Утверждено начальником
Главгосэнергонадзора РФ
Б. П. Варнавским    23.12.1998 г.

**Методика проведения энергетических обследований предприятий и организаций**

Авторский состав:*А. Афонин, Н. Коваль, А. Сторожков, В. Шароухова*

**1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

***Энергоаудит****–* это обследование энергохозяйства промышленного предприятия или организации и разработка рекомендаций и технических решений по сни­жению энергетических затрат.

***Энергосбережение*** – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов и вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

***Энергетический ресурс –***носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть использован в перспективе.

***Эффективное использование энергетических ресурсов****–* достижение экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении требований к охране окружающей природной среды.

***Показатель эффективности –*** абсолютная или удельная величина потребления или потери энергетических ресурсов для продукции любого назначения, установленная государственными стандартами.

***Энергетический объект –*** любое сооружение или группа сооружений, предназначенные для производства, транспорта и (или) преобразования энергии, а также ее использования для получения продукции или услуг.

***Энергопотребление –*** физическая величина, отражающая количество потребляемого хозяйственным субъектом энергоресурса определенного качества, ко­торая используется для расчета показателей энергоэффективности.

***Сбор документальной информации –*** сбор данных о потреблении энергоресурсов, выпуске продук­ции, выполнении работ и оказании услуг, о технических параметрах, технико-экономических показателях, климатических наблюдениях и других данных, которые необходимо учитывать при расчете эффективности энергетического объекта.

***Инструментальное обследование –*** измерение и регистрация характеристик энергопотребления с помощью стационарных и портативных приборов.

***Анализ информации****–* определение показателей энергетической эффективности и резервов энергосбережения на основе собранной документальной информации и данных инструментального обследования.

***Разработка рекомендаций по энергосбережению –***обоснование экономических, организационных, технических и технологических усовершенствований, глав­ным образом направленных на повышение энергоэффективности объекта, с обязательной оценкой возможностей их реализации, предполагаемых затрат и прогнозируемого эффекта в физическом и денежном выражении.

***Энергетический менеджмент –*** совокупность технических и организационных средств, направленных на повышение эффективности использования энерго­ресурсов и являющихся частью общей структуры управления предприятием.

**2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Энергоаудит проводится в соответствии с Федераль­ным законом “Об энергосбережении” № 28-ФЗ от 03.04.96, постановлением Правительства Российской Федерации № 1087 от 02.11.95 “О неотложных мерах по энергосбережению” и “Правилами проведения энергетических обследований”, утвержденными первым заместителем министра топлива и энергетики РФ 25.03.98, в целях оценки эффективности использования организациями и предприятиями энергетических ресурсов, снижения затрат потребителей и ре­ализации энергоэффективных решений.

Настоящая методика определяет порядок проведения энергоаудита предприятий (организаций) и распространяется на предприятия (организации), являющиеся юридическими лицами, независимо от форм собственности, их филиалы, использующие топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) для производства продукции и услуг, на собственные нужды, а также на организации, осуществляющие энергетические обследования.

Энергоаудит направлен на решение следующих основных задач:

 оценка фактического состояния энергоиспользования на предприятии, выявление причин воз­никновения и определение значений потерь топ­ливно-энергетических ресурсов;

 разработка плана мероприятий, направленных на снижение потерь топливно-энергетических ресурсов;

 выявление и оценка резервов экономии топли­ва и энергии;

 определение рациональных размеров энергопотребления в производственных процессах и установках;

 определение требований к организации по совершенствованию учета и контроля расхода энергоносителей;

 оборудования и совершенствования технологических процессов с целью снижения энергетических затрат, оптимизации структуры энергетического баланса предприятия путем выбора оптимальных направлений, способов и размеров использования подведенных и вторичных энергоресурсов.

**3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОАУДИТА**

В соответствии с «Правилами проведения энергетических обследований и энергоаудита предприятий и организаций»

**4. УРОВНИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ**

Методология проведения энергоаудита включает следующие уровни энергетических обследований:

 предварительный энергоаудит (предаудит);

 энергоаудит первого уровня – расчет энергопотребления и затрат;

 энергоаудит второго уровня – углубленное обследование энерготехнологических систем и промышленного предприятия в целом, расчет энергетических потоков.

Предаудит имеет цель оценить необходимость проведения аудиторской проверки.

Для этого проводится:

 оценка доли энергозатрат в суммарных затратах предприятия (электроэнергия, тепловая энергия, топливо, вода);

 выявление динамики изменения доли затрат за 2–3 последних года.

