и требуемое качество электроэнергии с наименьшими затратами [1,2].

На первой стадии разработки проекта следует сформулировать основные задачи, которые должны быть в нем рассмотрены. Их решение определяется особенностями района, в котором находятся предполагаемые потребители электрической энергии, и свойствами самих потребителей. Поэтому в проекте приводятся основные данные, характеризующие район расположения потребителей электрической энергии, а также энергетические источники, местные электростанции и энергоресурсы.

Проектирование электрических сетей осуществляется в иерархической последовательности. К задачам проектирования электрической сети относятся:

- разработка и обоснование решений по развитию сети;
- выбор конфигурации и параметров сети;
- выбор мощности, мест размещения и типа компенсирующих устройств;
- выбор способов и средств регулирования напряжения;
- определение очередности строительства сетевых объектов и необходимых капитальных затрат.

Основными необходимыми данными при проектировании развития электрической сети являются:

- взаимное расположение существующих и новых источников питания и пунктов потребления;
- схема и параметры существующей сети;
- значения наибольших активных нагрузок на шинах низшего напряжения подстанций и их коэффициент мощности;
- суточные графики активных нагрузок или значения наименьших нагрузок;
- динамика изменения нагрузок по годам.

Проект развития электрической сети обычно содержит следующие разделы:

- анализ существующей сети;
- определение электрических нагрузок и составление балансов активной и реактивной мощности;
- выбор расчетных режимов электростанций и подстанций;
- электрические расчеты различных режимов, обоснование номинального напряжения и схемы построения сети;

- составление баланса реактивных мощностей, выявление условий регулирования напряжения и обоснование точек размещения компенсирующих устройств;
- расчет токов короткого замыкания и установление требований к коммутационным аппаратам;
- стоимостные показатели и очередность развития сети.

Технико-экономическое обоснование решений, принимаемых при проектировании электрических систем, сводится к сопоставлению вариантов выполнения схем, проектов для системы в целом или для отдельных ее элементов. Сравнимые варианты должны быть технически сопоставимыми, т. е. позволять выполнять необходимую задачу при удовлетворении всех технических требований, установленных соответствующими нормами, обеспечивая при этом необходимую надежность. Они должны быть также экономически сопоставимыми, т. е. давать одинаковый производственный эффект (включая неэнергетическую продукцию, если рассматриваются комплексные объекты) и учитывать весь комплекс народнохозяйственных затрат, которые связаны с его достижением (с учетом затрат, вложенных в смежные звенья энергетики и сопряженные отрасли народного хозяйства). Варианты оцениваются и по показателям, которые сопоставимы с точки зрения полноты учета конкретных условий сооружения и эксплуатации объектов, уровня применяемых цен и тарифов, уровня техники строительных работ и т. д.

Ниже рассмотрены основные этапы разработки проекта электрической сети 10 кВ для электроснабжения населенного сельского пункта.

На основании данных аэрофотосъемки и по информации отдела статистики райсполкома определены количество, тип и местоположение потребителей. Для вновь строящихся объектов данная информация взята из проектно-сметной документации.

Расчетные нагрузки потребителей населенного пункта определены на основе вероятностных характеристик по справочной литературе.

Конфигурация схем электрической сети зависит от ряда факторов, таких как число потребителей, их размещения, категорийности, размещения опорных подстанций системы.

За основу модели системы принята модель В.К. Плюгачева [3]. На основании данной модели можно определить количество трансформаторных подстанций  $N$ :

$$N = \frac{W \cdot R^2}{T_{нб} \cdot S \cdot \cos \varphi \cdot k}, \quad (1)$$

где  $W$  – плотность потребления электроэнергии, кВт·ч/км<sup>2</sup>·год;  $T_{нб}$  – число часов использования наибольшей нагрузки на потребительских подстанциях, ч;  $S$  – средняя мощность потребительских подстанций, установленных в районе электроснабжения, кВ·А;  $\cos \varphi$  – коэффициент мощности;  $R$  – радиус распределительной сети (вписанной в квадрат окружности), км;  $k$  – коэффициент загрузки трансформаторов.

