

УДК 621.361

Добровольская Л.А.¹, Черевко Е.А.²

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 0,4 КВ

Рассмотрены вопросы возникновения потерь электроэнергии в сетях 0,4 кВ, перечислены основные причины возникновения этих потерь и даны предложения по борьбе с несанкционированным отбором электроэнергии

В настоящее время вопрос учета электроэнергии (ЭЭ) и контроля потерь является весьма актуальным. Состояние учета электроэнергии, оценка погрешностей и других метрологических характеристик оказывают влияние на ресурсосберегающие технологии.

На состояние учета ЭЭ влияют самые различные факторы, которые можно разбить на функциональные группы:

- объекты по степени сосредоточенности, по режимам работы, по назначению;
- уровни автоматизации учета ЭЭ (ручной сбор и обработка данных; автоматизированный сбор и передача данных на уровне предприятий);
- уровень метрологического обеспечения (наличие типовых измерительных систем и методик выполнения измерений и т.д.).

В структуре потребления ЭЭ Украины население занимает второе место (~20 % поступления энергии в общую энергетическую сеть) после промышленности (~60 %). За последние годы наблюдается стойкий рост полезного отпуска ЭЭ и мощности населению.

Устойчивый рост спроса населения на ЭЭ объясняется следующим: ростом уровня благосостояния населения; урбанизацией; изменением характера и типа застройки городов; наращиванием установленной мощности и насыщением квартир новым поколением бытовых электроприборов, строительством в городах зданий по индивидуальным проектам с квартирами повышенной площади и комфортности, широким распространением современной коттеджной застройки с приборами редкого пользования, но значительной установленной мощности.

В настоящее время для определения объема потребляемой населением ЭЭ используются:

1. Автоматизированные системы учета, контроля и управления электропотреблением бытовых потребителей (АСКУЭ БП).

В работе АСКУЭ БП используется применение электронных счетчиков с устройствами дистанционного считывания с них показаний и контроллерами.

Основные функции АСКУЭ БП: выписка, печатание и обоснование счетов для каждой квартиры; управление активной и реактивной энергией; автоматическое считывание показаний счетчиков; дистанционное подключение и отключение потребителей; определение случаев мошенничества и взлома; управление максимальной нагрузкой и сетью низкого напряжения.

В Украине АСКУЭ БП не применяются.

2. Программные комплексы «биллинг».

Программный комплекс «биллинг» предназначен для автоматизации работы с бытовыми абонентами энергоснабжающего предприятия. Комплекс позволяет получать реальные данные об отпускаемой ЭЭ и полученных платежах, исключить возможность злоупотреблений, сократить численность персонала. Имеет существенные недостатки: сложность, дороговизну, наличие человеческого фактора.

Начинает внедряться в энергосберегающих компаниях – Харьковоблэнерго, Суммыоблэнерго, Прикарпатьеоблэнерго.

3. Самообслуживание.

¹ПГТУ, канд. техн. наук, доц.

²ПГТУ, студент

В режиме самообслуживания абонент самостоятельно снимает показания счетчика, либо в случае его отсутствия использует среднемесячное потребление ЭЭ. Возможны неточность снятия показаний, несвоевременность оплаты, недоплата, несанкционированный отбор ЭЭ, недоучет потребления ЭЭ.

Это приводит к тому, что реальный полезный отпуск ЭЭ населению всегда больше оплаченного по счетам, что ведет к потерям. Расчет потерь крайне трудоемкая задача, поскольку потери состоят из нескольких составляющих, которые необходимо учитывать.

Потери ЭЭ в электрических сетях – это прямые финансовые убытки энергоснабжающих организаций.

Фактические потери могут быть разделены на четыре составляющие:

1. Технические потери ЭЭ, обусловленные физическими процессами, происходящими при передаче ЭЭ по электрическим сетям.

2. Расход ЭЭ на собственные нужды подстанций, необходимый для обеспечения работы технологического оборудования.

3. Инструментальные потери – потери ЭЭ, обусловленные инструментальными погрешностями ее измерения.

4. Коммерческие потери, обусловленные хищениями ЭЭ, несоответствием оплаты за ЭЭ бытовыми потребителями показаниям счетчиков и т.д. Их значение определяют как разницу между фактическими потерями и суммой первых трех составляющих, представляющих технологические потери [1].

Весь объем хищений структурируется по группам потребителей следующим образом: промышленность – 6 %; общественный сектор – 27 %; сельское хозяйство – 16 %; население – 51 %.

Основными способами хищений по группе «население» являются: применение отмоточных и замедляющих вращение счетного механизма устройств – 15 %; нарушение госпломб – 30 %; нарушение схемы учета – 6 %; установка шунта – 3 %; механическое торможение диска – 7 %; заземление нулевого провода – 4 %; доучетное подключение – 30 %; наклон счетчика – 3 %; другие виды хищений – 2 % [2].

