

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ – СИСТЕМНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Ус А.Г., к.т.н.

Энергетический аудит – энергетическое обследование предприятий, учреждений и организаций [1], являясь основным инструментом энергетического менеджмента, проводится с целью выявления резервов экономии энергоресурсов и разработки программ энергосбережения потребителей.

Обеспечение рационального, экономного использования ТЭР является важнейшей, актуальнейшей проблемой, направленной на снижение расхода энергетических ресурсов в народном хозяйстве республики. Актуальность данной проблемы очевидна, не вызывает сомнений и не требует дополнительных обоснований, т.к. в значительной степени влияет на функционирование народного хозяйства.

Для решения этой проблемы, а тем более для реализации ее решений широко привлекаются государственные органы, юридические и физические лица.

Основными управляющими и координирующими органами по решению вопросов энергосбережения (одной из основных функций управления ТЭР) в нашей республике является государственный комитет по энергосбережению, образованный в начале предыдущего десятилетия (1993/94 г.г.), и несколько позже (1996/97 г.г.) областные управления по надзору за рациональным использованием ТЭР. До этого времени вопросы энергосбережения курировали областные энергонадзора и их районные отделения.

На сегодняшний день существует немало нормативных материалов [2], которые непосредственно или косвенным образом формируют политику в области энергосбережения.

В последние годы в учебные планы подготовки специалистов со средним специальным и высшим образованием введена дисциплина "Основы энергосбережения". Сотрудниками кафедры ЮНЕСКО "Энергосбережение и возобновляемые источники энергии" БГПА составлен курс лекций по дисциплине "Основы энергосбережения" (1999 г.), разрабатываются и другие учебные и методические пособия [3].

На ряде предприятий в штатное расписание начали вводиться должности специалистов по энергосбережению.

Однако, в связи с тем, что практический опыт в вопросах энергосбережения накоплен незначительный, энергосбережение, как отрасль

науки, как совокупность информационного, организационного, технического, методического и научного обеспечения еще не сформировалась. И даже несмотря на то, что в других странах энергосберегающая и сопутствующая ей деятельность начала осуществляться значительно раньше.

У нас в республике осознанная деятельность в области энергосбережения, выявления резервов экономии ТЭР, начала проводиться в 80-х годах предыдущего столетия. Еще в период существования СССР. Эта работа выполнялась лабораториями энергопотребления областных энергонадзоров и их районными отделениями. С тех пор активно в этой деятельности участвуют и сотрудники кафедры "Электроснабжение" ПТУ им. П.О. Сухого.

Традиционное название тем, по которым выполнялись работы, были "Исследование фактического состояния энергоиспользования на основе разработки энергетического баланса конкретного предприятия".

Приводилась краткая характеристика предприятия, выполнялся анализ фактического состояния энергоиспользования. Причем анализ энергоиспользования выполнялся на основании структурного расписания потребления электрической и тепловой энергии по подразделениям предприятия (цех, участок и т.п.) и по целевому назначению – статьям расхода (технологические процессы – металлообработка, сварка, подъемно-транспортное оборудование и т.д.; вспомогательные процессы – освещение, вентиляция, отопление; прочее).

Разрабатывались нормализованные балансы предприятий по электрической и тепловой энергии. Классически нормализованный баланс составляет основу разработки норм расхода ТЭР, выявлению и формированию мероприятий по экономии энергоресурсов.

Нормализованный баланс представляет матрицу, где по одной оси указываются статьи расхода, по другой – направления (резервы) экономии энергии.

Так, например, по электрической энергии:

а) по статьям баланса (расхода):

- общесетевое оборудование, технический учет электроэнергии;
- технологические процессы (определяются конкретностью предприятия – металлообработка, сварка, подъемно-транспортное оборудование и т.д.);
- вспомогательные процессы (внутреннее освещение, наружное освещение, вентиляция, отопление);
- прочие потребители.