Места установки ТП выбираются согласно нормам проектирования электрических сетей 0,38-10 кВ сельскохозяйственного назначения.

При проектировании развития электрической сети возникает задача выбора ее экономичной конфигурации. В общем случае данная задача решается методами динамического программирования. Из-за трудоемкости методов динамического программирования и необходимости учета многих условий ограничения на прокладываемые трассы линий, выбор экономичной конфигурации осуществили путем сравнением технико-экономических показателей.

Выбрали пять различных конфигураций сети удовлетворяющие нормами технологического проектирования, рассчитали для каждой, после выбора

потребительских трансформаторов и сечений проводников, технико-экономические показатели и определили оптимальную конфигурацию.

Выбор трансформаторов для каждого ТП произвели по условию минимальных относительных потерь электрической энергии. Полученные значения показывают, что минимум потерь энергии достигается при коэффициентах загрузки трансформаторов находящихся в пределах 1,51 - 2,46. При таком режиме работы повышается износ изоляции и снижается время эксплуатации трансформатора. Отсюда вывод, что для достижения минимальных потерь энергии на трансформаторах необходимо усиливать изоляцию, улучшать системы охлаждения и загружать трансформаторы до найденной оптимальной величины потерь энергии.

Выбор проводов для каждого варианта проектируемой сети производили по допустимым потерям напряжения. Выбор сечений проводников по допустимым потерям напряжения главным образом объясняется необходимостью обеспечения требуемых отклонений напряжений на зажимах электроприемников. Полученное значение сечения меньше допустимых по условию механической прочности согласно ПУЭ. Поэтому сечение приняты по условию механической прочности.

Для выбора выключателей питающей подстанции на стороне 10 кВ НН составлена схема сетевого района и определены параметры элементов схемы. Для полученной схемы составили однолинейную схему замещения, в которую вошли все источники питания, участвующие в питании места КЗ, и все элементы электроснабжения (трансформаторы, воздушные линии), расположенные между источниками и местом КЗ. В схему не войдут нагрузки, так как они удалены от места КЗ и практически не влияют в подпитки КЗ.

Электрический расчет выбранного варианта проектируемой сети производили с помощью программы EX10ST, разработанной на кафедре “Электрические системы и сети”.

Основным видом перенапряжений в сельских сетях, от которых следует защищать электроустановки, являются перенапряжения, вызываемые атмосферными явлениями, и в первую очередь грозой.

Для ВЛ напряжением 6-10 кВ на железобетонных опорах основным резервным мероприятием для повышения эксплуатационной надежности, предотвращающим перерывы в электроснабжении, является АПВ. Должны применяться устройства АПВ одно- и двукратного действия. В соответствии с требованиями ПУЭ должны быть заземлены на ВЛ напряжением 6-10 кВ железобетонные опоры. Сопротивление заземляющих устройств опор ВЛ напряжением 6-10 кВ не должно превышать 30 Ом.

Для защиты распределительной электрической сети напряжением 0,4-10 кВ от грозовых перенапряжений применяются:

- ограничители перенапряжений нелинейные;
- разрядники длинно-искровые;
- разрядники вентильные и трубчатые;
- защитные искровые промежутки.

#### Литература

1. Электрические системы и сети: Учебник/ Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин, П.В. Лычев. – Минск: Вышэйшая школа, 2003. – 475 с.
2. Справочник по проектированию электрических сетей. Под редакцией Д.Л. Файбисовича. – Москва: Издательство НИЦ ЭНАС, 320 с.; ил.
3. Лещинская Т.Б., Метельков А.А. Разработка методики планирования систем электроснабжения районов с малой плотностью нагрузок с учетом неопределенности исходной информации. – М.: Агроконсалт, 2003. – 116 с.