

УДК 621.311.161

Ю.И. Горелов, канд. техн. наук, доц., (4872) 35-54-50, gor_tula@rambler.ru
(Россия, Тула, ТулГУ),

Р.М. Исаев, магистрант, 8-953-425-79-88 (Россия, Тула, ТулГУ)

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Исследуется важная проблема расчета потерь распределительной электрической сети путем реконфигурации сети при обеспечении минимума потерь мощности и соблюдении требуемых границ изменения напряжений и токов.

Ключевые слова: реконфигурация, нормирование, нормативы потерь электроэнергии, прогнозирование.

Электрическая энергия является единственным видом продукции, для перемещения которого от мест производства до мест потребления не используются другие ресурсы. Для этого расходуется часть самой передаваемой электроэнергии, поэтому ее потери неизбежны, задача состоит в определении их экономически обоснованного уровня. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях до этого уровня - одно из важных направлений энергосбережения.

В течение всего периода с 1991 по 2003 гг. суммарные потери в энергосистемах России росли и в абсолютном значении, и в процентах от-пуска электроэнергии в сеть.

Рост потерь энергии в электрических сетях определен действием вполне объективных закономерностей в развитии всей энергетики в целом. Основными из них являются: тенденция к концентрации производства электроэнергии на крупных электростанциях; непрерывный рост нагрузок электрических сетей, связанный с естественным ростом нагрузок потребителей и отставанием темпов прироста пропускной способности сети от темпов прироста потребления электроэнергии и генерирующих мощностей.

В связи с развитием рыночных отношений в стране значимость проблемы потерь электроэнергии существенно возросла. Разработка методов расчета, анализа потерь электроэнергии и выбора экономически обоснованных мероприятий по их снижению ведется во ВНИИЭ уже более 30 лет. Для расчета всех составляющих потерь электроэнергии в сетях всех классов напряжения АО-энерго- и в оборудовании сетей и подстанций и их нормативных характеристик разработан программный комплекс, имеющий сертификат соответствия, утвержденный ЦДУ ЕЭС России, Главгосэнергонадзором России и Департаментом электрических сетей РАО "ЕЭС России".

В связи со сложностью расчета потерь и наличием существенных погрешностей, в последнее время особое внимание уделяется разработке

методик нормирования потерь электроэнергии.

Методология определения нормативов потерь еще не установилась. Не определены даже принципы нормирования. Мнения о подходе к нормированию лежат в широком диапазоне - от желания иметь установленный твердый норматив в виде процента потерь до контроля за "нормальными" потерями с помощью постоянно проводимых расчетов по схемам сетей с использованием соответствующего программного обеспечения.

По полученным нормам потерь электроэнергии устанавливаются тарифы на электроэнергию. Регулирование тарифов возлагается на государственные регулирующие органы ФЭК и РЭК (федеральную и региональные энергетические комиссии). Энергоснабжающие организации должны обосновывать уровень потерь электроэнергии, который они считают целесообразным включить в тариф, а энергетические комиссии - анализировать эти обоснования и принимать или корректировать их.

Обзор литературы

Проблема расчета потерь электроэнергии волнует энергетиков уже очень долго. В связи с этим, в настоящее время выпускается очень мало книг по данной теме, т.к мало что изменилось в принципиальном устройстве сетей. Но при этом выпускается достаточно большое количество статей, где производится уточнение старых данных и предлагаются новые решения проблем, связанных с расчетом, нормированием и снижением потерь электроэнергии.

Одной из последних книг, выпущенных по данной теме, является книга Железко Ю.С. «Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях». В ней наиболее полно представлена структура потерь электроэнергии, методы анализа потерь и выбор мероприятий по их снижению. Обоснованы методы нормирования потерь. Подробно описано программное обеспечение, реализующее методы расчета потерь.

Ранее этим же автором была выпущена книга «Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов». Здесь наибольшее внимание было уделено методам расчета потерь электроэнергии в различных сетях и обосновано применение того или иного метода в зависимости от типа сети, а также мероприятиям по снижению потерь электроэнергии.

В книге Будзко И.А. и Левина М.С. «Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов» авторы подробно рассмотрели проблемы электроснабжения в целом, сделав упор на распределительные сети, питающие сельскохозяйственные предприятия и населенные пункты. Также в книге даны рекомендации по организации контроля за потреблением электроэнергии и совершенствованию систем учета.

