

КОММЕРЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4 КВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ

Супруненко А.М., Попкова Н.А.

Научный руководитель – ассистент Секацкий Д.А.

Фактические потери, т.е. разница между отпущенной в сеть и оплаченной электроэнергией, укрупнено имеют четыре составляющие: технические потери электроэнергии, обусловленные физическими процессами, происходящими при передаче электроэнергии по электрическим сетям и выражающимися в преобразовании части электроэнергии в тепло в элементах сетей; потери электроэнергии, обусловленные инструментальными погрешностями ее измерения (недоучет); расход электроэнергии на собственные нужды подстанций и плавку гололеда, необходимый для обеспечения работы технологического оборудования подстанций и линий электропередач и жизнедеятельности обслуживающего персонала; коммерческие потери, не имеют самостоятельного математического описания и, как следствие, не могут быть рассчитаны автономно. Их значение определяют как разницу между фактическими (отчетными) потерями и суммой первых трех составляющих, представляющих собой технологические потери.

В общем случае составляющие коммерческих потерь электроэнергии предлагается объединить в три группы, обусловленные:

Погрешностями измерений отпущенной в сеть и полезно отпущенной электроэнергии потребителям;

Задолженностью к оплате за потребленную электроэнергию.

Хищение электроэнергии.

Способы хищения электроэнергии

Потери от хищения электроэнергии связаны с незаконным подключением потребителей и мошенничеством с приборами учета и т.д. Это одна из наиболее существенных составляющих коммерческих потерь.

С учетом классификатора их можно разделить на 2 группы:

Расчетные. Занижение фактического расхода электроэнергии за счет расчетных коэффициентов, занижение расчетных потерь активной мощности в абонентских трансформациях, недобросовестное использование ступенчатых тарифов, использование ограничений счетного механизма электросчетчика.

Конструктивно-технологические. К ним относятся те способы, которые предусматривают умышленное несанкционированное вмешательство непосредственно в процесс электроснабжения с целью изменения его технологической схемы или любое воздействие на приборы учета с целью искажения показаний или нарушения их работоспособности. Это:

Механические

1. Электромагнитные

2. Схемные

Рассмотрим расчетные способы хищения.

Занижение фактического расхода электроэнергии может иметь место в

том случае, если счетчик электроэнергии подключен к линии электроснабжения через измерительные трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН) и имеет внутренний расчетный коэффициент для вычисления потребления электрической энергии. В общем случае фактический расход электроэнергии W равен произведению разницы показаний счетчика активной энергии ($\Pi_1 - \Pi_2$) на расчетный коэффициент счетчика $K_{расч}$ и на коэффициенты трансформации измерительных ТТ K_I и ТН K_U

$$W = K_{расч} \cdot K_I \cdot K_U (\Pi_1 - \Pi_2), \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Уменьшая значение каждого из множителей в приведенной формуле, можно существенно снизить данные о фактическом потреблении электроэнергии. Значение расчетного коэффициента счетчика $K_{рсн}$ определяется его параметрами (постоянной счетчика, передаточным числом счетчика и коэффициентом счетчика).

Занижение расчетных потерь активной мощности имеет место при выполнении потребителем самостоятельного снятия показаний счетчика без контроля снабжающей организации. Потребитель умышленно занижает значения часов работы трансформатора под нагрузкой.

Недобросовестное использование ступенчатых тарифов.

Ступенчатые тарифы предполагают увеличение стоимости электроэнергии с увеличением уровня ее потребления. При этом потребителям предоставляется возможность оплачивать электроэнергию не ежемесячно, а выборочно (по соответствующей ставке) сразу за несколько месяцев. Недобросовестный потребитель может оплачивать по минимальной ставке электроэнергию, в действительности потребленную во время действия более высокого тарифа.

Использование ограничений счетного механизма счетчиков электроэнергии

возможно, если установленный у потребителя счетчик имеет ограниченное число счетных разрядов, например 4. При постоянном, интенсивном потреблении электроэнергии бытовыми и мелкомоторными потребителями возможно переполнение счетного механизма и его циклическая работа уже через 3 месяца. Это делает невозможным установить истинное потребление электроэнергии.

