Е.И. ГРАЧЕВА, к.т.н, доцент (КГЭУ)
Г.Ф. ИШБУЛАТОВА, магистр (КГЭУ)
г. Казань

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ И РЕЖИМНО-АТМОСФЕРНЫХ ФАКТОРОВ НА ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

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 [1].

Рост потерь энергии в электрических сетях определен действием вполне объективных закономерностей в развитии всей энергетики в целом. Основными из них являются: тенденция 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 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 [2].

Корректировка с погодными условиями существует для большинства видов потерь. Уровень электропотребления, определяющий потоки

мощности в ветвях и напряжение в узлах сети, существенно зависит от погодных условий. Сезонная динамика зримо проявляется в нагрузочных потерях, расходе электроэнергии на собственные нужды подстанций и недоучете электроэнергии. Но в этих случаях зависимость от погодных условий выражается, в основном, через один фактор - температуру воздуха.

Вместе с тем, существуют составляющие потерь, значение которых определяется не столько температурой, сколько видом погоды. К ним, прежде всего, следует отнести потери на корону, возникающую на проводах высоковольтных линий электропередачи из-за большой напряженности электрического поля на их поверхности. В качестве типовых видов погоды при расчете потерь на корону принято выделять хорошую погоду, сухой снег, дождь и изморозь (в порядке возрастания потерь). Потери на корону зависят от сечения провода и рабочего напряжения (чем меньше сечение и выше напряжение, тем больше удельная напряженность на поверхности провода и тем больше потери), конструкции фазы, протяженности линии.

При увлажнение загрязненного изолятора на его поверхности возникает проводящая среда, (электролит), что способствует существенному возрастанию тока утечки. Эти потери происходят, в основном, при влажной погоде (туман, роса, морозящие дожди).

Удельные потери при различных погодных условиях определяют на основании экспериментальных исследований. Потери от токов утечки по изоляторам воздушных линий – минимальная длина пути тока утечки по изоляторам нормируется в зависимости от степени загрязненности атмосферы (СЗА).

При передаче электрической энергии в каждом элементе электрической сети возникают потери. Для изучения составляющих потерь в различных элементах сети и оценки необходимости проведения того или иного мероприятия, направленного на снижение потерь, выполняется анализ структуры потерь электроэнергии.

Фактические (отчетные) потери электроэнергии $\Delta W_{\text{отч}}$ определяют как разность электроэнергии, поступившей в сеть, и электроэнергии, отпущенной из сети потребителям. Эти потери включают в себя составляющие различной природы: потери в элементах сети, имеющие чисто физический характер, расход электроэнергии на работу оборудования, установленного на подстанциях и обеспечивающего передачу электроэнергии, погрешности фиксации электроэнергии приборами ее учета и, наконец, хищения электроэнергии, неоплату или неполную оплату показаний счетчиков и т.п.

Разделение потерь на составляющие может проводиться по разным критериям: характеру потерь (постоянные, переменные), классам напряжения, группам элементов, производственным подразделениями и т.д. Учитывая физическую природу и специфику методов определения количественных значений фактических потерь, они могут быть разделены на четыре составляющие:

1) технические потери электроэнергии ΔW_T обусловленные физическими процессами в проводах и электрооборудовании, происходящими при передаче электроэнергии по электрическим сетям.

2) расход электроэнергии на собственные нужды подстанций $\Delta W_{сн}$, необходимый для обеспечения работы технологического оборудования подстанций и жизнедеятельности обслуживающего персонала, определяемый по показаниям счетчиков, установленных на трансформаторах собственных нужд подстанций;

3) потери электроэнергии, обусловленные инструментальными погрешностями их измерения (инструментальные потери) $\Delta W_{изм}$;

4) коммерческие потери ΔW_k , обусловленные хищениями электроэнергии, несоответствием показаний счетчиков оплате за электроэнергию бытовыми потребителями и другими причинами в сфере организации контроля за потреблением энергии. Их значение определяют как разницу между фактическими (отчетными) потерями и суммой первых трех составляющих:

$$\Delta W_k = \Delta W_{отч} - \Delta W_T - \Delta W_{сн} - \Delta W_{изм}$$

Три первые составляющие структуры потерь обусловлены технологическими потребностями процесса передачи электроэнергии по сетям и инструментального учета ее поступления и отпуска. Сумма этих составляющих хорошо описывается термином технологические потери. Четвертая составляющая - коммерческие потери - представляет собой воздействие "человеческого фактора" и включает в себя все его проявления: сознательные хищения электроэнергии некоторыми абонентами с помощью изменения показаний счетчиков, неоплату или неполную оплату показаний счетчиков и т.п.

Критерии отнесения части электроэнергии к потерям могут быть физического и экономического характера[1].

Сумму технических потерь, расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций и коммерческих потерь можно назвать физическими потерями электроэнергии. Эти составляющие действительно связаны с физикой распределения энергии по сети. При этом первые две составляющие физических потерь относятся к технологии передачи электроэнергии по сетям, а третья - к технологии контроля количества переданной электроэнергии.

С точки зрения экономики расход электроэнергии на собственные нужды подстанций ничем не отличается от расхода в элементах сетей на передачу остальной части электроэнергии потребителям.

Технические потери электроэнергии можно представить следующими структурными составляющими:

-нагрузочные потери в оборудовании подстанций. К ним относятся потери в линиях и силовых трансформаторах, а также потери в

измерительных трансформаторах тока, высокочастотных заградителях (ВЗ) ВЧ - связи и токоограничивающих реакторах.

-потери холостого хода, включающие потери в электроэнергии в силовых трансформаторах, компенсирующих устройствах (КУ), трансформаторах напряжения, счетчиках и устройствах присоединения ВЧ-связи, а также потери в изоляции кабельных линий.

-климатические потери, включающие в себя два вида потерь: потери на корону и потери из-за токов утечки по изоляторам ВЛ и подстанций. Оба вида зависят от погодных условий.

Технические потери в электрических сетях энергоснабжающих организаций (энергосистем) должны рассчитываться по трем диапазонам напряжения [4]:

в питающих сетях высокого напряжения 35 кВ и выше;

в распределительных сетях среднего напряжения 6 - 10 кВ;

в распределительных сетях низкого напряжения 0,38 кВ.

Распределительные сети 0,38 - 6 - 10 кВ, эксплуатируемые РЭС и ПЭС, характеризуются значительной долей потерь электроэнергии в суммарных потерях по всей цепи передачи электроэнергии от источников до электроприемников. Это обусловлено особенностями построения, функционирования, организацией эксплуатации данного вида сетей: большим количеством элементов, разветвленностью схем, недостаточной обеспеченностью приборами учета, относительно малой загрузкой элементов [3].

В настоящее время по каждому РЭС и ПЭС энергосистем технические потери в сетях 0,38 - 6 - 10 кВ рассчитываются ежемесячно и суммируются за год. Полученные значения потерь используются для расчета планируемого норматива потерь электроэнергии на следующий год.

Список литературы:

1. Железко Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. – М.: НУ ЭНАС, 2002. – 280 с.

2. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.

3. Будзко И.А., Левин М.С. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 320 с.

4. Воротницкий В.Э., Железко Ю.С., Казанцев В.Н. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 368 с.