б) по резервам экономии электроэнергии:

- в сетях и трансформаторах;
- от холостых ходов и недогрузок оборудования;
- из-за отсутствия автоматики;
- недокомпенсация реактивной мощности;
- регулирование напряжения в электрической сети.
- энергосберегающие технологии;
- другие резервы;
- всего резервов.

По каждой статье расхода в последней графе приводится величина полезной использованной энергии.

По тепловой энергии:

а) по статьям расхода:

- передача, распределение тепловой энергии и ее учет;
- отопление;
- горячее водоснабжение;
- вентиляция.

б) по резервам экономии тепловой энергии:

- нарушение теплоизоляции трубопровода;
- отсутствие автоматики;
- другие резервы;
- всего резервов.

При таком способе декомпозиции системы потребления и использования энергоресурсов в местах пересечения координатных осей образуются ячейки, содержащие одно или несколько направлений (резервов) экономии ТЭР.

Правильно выбранные системы координат (расход по подразделением, по статьям расхода, объекты, области управления, функции управления, направления экономии энергоресурсов) гарантируют наибольшую полноту выявленных мероприятий по энергосбережению.

В действительности же, в настоящее время процесс выявления мероприятий по экономии энергоресурсов носит творческий, субъективный характер.

Чтобы реализовать в полном объеме предлагаемый способ декомпозиции системы потребления и использования энергоресурсов, необходима хорошо налаженная информационная база мероприятий по экономии энергоресурсов, методов решения и программного обеспечения оптимизационных и других задач энергосбережения.

Проведенный анализ с помощью способа декомпозиции позво-

лил все мероприятия по экономии энергоресурсов классифицировать на следующие группы:

1. Мероприятия по нормативной базе: - нормы расхода энергоресурсов, технический (внутрипроизводственный) учет, техническая документация, АРМы и т.д.
2. Мероприятия по системам энергоснабжения (электро-, теплоснабжения). В частности, по системам электроснабжения, например, оптимальное распределение электроэнергии по критерию минимума потерь электроэнергии; обеспечение экономически целесообразного режима работы силовых трансформаторов (выбор оптимального количества работающих трансформаторов); оптимизация реактивной мощности в электрической сети, уровней напряжения в узлах нагрузки; совершенствование суточных графиков нагрузки и т.д.
3. Мероприятия по общепромышленным установкам: компрессоры, насосы, вентиляторы, подъемно-транспортные механизмы, сварочное, металло- и деревообрабатывающее оборудование, электрическое освещение.
4. Мероприятия по специальным технологическим установкам: - различные технологические линии, установки, определяемые конкретным предприятием, отраслью промышленности.

Рассмотренная классификация и примерный перечень мероприятий по экономии энергоресурсов не являются исчерпывающими. Однако такое направление рассмотрения, обследования и исследования электрического хозяйства предприятий и организаций позволит осуществить научный подход к проблеме энергосбережения.

Это позволяет наметить конкретный объем работы по проблеме по отраслям, ведомствам, центральным и региональным органам управления и научным подразделениям.

А пока большие объемы, порой несистематизированной информации, функционируют в управляющих топливно-энергетическими ресурсами органах. Необходима разработка информационных баз, банков данных, систематизация всего объема информации, разработка автоматизированных рабочих мест специалистов. Информационно-поисковые системы могут быть многоуровневыми, построенными по территориальному (предприятие – регион - республика) или ведомственному (предприятие – объединение – концерн (министерство) – республика) принципу. Так сотрудниками кафедр "Электроснабжение" и "Информационные технологии" ГГТУ им. П.О. Сухого разрабатывает-

ся информационная база данных для управления энергопотреблением по Гомельской области – система, связывающая уровни: предприятия - регион. Для республиканского унитарного предприятия ПО "Белоруснефть" разрабатывается система АРМ "Энергетик", связывающая уровни: предприятия – объединение - концерн.

Мероприятия по экономии энергоресурсов и первоочередность их внедрения должны формироваться в результате системного подхода при обследовании энергетических хозяйств предприятий, учреждений и организаций и достаточного их обоснования.