Рассмотрим конструкционно-технологические способы хищения.

Механические. Механическое воздействие на счетный механизм с целью его повреждения или изменения условий работы, например выкусывание зубцов счетного механизма, механическое торможение диска счетного механизма: этот вариант может иметь разновидности:

в боковой поверхности, счетчика сверлом малого диаметра высверливают отверстие, затем вставляют тонкую проволоку так, чтобы она, касаясь диска, тормозила его. Затем отверстие замазывают мастикой или пластилином в один цвет с корпусом счетчика.

или более интересный и творческий вариант, который имел место в сетях Израиля: при наружной установке электросчетчиков в щелку его корпуса капали немного сиропа, на который сползались муравьи и тормозили вращение диска.

изменение угла наклона счетчиков электроэнергии с целью изменения его погрешности измерения.

Электромагнитные способы хищения предполагают умышленное воздействие на приборы внешним магнитным полем, а так же создание тока нагрузки, имеющего постоянную или высокочастотную составляющие, инверсную фазу и др. При этом в приборе учета создается тормозящий электромагнитный момент, либо электромагнитное поле обратного вращения (для индукционных счетчиков), ухудшается класс точности прибора, вследствие нарушения циклов намагничивания измерительных ТТ и другие явления, вызывающие недоучет, потребляемой электроэнергии, остановок счетного механизма, или же - реверсивную работу («отмотку») счетного механизма, если в его конструкции отсутствует стопор.

Наиболее простые и распространены следующие способы:

прикладывание к электросчетчику постоянного магнита или специально изготовленного соленоида.

использование автотрансформатора мощностью 150 – 200 Вт с напряжением на вторичной обмотке от 3 до 15 В, регулируемого ступенчато или плавно и включаемого по схеме, показанной на Рис.1 или на Рис.2 . Регулировкой выходного напряжения автотрансформатора в токовую обмотку подают ток, больший по величине, чем потребляемый и противоположный ему по направлению. В индукционных счетчиках

электроэнергии при отсутствии специального стопора диск счетного механизма начинает вращаться в обратную сторону.

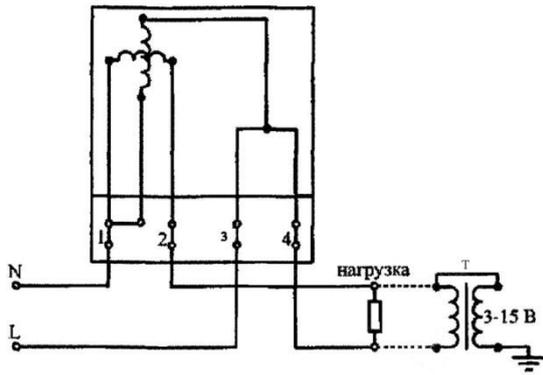


Рисунок 1

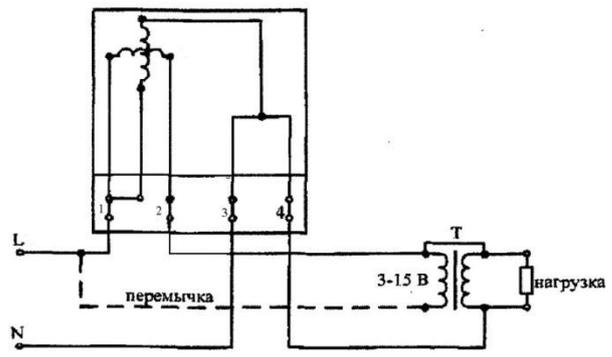


Рисунок 2

подключение к прибору учета специально сконструированных схем, генерирующих высокочастотные гармонические тока и напряжения, например, с использованием заряженного конденсатора, включаемого в противофазу, как показано на рис.3 и др.