Если доля энергозатрат составляет:

5–10%,          то энергоаудит можно пока не проводить;

11–15%,        то энергоаудит проводить необходимо;

16–20% и более,        то энергоаудит следует проводить срочно.

Энергоаудит первого уровня имеет цели:

  определить структуру энергозатрат и структуру энергоиспользования;

 определить и убедительно показать руководству предприятия потенциал энергосбережения;

 выявить участки, где нерационально или расто­чительно расходуются энергоресурсы;

 расставить приоритеты будущей работы;

 выявить и доказать руководству предприятия це­лесообразность проведения углубленного обсле­дования.

Энергоаудит второго уровня имеет цели:

 найти возможности внедрения энергосберегающих проектов;

 оценить их технико-экономическую эффективность;

 объединить в одну систему рекомендации и тех­нические решения по рациональному энергопользованию и энергосбережению;

 создать предпосылки для подготовки комплексного долговременного плана реализации энер­госбережения на предприятии.

**5. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДАУДИТА**

Предаудит служит для составления программы проведения энергоаудита. На этом этапе определяются основные характеристики предприятия – ассортимент выпускаемой продукции, состав потребляемых энергоресурсов, производственная структура, численность работников, состав основного оборудования и зданий, режим работы, структура управления и т. д.

Стадии предаудита:

 первоначальная беседа с первыми руководите­лями;

  знакомство с предприятием;

 анализ заключенных предприятием договоров энергоснабжения.

В процессе беседы с первыми руководителями предприятия необходимо определить тех, кто принимает решение, получить первоначальные сведения о предприятии; получить сведения о величине составляющей энергозатрат в стоимости выпускаемой про­дукции; определить цели энергосберегающих мероприятий; распределить ответственность за проводимые работы по энергоаудиту на предприятии и уточнить список лиц, с которыми предстоит работать в процессе проведения энергоаудита.

Знакомство с предприятием включает: осмотр предприятия; знакомство со схемами энергоснабжения; с системами учета энергоресурсов; с технологическими схемами.

На этом этапе следует четко определить доступную информацию по энергоиспользованию на предприятии, оценить степень ее достоверности, выделить ту ее часть, которая будет использоваться в энергоаудите. Необходимо выделить наиболее энергоемкие подразделения, технологические циклы и места наиболее вероятных потерь энергоресурсов.

В конце предварительного этапа составляется программа проведения энергоаудита, которая согласуется с руководством предприятия и подписывается двумя сторонами. При составлении программы учитывается мнение обследуемого предприятия о порядке и приоритетности проведения работ на различных участках.

**6. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОАУДИТА ПЕРВОГО УРОВНЯ**

Основные виды работ:

 ознакомление с предприятием, сбор и анализ имеющейся на предприятии полезной для энергоаудита информации;

 выявление возможного потенциала энергосбережения на предприятии.

Основные этапы энергоаудита первого уровня:

1) сбор первичной информации,

2) анализ энергоэкономических показателей промышленного предприятия,

3) выбор объектов аудита,

4) подготовка заключения об основных итогах первичного энергоаудита.

***Сбор первичной информации***

В сборе информации на предварительном этапе участвуют как обследующая организация, так и обследуемое предприятие. Информация фиксируется в типовых формах.

На всем протяжении энергоаудита происходит сбор информации в соответствии с разработанной программой. Источниками информации являются:

 интервью и анкетирование руководства и технического персонала;

 схемы энергоснабжения и учета энергоресурсов;

 отчетная документация по коммерческому и техническому учету энергоресурсов;

 счета от поставщиков энергоресурсов;

 суточные, недельные и месячные графики наг­рузки;

 данные по объему произведенной продукции, ценам и тарифам;

 техническая документация на технологическое и вспомогательное оборудование (технологические системы, спецификации, режимные карты, регламенты и т. д.);

  отчетная документация по ремонтным, наладочным, испытательным и энергосберегающим мероприятиям;

 перспективные программы, ТЭО, проектная документация на любые технологические и организационные усовершенствования, утвержденные планом развития предприятия.

Предприятие должно предоставить для работы всю имеющуюся документальную информацию не менее чем за 24 последних месяца. При этом обследуемое предприятие отвечает за достоверность предоставленной информации. Состав первичной информации:

общие сведения о предприятии;

 фактические отчетные данные по энергопользованию и выпуску продукции в текущем и базо­вом году (по месяцам);

 перечень основного энерготехнологического оборудования;

 технические и энергетические характеристики установок;

 технико-экономические характеристики энергоносителей, используемых на предприятии;

 сведения о подстанциях, источниках тепло-, водоснабжения, сжатого воздуха, топливоснабжения.