В связи с этим весьма актуальной является разработка рекомендаций и мероприятий по совершенствованию систем учета и контроля потерь ЭЭ, направленных на борьбу с несанкционированным отбором и хищениями.

Целью настоящей статьи является разработка рекомендаций по внедрению мероприятий направленных на создание автоматизированной системы контроля потерь ЭЭ в распределительных сетях 0,4 кВ.

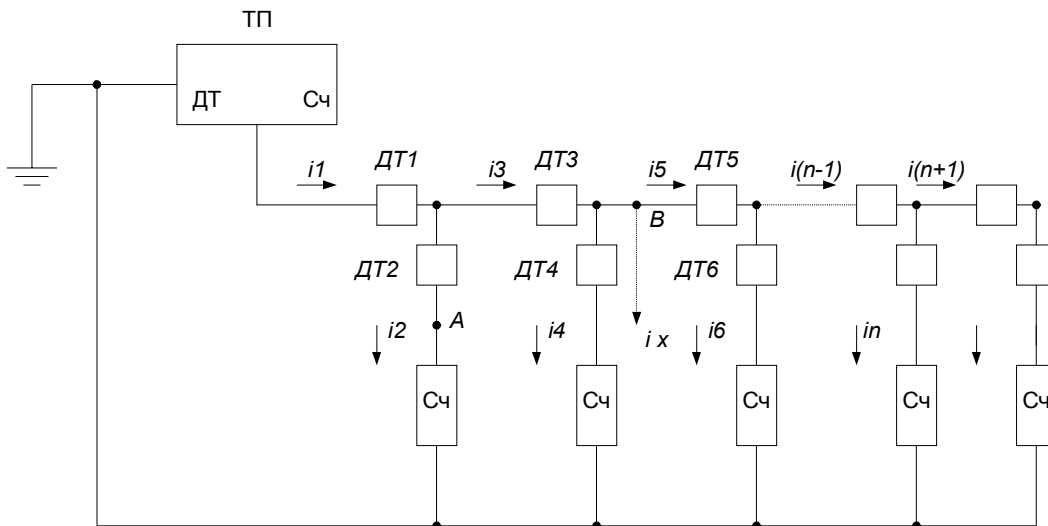
Проанализировав все виды хищений и выделив основные, к которым можно отнести безучетное пользование (набросы на вводы к домам и на магистральные линии) и занижение показаний электросчетчиков (изменение схем включения, применение отматывающих устройств и механическое воздействие на счетный механизм), с целью улучшения коммерческого учета и контроля потерь ЭЭ предлагается использовать современные многофункциональные счетчики, имеющие встроенные электронные схемы, обеспечивающие прием, преобразование и обработку информации с приемных устройств, запоминание косвенного измерения, его индикацию и дальнейшую передачу на приемный блок.

Основываясь на средних расходах ЭЭ можно составить программы, которые будут определять отклонение каждого присоединения от средних показателей. Сравнивая расходы ЭЭ за определенный период можно сделать заключение об отборе. Но это невозможно будет сделать, если выполнено подключение в обход счетчика или имеет место искусственное заземление.

Большой ущерб наносят также возросшие перегрузки линий электропередач, вызываемые ростом потребления ЭЭ, в том числе обусловленные и хищениями.

В связи с этим предпринята попытка разработать способ и структурную схему контроля ЭЭ, которая позволила бы увеличить процентное определение потребителей, использующих несанкционированный отбор ЭЭ.

На рис. 1 представлена структурная схема контроля ЭЭ.



ТП – трансформаторная подстанция;
 ДТ – датчик тока;
 Сч – счетчик электроэнергии.

Рис. 1 – Структурная схема контроля расхода электроэнергии

Разработан и предложен способ и система защиты электрических сетей при хищениях ЭЭ путём наброса на провода, отходящие к потребителю до приборов учёта, а также при набросе проводов на провода общей линии (рис. 1).

В качестве счётчиков ЭЭ предлагается использовать, например, описанные ниже счетчики ЛМ-1Т.06. В месте присоединения к общей линии в фазный провод включается трансформатор тока, например, типа Т-0,66-1-У3, производитель «Завод измерительных приборов «Днепр» (г. Днепропетровск), который служит для передачи информации в цепях переменного тока до 0,66 кВ. К таким датчикам относятся ДТ2, ДТ4, ДТ6 и т.д. Датчик тока включается также в фазный провод контролируемой линии для контроля суммарного тока, потребляемого всеми потребителями, подключёнными к этой линии (ДТ1).