Авторы Воротницкий В.Э., Железко Ю.С. и Казанцев В.Н. в книге «Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем» рассмотре-

ли подробно общие вопросы, относящиеся к снижению потерь электроэнергии в сетях: методы расчета и прогнозирования потерь в сетях, анализ структуры потерь и расчет их технико-экономической эффективности, планирование потерь и мероприятий по их снижению.

В статье Воротницкого В.Э., Заслонова С.В. и Калинкини М.А. «Программа расчета технических потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях 6 - 10 кВ» подробно описана программа для расчета технических потерь электроэнергии РТП 3.1 Ее главным достоинством является простота в использовании и удобный для анализа вывод конечных результатов, что существенно сокращает трудозатраты персонала на проведение расчета.

Статья Железко Ю.С. «Принципы нормирования потерь электроэнергии в электрических сетях и программное обеспечение расчетов» посвящена актуальной проблеме нормирования потерь электроэнергии. Автор делает упор на целенаправленное снижение потерь до экономически обоснованного уровня, что не обеспечивает существующая практика нормирования. Также в статье выносятся предложение использовать нормативные характеристики потерь, разработанные на основе детальных схемотехнических расчетов сетей всех классов напряжений. При этом расчет может производиться при использовании программного обеспечения.

Целью другой статьи этого же автора под названием «Оценка потерь электроэнергии, обусловленных инструментальными погрешностями измерения» не является уточнение методики определения погрешностей конкретных измерительных приборов на основе проверки их параметров. Автором в статье проведена оценка результирующих погрешностей системы учета поступления и отпуска электроэнергии из сети энергообеспечивающей организации, включающей в себя сотни и тысячи приборов. Особое внимание уделено систематической погрешности, которая в настоящее время оказывается существенной составляющей структуры потерь.

В статье Галанова В.П., Галанова В.В. «Влияние качества электроэнергии на уровень ее потерь в сетях» уделено внимание актуальной проблеме качества электроэнергии, что оказывает существенное влияние на потери электроэнергии в сетях.

Статья Воротницкого В.Э., Загорского Я.Т. и Апрыткина В.Н. «Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в городских электрических сетях» посвящена уточнению существующих методов расчета потерь электроэнергии, нормированию потерь в современных условиях, а также новым методам снижения потерь.

Понятие норматива потерь. Методы установления нормативов на практике

Нормирование – это процедура установления для рассматриваемого периода времени приемлемого (нормального) по экономическим критериям уровня потерь (норматива потерь), значение которого определяют на

основе расчетов потерь, анализируя возможности снижения в планируемом периоде каждой составляющей их фактической структуры .

Под нормативом отчетных потерь необходимо понимать сумму нормативов четырех составляющих структуры потерь, каждая из которых имеет самостоятельную природу и, как следствие, требует индивидуально-го подхода к определению ее приемлемого (нормального) уровня на рассматриваемый период. Норматив каждой составляющей должен определяться на основе расчета ее фактического уровня и анализа возможностей реализации выявленных резервов ее снижения.

Если вычесть из сегодняшних фактических потерь все имеющиеся резервы их снижения в полном объеме, результат можно назвать оптимальными потерями при существующих нагрузках сети и существующих ценах на оборудование. Уровень оптимальных потерь меняется из года в год, так как меняются нагрузки сети и цены на оборудование. Если же норматив потерь определен по перспективным нагрузкам сети (на расчетный год) с учетом эффекта от реализации всех экономически обоснованных мероприятий, его можно назвать перспективным нормативом. В связи с постепенным уточнением данных перспективный норматив также необходимо периодически уточнять.

Очевидно, что для внедрения всех экономически обоснованных мероприятий требуется определенный срок. Поэтому при определении норматива потерь на предстоящий год следует учитывать эффект лишь от тех мероприятий, которые реально могут быть проведены за этот период. Такой норматив называют текущим нормативом.

Норматив потерь определяют при конкретных значениях нагрузок сети. Перед планируемым периодом эти нагрузки определяют из прогнозных расчетов. Поэтому для рассматриваемого года можно выделить два значения такого норматива:

прогнозируемое (определенное по прогнозируемым нагрузкам);
фактическое (определенное в конце периода по состоявшимся нагрузкам).

Что касается норматива потерь, включаемых в тариф, то здесь всегда используется его прогнозируемое значение. Фактическое же значение норматива целесообразно использовать при рассмотрении вопросов премирования персонала. При существенном изменении схем и режимов работы сетей в отчетном периоде потери могут, как существенно снизиться (в чем нет никакой заслуги персонала), так и увеличиться. Отказ от корректировки норматива несправедлив в обоих случаях.