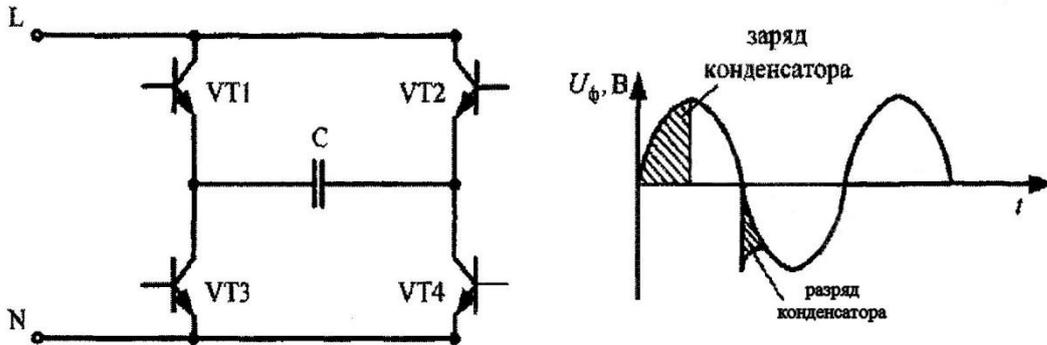


Рисунок 3

Схемные способы хищения электроэнергии предполагают умышленное изменение схемы подключения приборов учета. Одним из самых распространенных вариантов схемного способа хищения электроэнергии является подключение всей нагрузки или основной ее части до (в обход) прибора учета. Относительная легкость реализации данного способа хищения электроэнергии обеспечивается физической доступностью линий электроснабжения для несанкционированного подключения со стороны потребителя. Для того, чтобы работающее электрооборудование не было обнаружено при отключении автоматов защиты нагрузки на приборе учета, это оборудование подключают через скрытно установленный пускатель по схеме, показанной на рис. 4.

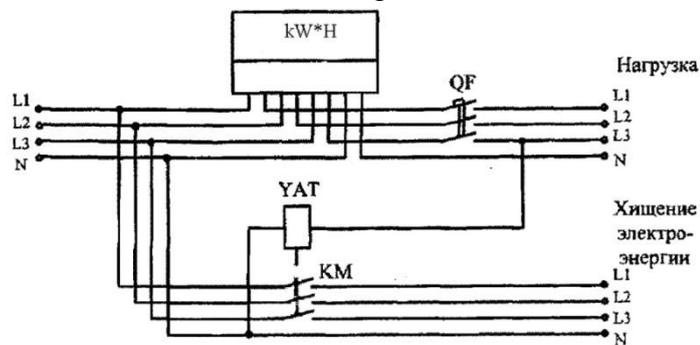


Рисунок 4

Другой вариант включения нагрузки в обход прибора учета предполагает использование вместо нулевого рабочего проводника проводник защитного заземления или любую доступную потребителю заземленную металлическую конструкцию (трубы

водопровода и теплоснабжения, строительные металлоконструкции зданий и др.). Нулевой проводник обламывается без повреждения изоляции до прибора учета или отсоединяется от входных клемм прибора учета, например, на вводном коммутационном аппарате в электрическом щитке (рис. 5). В результате в счетчике создается небаланс токов в фазном и нулевом проводниках, что приводит к не учету электроэнергии, потребляемой нагрузкой, если последнюю включить между фазным проводом и заземленным проводником даже после прибора учета.