Баланс энергоресурсов по подразделениям и по статьям расхода на предприятиях позволяет наметить наиболее энергоемкие объекты, области для более глубокого обследования.

Как и любое обследование, энергетический аудит имеет уровни, объекты и области обследования. Уровнями обычно являются:

- предварительный аудит (ПЭА);
- подробный аудит (ПДЭА).

Целью ПЭА является: анализ структуры энергопотребления на предприятии; оценка потенциала энергосбережения; определение приоритетных областей для принятия мер; начало мониторинга и нанесения первой опорной точки на график удельного энергопотребления; определение областей для более подробного аудирования.

ПЭА предполагает сбор данных об энергопотреблении, составление опросников.

ПЭА раскрывает, сколько потребляется энергии; где она используется; насколько эффективно она используется; возможности энергосбережения.

При ПЭА устанавливаются наиболее очевидные энергетические потери, предлагаются мероприятия по энергосбережению, не требующие достаточного обоснования в связи с тем, что имеют явный эффект.

ПЭА дает первую опорную точку для начала энергоуправления на предприятии; основу для планирования более эффективного энергопотребления.

При ПДЭА разделяются и выделяются электрические потоки по отдельным цехам, установкам. Анализ использования энергии базируется на измерениях, изучении графика и режимов работы оборудования.

Все мероприятия по рациональному и экономному использованию ТЭР, как правило подразделяются на: низкозатратные, среднезатратные и высокозатратные. Любое мероприятие, особенно средне- и высокозатратное, должно быть экономически и технически обоснованным.

При существующих основных двух направлениях повышения эффективности использования энергетических ресурсов – снижение потерь и применение энергосберегающих технологий, последний путь для большинства предприятий является непосильным из-за отсутствия необходимых средств.

Первоочередная роль должна отводиться техническому учету энергоресурсов, нормированию их расхода, техническому состоянию энергоиспользующего оборудования, снижению потерь энергии, применению низкокзатратных мероприятий.

С конца 80-х и начала 90-х годов предыдущего столетия начала формироваться нормативная база потребления энергоресурсов – разрабатывались удельные нормы расхода топлива, тепловой и электрической энергии на единицу выпускаемой продукции или выполняемой работы. Разрабатывались отечественные информационно-измерительные системы по учету и контролю за расходом электрической энергии (ИИСЭ). Первая ИИСЭ была разработана Белорусским филиалом Московского энергетического научно-исследовательского института. Выпускалась она на Вильнюсском заводе электроизмерительной техники. Испытательным полигоном были рудоправления Белорускалия. И даже было решение Совета Министров СССР об обязательном внедрении этих систем в Белоруссии и странах Прибалтики.

Внедрение первых информационных систем в основном осуществлялось по двум вариантам проектов. При первом, основном варианте привязки, системы использовались для организации только коммерческого (расчетного) учета и расхода электроэнергии по основным узлам нагрузки (по линейным присоединениям ГПП, ГРП, по промежуточным РП), при втором варианте системы использовались для учета электроэнергии по значительному количеству линий без всяких обоснований, где и как будет использоваться эта учетная информация, задействовались значительные количества каналов учета.

Количество приборов учета в системах электроснабжения должно быть вполне обосновано. Учетная информация в первую очередь должна позволять формировать расход ТЭР на конкретный вид (условную единицу) выпускаемой продукции или выполненную услугу или работу.

На настоящее время разработано значительное количество технических средств по отбору учетной информации. Они вполне удовлетворяют требованиям сегодняшнего дня и ближайшей перспективы. Организация же системы учета и контроля энергоресурсов значительно отстает от технического обеспечения, что является существенным тормозом для эффективного контроля за расходом энергоресурсов.

Существующая на настоящее время нормативная документация по организации учета и контроля электроэнергии вполне обеспечивает организацию коммерческого (расчетного) учета, ужесточает режимное и плановое потребление электроэнергии. Места установки приборов коммерческого учета, требования к нему и организация его конкретным образом определяются рядом действующих нормативных документов.