**Анализ энергоэкономических показателей предприятия:**

 количественные характеристики производства продукции за последние 2–3 года по месяцам;

 себестоимость продукции, в том числе затраты на топливо, электрическую и тепловую энергию, воду на момент проведения обследования;

 удельная энергоемкость продукции по месяцам;

 удельные расходы энергоресурсов на основные виды продукции по месяцам;

 среднегодовая численность работников предприятия, в том числе производственный и управленческий персонал, персонал энергослужбы.

Необходимо выяснить, доля каких энергоресурсов в общем потреблении наиболее значительна, на использование каких энергоресурсов нужно обратить внимание прежде всего. Информация об энергопотреблении должна показывать долевое потребление раз­личных энергоресурсов на предприятии и затраты на них. Информация по ценам должна включать цену за единицу топлива и тариф (если он используется). Должны быть отмечены составляющие цены и различия в ценах.

При paccмoтpeнии структур тарифов на энергоресурсы нужно учесть все факторы, которые в конечном итоге определяют, сколько предприятие платит за энергоресурсы: изменение цены в течение года; структура тарифа; дифференцированные тарифные ставки; штрафные санкции; другие выплаты.

Наиболее сложной обычно является структура тарифов на электроэнергию, которая зависит от вида размера потребителя, региона. Для оценки потенциала экономии в потреблении электроэнергии необходимо получить следующую информацию:

 какова мощность каждого ввода электроэнергии;

 какова полная мощность присоединенной наг­рузки;

 каковы профили нагрузки – суточный и годовой;

 какова средняя величина коэффициента мощности;

 имеется ли компенсация реактивной мощности;

 какова общая структура электропотребления (двигатели, освещение, технологические процессы и т. п.).

Для оценки эффективности использования энер­горесурсов и наглядности представляемой инфор­мации могут быть получены различные типы удель­ных затрат: средняя стоимость энергоресурса и энер­гии; предельная стоимость; стоимость единицы энер­гии в энергоносителе; стоимость единицы полезной энергии.

**Результат первого этапа**

В конце первого ознакомительного этапа энерго­аудиторы должны иметь представление о предприя­тии и основных технологических процессах, а также следующую информацию:

 общую стоимость затрат предприятия на энер­горесурсы, расходы на воду, стоки и канализацию;

 структуру затрат по энергоносителям;

 сезонные изменения в потреблении и стоимости;

 структуру цен на каждый энергоресурс.

Эта информация дает нам четкую картину текущей ситуации с энергоиспользованием на предприятии и возможность выявить приоритетные направления для дальнейшей работы.

**7. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОАУДИТА ВТОРОГО УРОВНЯ**

**Цели энергоаудита второго уровня:**

 определение для каждого энергоресурса наи­более значимых потребителей по затратам и объ­емам потребления;

 распределение потребления каждого энергоре­сурса по основным потребителям (разработка энергетических балансов);

 разработка мероприятий по снижению потреб­ления энергоресурсов.

Для достижения поставленной цели необходимо:

 провести обследование предприятия;

 составить схемы технологических процессов;

 составить список основных потребителей энер­гии;

 провести расчет потребления энергии каждого из основных потребителей энергии;

 провести анализ работы основных потребителей.

**Обследование предприятия**

При обследовании предприятия необходимо:

 определить энергетические потоки к процессам и от них;

 определить потоки сырья и продукции;

 установить потоки потерь и отходов;

 установить режимы работы производства и клю­чевые фигуры на предприятии (ключевыми людь­ми на предприятии являются операторы техно­логических установок, мастера и технологи, ме­неджеры по выпуску продукции).

На данном этапе осуществляется сбор статистичес­ких данных и первичной информации, который вклю­чает:

 годовой и помесячный выпуск основной и до­полнительной продукции за предыдущий и те­кущий год;

  годовое и помесячное потребление и расход энергоресурсов;

 фонд рабочего времени, сменность;

 источники теплоснабжения, электроснабжения, водоснабжения, газоснабжения, сжатого воздуха;

 схемы систем тепло-, водо-, газо-, электро- и воздухоснабжения предприятия и отдельных под­разделений;

 показатели энергопотребления в существующих формах статистической и внутризаводской отчет­ности;

 мероприятия по повышению эффективности энер­гоиспользования и их выполнение за последние 1–2 года;

 состояние учета и нормирование расхода тепло­вой и электрической энергии;

 наличие паспортов на энергоемкое оборудова­ние и вентсистемы;

 выход вторичных энергоресурсов, в том числе низко­потенциальных, и их использование;

 наличие энергетического паспорта предприятия.

