**Тема 2. Проведение энергетических обследований**

**2.1. Определение объема потребления энергии и ее стоимости, согласно документации.**

Сбор информации о текущем потреблении энергии и об её стоимости по представленным предприятием документам определяет масштабы проблемы и показывает, где следует сосредоточить усилия для достижения наилучших результатов.

Для оценки влияния на энергопотребление климатических условий и сезонного характера деятельности некоторых объектов информацию собирают за один год с помесячной разбивкой. Помесячные данные о потреблении всех видов энергии и энергоносителей дополняют данными о стоимости топлива и электроэнергии за год и за каждый месяц и о теплообразовательной способности топлива, если оно нестандартное. Информация о расходах должна включать стоимость единицы топлива и электроэнергии и тарифы. Оцениваются колебания теплообразовательной способности топлива и характеристики источников его получения. Необходимо получить информацию о среднемесячной температуре воздуха на протяжении периода, который рассматривается; помесячные данные об объеме выпуска продукции или предоставление услуг предприятием. Эта информация может быть получена по письменному запросу до посещения предприятия. Необходимы копии счетов и квитанций об оплате всех видов топлива, электроэнергии и других ресурсов.

Для оценки формирования расходов на энергию, нужно ознакомиться с системой тарифов на снабжение энергии и энергоносителей. Некоторые энергоресурсы, в частности, электроэнергия, имеют сложную структуру цены, которая зависит от ряда факторов. Необходимо собрать информацию:

1.  О полной присоединенной мощности электроприемников;

2.  О максимуме потребляемой мощности;

3.  О размерах суточных и сезонных колебаний нагрузки,

4.  О характерных графиках нагрузки.

5.  О коэффициенте мощности,

6.  О системе оплаты за потребляемую реактивную мощность, обусловленную в договоре с электроснабжающей компанией, об ограничение и штрафные санкции за их нарушение.

7.  О проведённых на объекте мероприятиях по улучшению коэффициента мощности,

8.  О том, какую часть электроэнергии потребляют отдельные группы электроприемников: электродвигатели, освещение, отопление, технологические процессы и т. п.

Анализ учетной и финансовой документации объекта даст сведения:

1.  Об общей стоимости, энергоресурсов, которую потребляет объект.

2.  О распределении расходов между видами топлива.

3.  О сезонных изменениях потребления топлива.

4.  О ценах и системе тарифов.

Всё это даст картину текущей ситуации на объекте и позволит выделить приоритетные области, где мероприятия по энергосбережению должны быть введены в первую очередь. Зная стоимость и потребленное количество каждого вида энергии (энергоносителя) можно перейти к определению мест их потребления, чтобы для каждого вида энергии (энергоноситель) определить важнейших потребителей по объему и по стоимости.

Для крупных потребителей следует сделать распределение энергии относительно отдельных агрегатов или электроприемников. Это даст четкое представление о технологических процессах и о конкретном оснащении, а сравнение конкретных показателей с плановыми показателями или с лучшим опытом энергосбережения даёт возможность оценить потенциал энергосбережения.

**Изучение технологического процесса и его схемы.**

До начала энергоаудита следует обсудить с руководством предприятия технологический процесс (процессы) и его (их) блок-схемы. Для каждого элемента блок-схемы определить входные потоки энергии и сырья, потоки изделий, а также ответвление и потери. На основе доступной информации и визуальных проверок оценить относительные уменьшения потоков энергии и потерь и составить список основных потребителей энергии, как на производственные потребности, так и на отопление и прочие нужды предприятия. Для определения потребления энергии конечными энергоприемниками используется информация от дополнительных приборов учёта.

Особого внимания требуют крупные потребители энергии. Но это не означает, что мелкими потребителями можно пренебрегать. Тем не менее, начальные усилия следует сосредоточить на тех участках, где получение значительных сбережений наиболее вероятно.

На схеме технологического процесса следует условно изобразить основные этапы прохождения сырья к конечному продукту производства и связи между этапами. Должны быть показаны основные вводы и виды используемой энергии. Каждый из этапов (или подразделов производства) рассматривают как отдельный объект энергоаудита. Указывается любая вторичная переработка отходов в границах технологического процесса, а также переработка отходов, которые поступают на предприятие извне, так как на отходы производства была израсходована энергия предшествующих этапов, в случае, если отходы еще были продуктом тех этапов.

**Изучение списка основных потребителей энергии.**

Список основных потребителей энергии составляется с учётом типа потребляемой энергии.