Большая часть приборов устанавливается для внутрипроизводственного (технического) учета, т.к. именно внутри предприятия сосредоточены основные резервы повышения эффективности ее использования и экономии. Этот вид учета на предприятиях имеет существенные недостатки, основные из которых заключаются в необоснованном выборе мест установки приборов, организации сбора, обработки (в частности формирование удельного расхода электроэнергии) и анализа учетной информации. Это вызывает экономические потери, во-первых, от установки приборов учета, там, где их применение не обеспечивает должного эффекта, во-вторых, от нереализованных возможностей, которые могли быть получены при дополнительной установке приборов. Кроме того отсутствует возможность получения оперативно необходимых данных для выявления резервов экономии электроэнергии при существующих системах организации сбора, обработки и анализа учетной информации.

"Общие положения о порядке учета и контроля расхода топлива, электрической и тепловой энергии для промышленных, транспортных, с/х и коммунально-бытовых предприятий и организаций" регламентируют минимальную годовую величину потребления электроэнергии 300 тыс. кВт·ч, при которой необходима установка прибора. Эта величина подсчитана исходя из затрат на приборы и нормирование и имеет значение, ниже которого затраты в заданный нормативный срок не окупаются. Она не учитывает применение для технического учета электронных счетчиков, счетчиков-датчиков ИИСЭ и других современных приборов и систем учета и контроля электроэнергии. Учет этого привел бы к значительно большим величинам минимального годового потребления электроэнергии, при котором целесообразна была бы установка прибора.

Необходимы сравнительно недорогие приборы, системы, экономически позволяющие вести учет расхода относительно небольших величин электроэнергии.

На каждом предприятии, исходя из конкретных условий и особенностей, следует определять оптимальный объем автоматизации учета.

С помощью ИИСЭ целесообразно реализовывать коммерческий

учет и учет наиболее энергоемких подразделений, мощности которых можно использовать в качестве регуляторов нагрузки предприятия. Здесь необходимо иметь достаточную оперативность в сборе информации, позволяющую контролировать не только расход электроэнергии по большому числу счетчиков, но и текущие значения мощности в часы максимума нагрузки энергосистемы и даже прогнозировать ее. Системы должны иметь возможность постоянно расширять автоматизацию учета.

Особо важным, как уже отмечалось ранее, является организация такого учета, который бы позволял формировать удельный фактический расход энергии на единицу выпускаемой продукции или работы. Порой это связано с необходимостью выполнения реконструкции системы электроснабжения (СЭ). Поскольку проектные организации при проектировании СЭ не всегда учитывают необходимость и требования организации технического учета.

Функции и задачи системы автоматизированного учета, применяемые типы тарифов, оплата за энергоресурсы должны быть обоснованы для конкретного предприятия.

Анализируя передачу электроэнергии от источников к электроприемникам и использование ее в технологических и сопутствующих, обеспечивающих нормальные условия функционирования производства, процессах, а также организацию потребления электроэнергии на промышленных предприятиях, весь расход ее можно разделить на полезноиспользуемый (теоретический) и потери. Все потери энергии можно разделить на составляющие:

- 1) потери в элементах систем электроснабжения (генераторах, трансформаторах, линиях электропередачи, реакторах и т.д.);
- 2) потери в электроприемниках (двигателях, нагревателях и других преобразователях электроэнергии);
- 3) потери в технологических аппаратах;
- 4) потери, обусловленные неэффективным использованием электроприемников в технологических процессах, отдельных подразделениях предприятия. К этим потерям относится потребление электроэнергии так называемыми "лишними" в определенное время электроприемниками, это несовершенное формирование графиков нагрузки относительно режима энергосистемы, работа электроприемников на холостом ходу и т.д.

Потери п. 1, 2, 3 в свою очередь можно классифицировать на:

- 1) номинальные, зависящие только от характеристик и параметров самих элементов;
- 2) эксплуатационные, обусловленные:
 - а) режимами работы источника и электроприемников, качеством электроэнергии, схемой электроснабжения;
 - б) отклонениями от номинальных режимов технологического процесса, например, не выдерживание заданного режима плавки, резания и т.п.