**Схема технологического процесса**

Схема технологического процесса представляет со­бой диаграмму, показывающую основные этапы, через которые последовательно проходят материалы от пер­воначального состояния до готовой продукции.

На схеме должны быть показаны места подачи и использования энергоресурсов, отмечены переработ­ка материалов, утилизация отходов в технологическом процессе.

**Список основных потребителей**

Выявить основных потребителей возможно на ос­новании беседы с персоналом, изучения схем технологических процессов, обхода предприятия.

Наиболее крупными потребителями электроэнергии обычно являются

 электропечи;

 системы отопления, вентиляции и кондициони­рования воздуха;

 компрессоры сжатого воздуха;

 технологические насосы;

 вакуумные насосы;

 гидравлические насосы;

 оборудование для перемешивания и нагревания жидкостей;

 системы освещения.

Основные крупные потребители топлива:

 котлы паровые и водогрейные;

 печи различного назначения;

 нагреватели жидкостей;

 отопительные системы.

**Расчет потребления**

Для того чтобы из составленного списка основных потребителей энергоресурсов выделить наиболее зна­чимых и расставить приоритеты для их подробного об­следования, необходимо знать их долю в общем потреблении. Для оценки величин потребления отдель­ных потребителей необходимо учитывать

  анализ сезонных изменений в потреблении;

  результаты проведенных измерений и расчетов.

Сезонные изменения в энергопотреблении могут помочь отделить энергопотребление технологическо­го процесса от потребления на отопление.

Расчет потребления часто сочетается с измерения­ми, оценкой и вычислениями. На данном этапе важны не столько точные величины потребления, сколько об­щая картина.

**Оценка энергетических потоков**

Для уточнения полученных расчетных данных ба­ланса потребления энергетических ресурсов на предприятии необходимо произвести оценку существую­щих потоков энергоресурсов. Существует несколько способов оценки различных энергетических потоков:

§               использование любых существующих счетчиков;

§               применение специального переносного обору­дования для проведения энергоаудитов;

§               использование проектных данных используемо­го оборудования;

§               оценка максимальных потоков по диаметрам тру­бопроводов.

**Балансы потребления энергии**

Разрабатывается в соответствии со структурой пред­приятия. Выделяются следующие направления потребления электроэнергии:

§               общезаводские затраты;

§               общецеховые затраты для каждого вида продукции;

§               технологические затраты каждого вида продукции.

Основные задачи анализа энергобаланса промыш­ленного предприятия:

§               оценка фактического состояния энергоиспользования;

§               выявление причин и значений потерь энергоре­сурсов;

§               улучшение работы технологического и энергетического оборудования;

§               определение рациональных размеров потребления энергоресурсов в производственных процессах и установках;

§               совершенствование методики нормирования и разработка норм расхода энергоресурсов на про­изводство продукции;

§               определение требований к организации, к со­вершенствованию системы учета и контроля за потреблением различных видов энергоресурсов.

**Алгоритм действия аудитора**

Составить структурную схему энергоснабжения и на­нести на нее приборы коммерческого и технического учета, определить недостающие диагностические при­боры анализа энергопотребления.

Проанализировать систему распределения энергии и расходы на нее. Для этого необходимо получить:

§               счета на потребленную энергию;

§               значение тарифов за потребленную энергию;

§               реальные значения потребленной энергии по по­казаниям счетчиков коммерческого учета, а также графики типовых нагрузок за сутки в период зим­него (22 декабря) и летнего (22 июня) максимумов. Определить расходы энергетических ресурсов по отдельным производствам и участкам промышленного предприятия и получить структуру распределения энергии за предшествующий год. Рассчитать расход отдельных видов энергии по различным производствам и промышленному предприятию в целом.

Составить баланс энергии промышленного пред­приятия. Проанализировать:

§               соответствие потребленной электрической энер­гии вычисленным по счетам и тарифам значени­ям оплаченной электрической энергии;

§               соотношение значений заявленного максимума активной мощности и наибольших значений ак­тивной мощности зимой и летом в часы контро­ля максимума работы энергосистемы.

**8. ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ**

Инструментальное обследование применяется для восполнения отсутствующей информации, которая необходима для оценки эффективности энергоиспользования, но не может быть получена из документов или вызывает сомнение в достоверности.

