

УДК 621.311.1.003

Управление потерями при передаче электроэнергии

Гославский П.С.

Научный руководитель – к.т.н, доцент ПЕТРУША Ю.С.

Величина потерь в электрических сетях (ЭС) позволяет оценить эффективность работы сети, проанализировать структуру потерь, выявить причины и разработать организационно-технические мероприятия по их снижению. В данной статье под потерями в ЭС следует понимать технологический расход электроэнергии на ее транспортировку (ТРЭТ) по электрическим сетям. Понятие и определение потерь приведены в ТКП [1] и инструкциях по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям. Условно ТРЭТ можно разделить на:

1) Отчетные потери – это разность между количеством поступившей эклектической энергии (ЭЭ) в сеть и количеством отпущенной из сети, определяемая по данным приборов учета электрической энергии.

2) Технологические потери включают в себя:

а) технические потери ЭЭ, обусловленные физическими процессами в проводниках и электрооборудовании при передаче ЭЭ;

б) потери, образуемые допустимыми погрешностями систем учета ЭЭ;

в) расход ЭЭ на собственные нужды подстанций.

3) Коммерческие потери, 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 отчетными потерями и суммой технологических потерь:

Далее будем рассматривать лишь технологические потери ЭЭ и способы их снижения для повышения энергоэффективности ЭЭС. Их можно представить следующими структурными составляющими:

1) Нагрузочные потери в оборудовании подстанций. К ним относятся потери в линиях и силовых трансформаторах, а также потери в измерительных трансформаторах тока, высокочастотных заградителях ВЧ-связи и токоограничивающих реакторах. Все эти элементы включаются в "рассечку" линии, т.е. последовательно, поэтому потери в них зависят от протекающей через них мощности.

2) 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.

3) 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.

Процесс снижения потерь – это оптимизация режима электрической сети. Их оптимизируют при эксплуатации и при проектировании сети. В условиях эксплуатации мероприятия по снижению потерь называются организационными (они не связаны с дополнительными капитальными вложениями), а при проектировании – в основном технические мероприятия, которые требуют дополнительных капитальных вложений.

Организационные мероприятия по снижению потерь в электрических сетях

Для снижения технологических потерь используются следующие методы:

1. Выравнивание суточного графика нагрузки. Проводится путем стимулирования потребителя снижать использование ЭЭ в часы пиков нагрузки и использовать энергию в периоды минимумов нагрузки.

2. Повышение уровня рабочего напряжения. Ведет к снижению потерь активной мощности, но ограничивается допустимым уровнем напряжения изоляции. В сетях 220 кВ и

выше также рассматривается целесообразность повышения напряжения, так как при повышении напряжения возрастают потери на корону.

3. Оптимизация режимов трансформаторов на подстанциях. При различных сезонных нагрузках трансформаторы на ПС могут быть отключены, тем самым снижаются потери на холостой ход трансформаторов ΔP_{xx} , а нагрузочные потери возрастают незначительно.

4. Разработка обоснованных норм потребления на выработку единицы продукции. Основная задача нормирования потребления ЭЭ – обеспечение применения в производстве и при планировании технически- и экономически обоснованных прогрессивных норм расхода ЭЭ для рационального распределения энергоресурсов и наиболее эффективного их использования.

5. Быстрый и надежный ремонт сети. Снижает время до наступления оптимального режима сети до аварии.

6. Определение оптимальных мест размыкания электрической сети. В сетях 220 кВ и выше оптимизируют режимы по напряжению U , реактивной мощности Q и коэффициенту трансформации n . Так как эти сети выполняются замкнутыми и работают в замкнутом режиме по ним протекают уравнивающие мощности $S_{ур}$, и путем выбора оптимального коэффициента трансформации в силовых трансформаторах с РПН достигается компенсация $S_{ур}$ в контуре.

Электрические сети 6 – 10 кВ (городские) и сети 35 – 110 кВ часто выполняются замкнутыми, но работают в нормально разомкнутом режиме. Они на своих участках имеют разное сечение проводов и являются неоднородными. В замкнутой неоднородной сети протекают уравнивающие мощности и естественное потокораспределение отклоняется от экономического, соответствующего минимуму потерь. В этих условиях, по критерию минимума потерь, часто отыскивают места размыкания сети.

Технические мероприятия по снижению потерь в электрических сетях

1. Компенсация реактивной мощности Q в линии путем установки компенсирующих устройств (КУ). Таким образом, при снижении передачи реактивной мощности Q линия разгружается, увеличивается $\cos \varphi$ и снижается потеря мощности ΔP .

3. Настройка сети. Заключается в установке КУ для уменьшения неоднородности в замкнутых сетях.

2. Повышение номинального напряжения за счет глубоких вводов.

4. Замена проводов на головных участках сети. По мере повышения нагрузок на головных участках сети протекают токи, превышающие экономические токи для данных сечений.

5. Замена недогруженных/перегруженных трансформаторов.

6. Установка вольтодобавочных трансформаторов в замкнутых контурах электрической сети. Приводит к уменьшению $S_{ур}$

7. Замена трансформаторов без РПН на трансформаторы с РПН. Приводит к лучшей оптимизации по потерям мощности и напряжения в сети с изменяющимся графиком нагрузки в течении суток.

8. Применение провода СИП в сетях 0,38 кВ. Снижается процент воровства электроэнергии за счет несанкционированного подключения.

9. Применение фазосимметрирующих трансформаторов в сетях 10/0.38 кВ. За счет снижения несимметрии фазных напряжений, снижается ток, протекающий в нулевом проводе, что в свою очередь ведет к снижению потерь активной мощности.

Все технические мероприятия по снижению потерь должны быть технико-экономически обоснованы в соответствии с действующими ТКП.

Литература:

1. ТКП 460-2017 «Порядок расчета величины технологического расхода электрической энергии на ее передачу по электрическим сетям, учитываемой при финансовых расчетах за электроэнергию между энергоснабжающей организацией и потребителем (абонентом)».

2. Федин В.Т. Основы проектирования энергосистем/ В.Т. Федин, М.И. Фурсанов. – Минск: БНТУ, 2010. Ч. 1. – 322с.