Таким образом, эффективное использование электроэнергии на промпредприятии объединяет такие задачи, как рациональное распределение электроэнергии во внутривзаводской системе электроснабжения и организация обоснованного использования электроэнергии электроприемниками и самих приемников в качестве потребителей электроэнергии.

Действенность контроля расхода электроэнергии обусловливается хорошо обоснованным и налаженным учетом и наличием нормативной базы расхода. Нормирование расхода электроэнергии трудоемкий процесс, характеризующийся значительным объемом исходной информации, причем иногда труднодоступной. Техничко-экономическую базу нормирования расхода электроэнергии создает разработка электрических балансов предприятия. Методами разработки норм расхода являются расчетно-аналитический (основной), опытный и расчетно-статистический.

На основании анализа расхода электроэнергии технологическая норма должна представлять собой сумму составляющих теоретического расхода, потерь в технологическом аппарате и электроприемника. Поэтому для разработки норм расхода необходимы математическое описание использования электроэнергии в технологическом процессе (резание, нагрев, плавка и т.д.), энергетические характеристики технологического аппарата и электроприемника. Часть данных может быть получена экспериментальным путем. На основании этих данных должен осуществляться расчет обоснованных норм расхода электроэнергии.

Фактические же уровни нормативных значений выше расчетных вследствие эксплуатационных и режимных отклонений от норм ведения технологического процесса, потерь в электрических сетях. Эти потери часто попадают в норму расхода, что следует считать недопустимым.

Потери в системе электроснабжения и качество электроэнергии должны контролироваться постоянным анализом режимов работы электрической сети.

Для этого могут быть использованы разработанные на кафедре "Электроснабжение" ГГТУ им. П.О. Сухого программы для ЭВМ комплексного расчета внутрив заводских электрических сетей. Данные, полученные в результате расчета по программам, дают возможность проводить комплексный анализ режима сети как в эксплуатационном, так и в прогнозируемом режимах. Перераспределяя загрузку линий и трансформаторов и выполняя соответствующие расчеты по указанным программам можно осуществить поиск варианта схемы сети, обеспечивающего минимальные потери при требуемых значениях качества электроэнергии и надежности электроснабжения.

Таким образом, для каждого предприятия, организации, учреждения должна быть в первую очередь разработана достаточно обоснованная нормативная база расхода энергоресурсов и обоснованный учет и контроль расхода всех видов энергии и топлива. Именно это создает основу эффективного контроля за потреблением и использованием энергоресурсов и основу информационного обеспечения для энергетического обследования предприятий, организаций и учреждений.

Аудитор, проводя обследование энергетического хозяйства, должен особое внимание обращать на недостатки системы учета и контроля ТЭР, качество нормативной базы расхода энергоресурсов. Основные же мероприятия программы энергосбережения формируются в результате обследования и анализа процессов потребления и использования ТЭР, учитывая достижения современной науки и техники, при достаточном их экономическом обосновании.

Выводы

1. Проблема энергосбережения многогранна. Для решения ее необходимо соответствующее информационное, организационное, техническое, методическое и научное обеспечение.
2. Для выявления резервов экономии энергоресурсов предлагается матричная декомпозиция системы потребления и использования ТЭР.
3. Все мероприятия по рациональному и экономному использованию энергоресурсов можно классифицировать на 4 группы:
 - а) мероприятия по нормативной базе;
 - б) мероприятия по системам энергоснабжения;
 - в) мероприятия по общепромышленным установкам;
 - г) мероприятия по специальным технологическим установкам.

4. Важным и первоочередным при системном подходе к проблеме энергосбережения является разработка обоснованных норм расхода и технического учета энергетических ресурсов, оценка технического состояния энергоиспользующего оборудования.

Литература

1. Положение о проведении энергетического обследования предприятий, учреждений и организаций. Минск, 1999.
2. Сборник нормативно-технической документации. Минск, 2000.
3. Т.Г. Пospelova. Основы энергосбережения. – Мн: Технопринт, 2000.