К основным потребителям ***электроэнергии*** принадлежат, в частности:

осветительные сети помещений; электропечи; сушильные шкафы; отопительные сети помещений; кондиционирования воздуха; воздушные компрессоры; компрессоры холодильников; помпы воды и технологических жидкостей; вентиляторы (системы вентиляции); производственные машины и механизмы (технологическое нагревание, электротяга, электропривод); вакуумные помпы: гидравлические помпы; мешалки; нагреватели жидкостей и газов.

К основным потребителям ***тепловой* энергии** принадлежат, в частности: паровые котлы; водогрейные котлы; парогенераторы; термальные жидкостные нагреватели; печи; сжигатели мусора; сушильные шкафы; нагреватели жидкостей; отопительные сети помещений. На предприятии обязательно должен быть организован учет использования пары и горячей воды.

**Изучение текущего состояния энергопотребления.**

Определение текущего объема потребления энергии достигается комбинацией измерения, оценки и расчета. Наиболее важным следует считать не точную цифру, а масштаб потребления. Количество энергии, которое потребляется разными категориями энергоприемников, оценивается разными приёмами измерения. Полученные в результате значения сравнивают, группируют по отдельным категориям потребителей, прибавляют и сравнивают с общим объемом энергопотребления на объекте. Для уточнения данных проводится перекрестная проверка. Все энергообъекты должны иметь приборы учёта. Это могут быть счетчики предприятия, по которым осуществляют расчеты за коммунальные услуги или сеть дополнительных счетчиков. Допускается временное использование портативных измеряющих приборов. Непосредственное измерение энергии осуществляют счетчики электроэнергии. Силу тока измеряют амперметры или токоизмерительные клещи. Концентрация энергии измеряется термометром. Определение энергии на нагревание воды измеряется счетчиком горячей воды. Измеряя параметры выбросов, например, дымовых газов, можно определить потери энергии с этими выбросами. Если невозможно ***непосредственное*** измерение затрат энергии, существуют ***косвенные*** методы их оценки. Эти методы базируются на элементарных законах физики и осуществляются с помощью простого и недорогого оснащения.

**Непосредственное измерение затрат энергии и энергоносителей.**

Непосредственное (прямое) измерение затрат энергии - самый точный способ определения объема потребленной энергии, как объектом в целом, так и отдельными его элементами. Прямые измерения потребленной энергии или объема потребленного энергоносителя осуществляется с помощью счетчиков. Непосредственно измеряет потребленную ***энергию*** лишь счетчик электроэнергии. Газовый счетчик и олеометр измеряют объем потребленного ***энергоносителя*** (газа, мазута) и для получения результата в единицах энергии необходимо объем помножить на теплообразовательную способность топлива.

При наличии достоверных данных о теплообразовательной способности потребляяемого конкретного топлива, счетчики становятся надежным источником информации. По данным счетчиков определяют количество потребленной энергии определенного вида за принятый промежуток времени. К непосредственным измерениям относится определение объема потребленного топлива.

Если топливо поставляется в известных количествах и в любой момент можно измерить объемы потребления, то применение счетчиков непосредственного измерения потребленного топлива необязательно. Прием «Вычисление объема потребленного топлива» широко используют для расчета потребленного объема жидкого (нефть, мазут, газ) и твердого (уголь) топлива. Для расчета потребленного топлива за определенный интервал время) нужно располагать информацией об имеющемся количестве топлива на складе (в газохранилище) на начало интервала времени **(S1).** О количестве топлива, которое поступило на протяжении интервала **(D**) и о количестве топлива на складе в конце интервала **(S2).** Отсюда потребленное количество топлива A:

**A = S1 + D - S2**

Определение количества потреблённого жидкого топлива несложно, поскольку оно хранится в резервуарах или цистернах, объем которых известен. Объем определяется черпаками, заполнением цистерн или поплавковыми измерителями уровня топлива. Возможны погрешности за счет изменения плотности топлива с изменением температуры. Для горизонтальных цилиндрических резервуаров, черпаков или поплавкового измерителя уровня шкалы должны быть тщательно проградуированы. Количество топлива в резервуаре определяется через показания манометра, измеряющего давление в нижней точке резервуара. Подобные приемы применимы и для определения количества потребленного угля, хранящегося в контейнерах или бункерах. Если же уголь ссыпан на земле, то его количество определяется по размерам и формой образованной углем объемной фигуры.