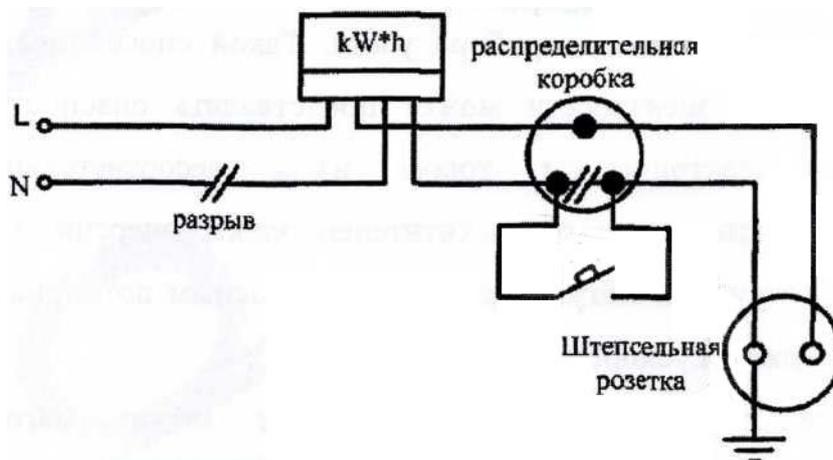


Рисунок 5

Также может быть произведена переполюсовка фазы и нуля на контактах коммутационного аппарата (доступного потребителю во многих случаях), находящегося до счетчика электроэнергии, с последующим заземлением нулевого проводника на стороне нагрузки, либо с использованием любой заземленной металлоконструкции согласно схеме, показанной на рис. 6. Во многих электросчетчиках учет электроэнергии возможен только при условии его правильного включения, поэтому в такой схеме электроэнергия будет потребляться безучетно.

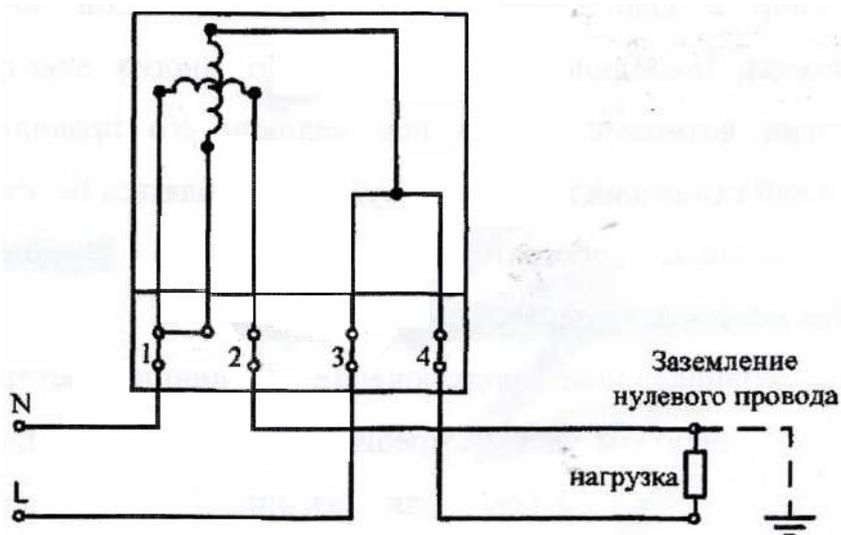


Рисунок 6

Изменение схем коммутации приборов учета, как правило, связано с механическим вмешательством в конструкционные элементы, опломбированные энергосбытовой организацией. Тем не менее, в силу несовершенства механизма пломбировки, имеются возможности доступа под закрытые пломбируемые конструктивы. Наиболее распространенным вариантом изменения схемы коммутации прибора учета в бытовом и мелкомоторном секторе является шунтирование токовой обмотки счетчика электроэнергии (рис. 7).