При несанкционированном отборе мощности на участке между датчиком тока и счетчиком (точка А) признаком отбора (увеличения нагрузки) является дисбаланс между величинами токов (максимальным, зафиксированным ранее, и фактическим), при этом показания счётчика не изменяются, либо уменьшаются.

При подключении к проводам общей линии признаком наличия несанкционированного отбора является разница в суммарных расходах ЭЭ, подсчитанная по выражению

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{ТП}} - \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i,$$

где $\mathcal{E}_{\text{ТП}}$ – показания счётчика, установленного на ТП, измеряющего суммарный расход ЭЭ по отдельной линии (фазе);

\mathcal{E}_i – показания счётчика, установленного у i – го потребителя;

n – число потребителей на контролируемой линии.

Определение участка, на котором производится несанкционированный отбор ЭЭ, осуществляется при помощи проверки 1-го закона Кирхгофа. Например, при подключении проводов в точке В не будет соблюдаться соотношение $i5 = i3 - i4$, поскольку справедливо соотношение $i5 = i3 - i4 - ix$.

Аналогичные рассуждения справедливы и для остальных участков общей линии передачи ЭЭ.

Таким образом, оснастив все подключения потребителей ТТ, включаемыми в общую линию и в линию, идущую к потребителю, можно практически со 100 % вероятностью определить место несанкционированного отбора ЭЭ.

Содержащиеся в технической литературе и в технической документации сведения свидетельствуют о том, что современные виды электронных счётчиков ЭЭ защищены от постороннего вмешательства.

Для снижения ущерба в настоящее время разработаны и серийно выпускается ряд приборов и устройств, характеристики некоторых приведены ниже.

Заводом «Авангард» (г. Николаев) выпускаются приборы защитные релейные типов ПЗ2-1 (для однофазных цепей) и приборы ПЗР2-3 (для трёхфазных сетей) [2]. Приборы предназначены для защиты сетей и ТП от перегрузок, недопущения потребления ЭЭ сверх установленных лимитов, защиты от превышения уровней напряжения. Выпускаются в пожаро- и электробезопасном исполнении. Приборы устанавливаются на ТП или на входе электропитания на объект до приборов учёта. При превышении лимитов потребления объект отключается от сети, затем через некоторое время включается снова. При повторном превышении допустимых нагрузок объект вновь отключается от сети. К сожалению, эти приборы не обнаруживают объектов, если хищение осуществляется путем подключения (наброса) проводов на провода магистральной линии. Приборы также не предусматривают работу совместно с АСКУЭ.

Предприятием ООО «Энерготерм» (г. Винница) [2] выпускаются современные однофазные счётчики ЭЭ ЛМ-1Т класса 1,0. Счётчики работают независимо от схемы включения и наличия постороннего заземления, не подвержены влиянию посторонних магнитных и электромагнитных полей. При необходимости счётчики позволяют отключать потребителя от сети. Модификация счётчиков ЛМ-1Т.06 оборудована цифровым дисплеем, позволяет считывать информацию и передавать её по каналам связи. К сожалению, эти счётчики также не позволяют обнаруживать объекты, если хищение осуществляется путем подключения (наброса) проводов на провода магистральной линии.

Для удобства сбора информации с датчиков тока и счётчиков у потребителей предлагается использовать радиосистему считывания данных со счётчиков и датчиков, имеющих соответствующий выход. Может быть использована радиосистема, подобная системе, разработанной польской фирмой «AQVATHERM P. P.H». Радиомодуль Wave Flow работает с любым счётчиком, имеющим импульсный выход. Система может быть выполнена в стационарном варианте с концентратором. ТТ должны быть оснащены радиопередающим устройством (на два трансформатора одно передающее устройство). Провода покрыты специальной изоляцией.

Считаем необходимым отметить, что предлагаемый способ должен внедряться только с учётом его экономической целесообразности. Применение предлагаемого способа, даже выборочно, позволит резко сократить потери, вызываемые несанкционированным отбором ЭЭ.

Выводы

Предложенные способ и система защиты электрических сетей от хищений электрической энергии позволяют определить место несанкционированного её отбора по балансу отдаваемой и отбираемой мощности. По линиям потребителей должны быть учтены классы точности приборов, учет потребляемой ЭЭ должен быть полностью автоматизирован. Комплекс описанных мер в сочетании со штрафными санкциями может предотвратить несанкционированный отбор ЭЭ.

Перечень ссылок

1. Куденко Г.Е. Как поставить заслон безучетному пользованию электроэнергией? / Г.Е. Куденко // Энергосбережение. – 2004. – № 6. – С. 4 – 6.
2. Озеров И.Е. Технические средства борьбы с хищениями электроэнергии / И.Е. Озеров // Энергосбережение. – 2003. – № 10. – С. 13 – 15.

Рецензент: В.С. Зайцев
д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 21.02.2009