Используют также разнообразные временные измерители. Перечень часто используемых временных измерителей приведен в табл.1. Некоторые из них, например, портативный счетчик электроэнергии, непосредственно измеряет потребление энергии, хотя подавляющее большинство приведенных в табл.1 приборов измеряют другие, связанные с использованием энергии параметры, такие как затраты жидкости, влажность, освещенность и т. п.. Более сложные приборы могут измерять как потребление за определенный промежуток времени, так и мгновенное значение измеренного параметра. Некоторыми измерителями, в частности, анемометром с измеряемой постоянной можно также определить затрату воздуха или жидкости за короткий промежуток времени, но эти данные не отображают изменения параметров затрат на протяжении определенного промежутка.

Кроме средств измерения при энергоаудите используются подручные средства: карманные фонари, переносные стремянки, рулетки, шнур (для определения обхвата трубы). Табл.2 показывает, как полученные временными измерителями значения разных параметров используются для определения энергопотребления, или других параметров, связанных с использованием энергии.

Табл.1. Перечень временных измерителей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Счетчики (категория, тип)** | **Показания** | |
| **Мгновенное значение** | **Потребление на промежутке времени** |
| электрические измерители |  |  |
| Портативный счетчик электроэнергии | + | + |
| Токоизмерительные клещи | + | - |
| измерители температуры |  |  |
| Цифровой термометр | + | - |
| Инфракрасный термометр | + | - |
| измерители потребления жидкости |  |  |
| Ультразвуковой детектор потребления | + | - |
| Измерительная посуда | + | - |
| измерители потребления газа |  |  |
| Анемометр (роторное устройство, электрический датчик) | + | - |
| Приемник полного давления и манометр | + | - |
| измерители влажности атмосферы |  |  |
| Гигрометр (электронный, сухой и увлажненный термометр) | + | - |
| измерители скорости вращения |  |  |
| Тахометр (контактный, стробоскопический) | + | - |
| измерители освещенности |  |  |
| Люксметр | + | - |

Табл.2. Использование информации от временных измерителей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Измерители** | **Получаемая информация** | **Условия и предположение относительно достоверности информации** |
| Портативный счетчик электроэнергии | Потребление электроэнергии, коэффициент мощности | Точность измерителя |
| Измеритель электрического тока (токоизмерительные клещи) | Мощность через вымеренный ток | Напряжение, коэффициент мощности |
| Анализатор дымовых газов | Эффективность сжигания топлива | Полное сжигание, другие затраты котла |
| Цифровой термометр | Температура поверхности, газа, жидкости | Хороший контакт, сухой датчик |
| Инфракрасный термометр | Температура поверхности | Способность излучения |
| Ультразвуковой детектор затрат | Затрата жидкости | Хороший контакт, плотность жидкости |
| Измеримый сосуд | Затрата жидкости | Затраты пара на единицу времени |
| Анемометр (приемник полного давления и манометр) | Затрата жидкости (газа) | Типичные пробы |
| Гигрометр | Относительная влажность | Точность измерителя |
| Тахометр | Скорость вращения | Точность измерителя |
| Люксметр | Освещенность | Точность измерителя |

Правильность выводов из анализа информации временных измерителей подтверждаются перекрестной проверкой. Если в котле нет полного сжигания топлива, вывод делается по характеру выбросов из дымовой трубы котлов, которые работают на мазуте или газойле, или по высокому уровню угарного газа в выбросах котлов, которые работают на газе. По температуре дымовых газов можно оценить общий КПД котла, но без учета потерь на продувку и излучение с поверхности котла.

Обобщение информации, полученной от временных измерителей, отражается путём построения графика изменения нагрузки на протяжении неявного времени. Для этого используют показатели измерителей, которые измеряют затраты энергии за определенный промежуток времени (например, счетчиков электроэнергии или ультразвуковых расходометров).

Актуальность этих графиков состоит в наглядной демонстрации изменений количества потребленной энергии на протяжении определенного времени, что помогает сравнить фактическое изменение объема потребленной энергии с ожидаемой, а также показать, на сколько успешно функционируют ручная и автоматическая система управления потреблением.

Графики нагрузки содержат признаки потенциального энергосбережения и могут указывать на систему контроля повреждений; ручные системы управления; отличия эффективности потребление энергии разными рабочими изменениями; потери.

Графики нагрузки (а также графики затрат воды) обязательно должны включаться в отчет по энергетическому обследованию, поскольку они наглядно отображают имеющиеся проблемы и, таким образом, проявляют конкретные пути сбережения энергии.