Для установления нормативов на практике используются три метода: аналитико-расчетный, опытно-производственный и отчетно-статистический.

Аналитико-расчетный метод наиболее прогрессивен и научно обоснован. Он базируется на сочетании строгих технико-экономических расче-

тов с анализом производственных условий и резервов экономии материальных затрат.

Опытно-производственный метод применяется, когда проведение строгих технико-экономических расчетов по каким-либо причинам невозможно (отсутствие или сложность методик таких расчетов, трудности получения объективных исходных данных и т.п.). Нормативы получают на основе испытаний.

Отчетно-статистический метод наименее обоснован. Нормы на очередной плановый период устанавливаются по отчетно-статистическим данным о расходе материалов за истекший период.

Нормирование расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций осуществляется с целью его контроля и планирования, а также выявления мест нерационального расхода. Нормы расхода выражены в тысячах киловатт-часов в год на единицу оборудования или на одну подстанцию. Численные значения норм зависят от климатических условий.

В силу существенных различий в структуре сетей и в их протяженности норматив потерь для каждой энергоснабжающей организации представляет собой индивидуальное значение, определяемое на основе схем и режимов работы электрических сетей и особенностей учета поступления и отпуска электроэнергии.

В связи с тем, что тарифы устанавливают дифференцированно для трех категорий потребителей, получающих энергию от сетей напряжением 110 кВ и выше, 35-6 кВ и 0,38 кВ, общий норматив потерь должен быть разделен на три составляющие. Это деление должно производиться с учетом степени использования каждой категорией потребителей сетей различных классов напряжения .

Временно допустимые коммерческие потери, включаемые в тариф, распределяют равномерно между всеми категориями потребителей, так как коммерческие потери, представляющие собой в значительной степени хищения энергии, не могут рассматриваться как проблема, оплата которой должна возлагаться только на потребителей, питающихся от сетей 0,38 кВ.

Из четырех составляющих потерь наиболее сложной для представления в форме, ясной для сотрудников контролирующих органов, являются технические потери (особенно их нагрузочная составляющая), так как они представляют собой сумму потерь в сотнях и тысячах элементов, для расчета которых необходимо владеть электротехническими знаниями. Выходом из положения является использование нормативных характеристик технических потерь, представляющих собой зависимости потерь от факторов, отражаемых в официальной отчетности.

Электрическая энергия, передаваемая по электрическим сетям, для своего перемещения расходует часть самой себя. Часть выработанной электроэнергии расходуется в электрических сетях на создание электрических и магнитных полей и является необходимым технологическим расхо-

дом на ее передачу. Для выявления очагов максимальных потерь, а также проведения необходимых мероприятий по их снижению необходимо проанализировать структурные составляющие потерь электроэнергии. Наибольшее значение в настоящее время имеют технические потери, т.к именно они являются основой для расчета планируемых нормативов потерь электроэнергии.

Процесс расчета потерь электроэнергии является достаточно трудоемким. Для облегчения подобных расчетов существуют различные программы, которые имеют простой и удобный интерфейс и позволяют произвести необходимые расчеты гораздо быстрее.

Список литературы

1. Гавриш О. Малая энергетика // Газета «Информационное агентство», февраль 15, 2006.
2. Ванчугов В.В. В поисках новых энергий // Washington ProFile, февраль, 2004 № 11.
3. Задцэ В.В. ВИЭ, мини-ТЭЦ и будущее энергетики России // Энергия: Экономика, техника, экология. 2005. № 9.
4. Воропай Н.И. Предпосылки и перспективы развития распределенной генерации в электроэнергетических системах // Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов: сб. докл. Всерос. н.-т. конф. Благовещенск, октябрь 5-7, 2005.
5. Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. М.: НУ ЭНАС, 2002. 280с.
6. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: руководство для практических расчетов. М.: Энергоатомиздат, 1989. 176с.

YU.I., Gorelov, R.M. Isaev

ELECTRIC POWER LOSSES IN DISTRIBUTIVE ELECTRIC NETWORKS.

In this article the important problem of calculation of losses of a distributive electric network by a network reconfiguration is investigated during the providing a minimum of losses of capacity and observance of demanded borders of change of tension and currents. The problem of calculation, the analysis, rationing of losses of the electric power and an optimum reconfiguration of electric networks from modern positions always remains a hot topic in power industry.

Key words: reconfiguration, rationing, standards of losses of the electric power, forecasting.

Получено 19.06.12