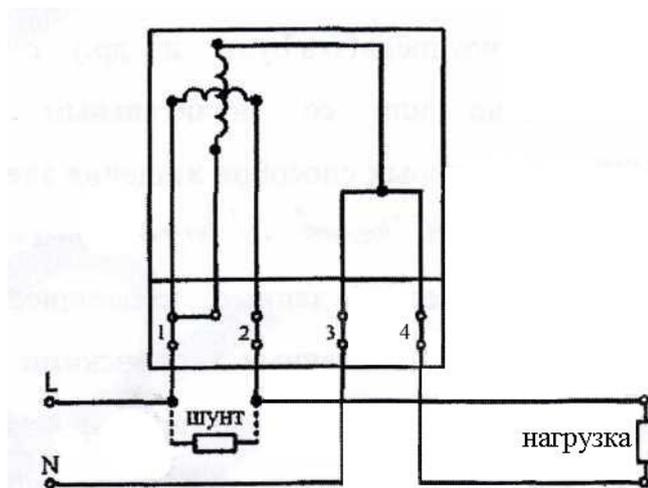


Рисунок 7

Для этого под опломбированную крышку, закрывающую клеммы счетчика, вводится токопроводящий щуп (в качестве которого может быть использована длинная монтажная отвертка), до плотного контакта с клеммой начала токовой обмотки. К щупу одним концом подключен проводник, другой конец которого подключается, например, к фазной клемме автомата нагрузки, установленного после электросчетчика. Таким образом, шунтируются клеммы начала и конца токовой обмотки, в результате чего ток нагрузки протекает мимо цепей учета. Этот вариант легко применим, когда крышка клемного отсека счетчика не плотно прилегает к корпусу, а длина пломбирочной нити позволяет проделать вышеописанные манипуляции без ее обрыва. Если энергосбытовой организацией проводится контрольная проверка, шунт заблаговременно удаляется. Обнаружить несанкционированное вмешательство такого рода практически невозможно, т.к. пломба на крышке клемного отсека остается целая.

Другие варианты изменения схемы коммутации цепей учета предполагают собой смену полярности включения обмоток, порядка их включения, подключение дополнительных элементов (например, конденсаторов), отключение цепей напряжения и др. с целью создания отрицательного, нулевого или пониженного вращающего момента (для индукционных счетчиков электроэнергии), однако при этом сохранить целостность пломбирочки, как правило, не удается.

Как отмечалось ранее, наиболее популярным способом хищения электроэнергии являются всевозможные воздействия на счетчики, это объясняется доступностью отсчетного устройства для манипуляций (чаще всего счетчик стоит в квартире или частном доме), также несовершенством конструкции счётчиков старого образца.

Пик случаев хищения электроэнергии пришелся на период с 1999-2000 г. Тогда было ежегодно выявлено примерно 130-143 млн. кВт·ч неучтенной электроэнергии. В 2013 году данный показатель равнялся 110 млн. кВт·ч. Рост хищений имеет прямую связь с ростом тарифов на электроэнергию. Для снижения объема хищений по республике проводится совершенствование приборных учетов, выполняются технические мероприятия, которые ограничивают возможности хищения энергии:

замена голых провод на изолированные в населенных пунктах – невозможно сделать наброс на провода;

практикуется выносной учет электроэнергии, когда счетчик выносится за пределы индивидуального жилого дома;

установка современных электронных приборов учета, которые высоко защищены от вмешательства извне и практически предотвращают хищение энергии.

На базе электронных приборов учета создаются автоматизированные системы контроля учета электропотребления, они позволяют сводить баланс электрической энергии как по конкретному объекту, например жилому дому, так и по району электрических сетей либо

всей республике в целом. Однако стоит заметить, что замена счетчиков достаточно затратное мероприятие. При строительстве новых объектов туда по умолчанию ставятся счетчики нового образца, а вот существующий жилой фонд обладает счетчиками старого образца, которые необходимо заменить. Всего приборный парк на 2014 год составлял около 5 млн. счетчиков электрической энергии, среди которых свыше 2,5 млн. штук – это индукционные счетчики с классом точности 2,5. В 2013 году было заменено 20666 индукционных счетчиков, в 2014 эта цифра стремилась к 70 000. Однако путем математических подсчетов можно заметить, что на полную замену всех счетчиков в стране при таких темпах понадобится около 35 лет. Установка электронных счетчиков электроэнергии позволит свести к минимуму возможность ее без учётного потребления.

В настоящее время статьей 20.10 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях установлена ответственность за самовольное подключение приемников электрической или тепловой энергии, либо безучетное потребление такой энергии, либо повреждение расчетных приборов учета расхода такой энергии или нарушение схем их подключения, либо самовольный забор сетевой воды из систем теплоснабжения, а равно иные нарушения правил пользования электрической или тепловой энергией в виде штрафа в 5-кратном размере суммы причиненного ущерба.