**Частичные измерения затрат энергии и энергоносителей.**

Потребление энергии или энергоносителей определяется также по показаниям стационарных или переносных измерителей, дающих значения определенных параметров потребления энергии. Для сведения этих показаний к единицам потребления энергии, необходима определенная информация относительно других параметров процесса потребления энергии. Так, для определения мощности потребления электроэнергии по величине тока, получаемой от стационарного амперметра или токоизмерительных клещей, необходимо знать значения напряжения и коэффициента мощности (без большой погрешности принимаются данные из маркировки электроприемника). Для определения затрат энергии по показаниям параметров необходимо знать энтальпию пары и энтальпию конденсата. Определение потребления энергии по измерениям продолжительности работы возможно при оборудовании, которое работает с постоянной нагрузкой.

Допускается в отдельных случаях оценка влияния любого из тех факторов, значение которых частичными измерениями не определяется, и соответственно, корректировка показателей энергопотребления.

**Косвенные измерения затрат энергии и энергоносителей.**

К косвенным методам измерений относят метод регрессивного анализа и метод тестового контроля. Эти методы используют для анализа данных, полученных для переменных производственных условий, часто дающих количественные показатели для распределения измеренных затрат энергии на компоненты энергопотребления.

***Метод регрессивного анализа*** представляет собой математический прием, который основан на сравнении количества использованной энергии с другой переменной, от которой может зависеть потребление энергии. Например, можно сравнивать значение месячного потребления энергии с выпуском продукции за соответствующий месяц. Регрессивный анализ разделяет объем потребленной энергии на постоянное потребление (то есть на то количество энергии, которая необходимая для поддержания на предприятии нулевого уровня производства) и переменное потребление (количество энергии, которое расходуется на производство продукции и зависит от ее объема).

Регрессивный анализ дает характер зависимости изменения количества энергии от количества продукции, которая вырабатывается. Простейшей является линейная зависимость, так называемая линейная регрессия. Существуют также разного вида нелинейные зависимости и, соответственно, квадратичная, показательная, экспоненциальная, логарифмическая регрессия.

Регрессивный анализ разрешает обнаружить пути сбережения энергии, установить основание равного потребления и контролировать использование энергии. Целесообразно использовать точный метод «линейного регрессивного анализа». Пользоваться при этом следует инженерными калькуляторами, имеющими встроенные программы определения параметров линейной и других видов регрессии. С увеличением объема производства продукции возрастает лишь переменная составляющая затрат энергии.

Градусо-дни - объективный показатель потребности энергии для отопления помещений.   
Иногда применяют «мультипликативный регрессивный анализ», то есть сопоставление количества использованной энергии с несколькими переменными одновременно.

***Метод тестового контроля*** применяют, если несколько потребителей получают энергию от одного источника, на котором организованно измерение затрат энергии. Индивидуальное потребление энергии любым из потребителей может быть определено наблюдением за изменением общей нагрузки в случае отключения и включение разных энергоприемников. Тестовый контроль применяется для других типов счетчиков, например, газовых или паровых. Для получения достоверных результатов методом тестового контроля следует быть уверенным в том, что энергопотребление тестового оснащения на нормальном уровне и не изменяется на протяжении времени тестирования, например, автоматическими системами управления. Примерами применения метода тестового контроля являются контроль энергоснабжения производственных механизмов и системы освещения.

***Электроэнергия*.** Если технологический процесс останавливается (на время обеденного перерыва или в конце рабочего дня), освещение остается включенным еще на несколько минут. При условии, что отключены все производственные механизмы, можно точно измерять количество электроэнергии, которая потребляется электрическим освещением.

***Сжатый воздух*.** Если технологический процесс останавливается и нет потребности в сжатом воздухе, компрессоры следует оставить включенными на несколько минут. Потребляемая компрессорами энергия покажет размер потоков сжатого воздуха. Если компрессоры периодически включаются, следует измерять время загрузки-разгрузки компрессоров, чтобы оценить уровень потерь воздух и количество потребленной электроэнергии.

Существуют ограничения применения тестового контроля. Тестовый контроль, наиболее эффективен, если из всего работающего оборудования исключены некоторые электроприемники (или их группы) на определенные промежутки времени. Эта система не всегда отрабатывает в обратном направлении, поскольку некоторые электроприемники (а именно люминесцентные лампы, электродвигатели, системы сжатого воздуха) потребляют больше энергии в режиме включения, чем в рабочем режиме. Тестовый контроль следует применять исключительно к оборудованию, которое потребляет на протяжении интервала времени постоянную мощность. Если во время тестирования оснащение автоматически включается и выключается (например, холодильник), можно получить ошибочный результат.