Для проведения инструментального обследования должны применяться стационарные или специализи­рованные портативные приборы. При проведении из­мерений следует максимально использовать уже су­ществующие узлы учета энергоресурсов на предприя­тии, как коммерческие, так и технические. При инстру­ментальном обследовании предприятие делится на сис­темы или объекты, которые подлежат по возможности комплексному исследованию.

Измерения при инструментальном обследовании подразделяются на следующие виды:

***1. Однократные измерения***– наиболее простой вид измерений, при котором исследуется энергоэффектив­ность отдельного объекта при работе в определенном режиме. Примером может служить измерение КПД кот­ла, обследование насосов, вентиляторов, компрессоров и т. д. Для однократных измерений достаточен минималь­ный набор измерительных приборов, оснащение кото­рых записывающими устройствами не обязательно.

***2. Балансовые измерения*** применяются при сос­тавлении баланса распределения какого-либо энер­горесурса отдельными потребителями, участками, под­разделениями или предприятиями. Перед проведени­ем балансовых измерений необходимо иметь точную схему распределения энергоносителя, по которой дол­жен быть составлен план замеров, необходимых для сведения баланса. Для проведения балансовых измерений желательно иметь несколько измерительных при­боров для одновременных замеров в различных точках. Рекомендуется использовать стационарные приборы, имеющиеся на предприятии, например, системы ком­мерческого и технического учета энергоресурсов. При отсутствии достаточного количества приборов обеспе­чивается установившийся режим работы всего обору­дования, подключенного к распределительной сети, и исключается возможность изменения баланса вручную. На основе результатов балансовых измерений часто про­исходит уточнение схем энергоснабжения.

***3.* *Регистрация параметров****–* определение зави­симости какого-либо параметра во времени. Приме­ром таких измерений может служить снятие суточного графика нагрузки, определение температурной зави­симости потребления тепла и т. д. Для этого вида изме­рений необходимо использовать приборы с внутрен­ними или внешними устройствами записи и хранения данных и возможностью передачи их на компьютер. В ряде случаев допускается применение стационарных счетчиков без записывающих устройств при условии сня­тия их показаний через равные промежутки времени.

**9. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ**

Целью данного этапа является критический анализ собранной на предыдущих этапах информации для то­го чтобы предложить пути снижения затрат на энер­горесурсы. Существуют три основных способа сниже­ния энергопотребления:

§               исключение нерационального использования;

§               устрание потерь;

§               повышение эффективности преобразования.

После выявления источников потерь и участков не­рационального использования энергии можно присту­пать к разработке предложений и проектов по улуч­шению ситуации.

Изначальный проект системы может быть не опти­мальным. Часто выбирается легкое решение или ре­шение с низкими капитальными затратами и не берут­ся в расчет эксплуатационные расходы.

Необходимо установить, являются ли энергопотоки рациональными по направлению и по величине. Для этого нужен опыт, а также информация об основных показате­лях энергопотребления других предприятий рассматри­ваемой отрасли – удельное энергопотребление и т. д.

Для выбора наилучших решений требуется пони­мание процессов и знание соответствующих техноло­гий. Будет полезна помощь более опытных коллег, имеющих богатый опыт обследования технологичес­кого оборудования разных отраслей промышленнос­ти, а также консультации специалистов с хорошим зна­нием рассматриваемой отрасли.

Вся информация, полученная из документов или путем инструментального обследования, является ис­ходным материалом для анализа эффективности энер­гоиспользования. Методы анализа применяются к от­дельному объекту или предприятию в целом. Конкрет­ные методы анализа энергоэффективности зависят от вида оборудования и исследуемого процесса, типа и отраслевой принадлежности предприятия.

Методы анализа подразделяются на физические и финансово-экономические.

***Физический анализ*** оперирует с физическими (на­туральными) величинами и имеет целью определение характеристик энергоиспользования. Физический ана­лиз, как правило, включает следующие этапы:

§               определяется состав объектов энергоиспользо­вания, по которым будет проводиться анализ. Объектами могут служить отдельные потреби­тели, системы, технологические линии, здания, подразделения и предприятие в целом;

§               находится распределение всей потребляемой объектами энергии по отдельным видам энергоресурсов и энергоносителей. Для этого дан­ные по энергопотреблению приводятся к еди­ной системе измерения;

§               определяются для каждого объекта факторы, влияющие на потребление энергии. Например, для технологического оборудования таким фак­тором служит выпуск продукции, для систем отопления – наружная температура, для систем передачи и преобразования энергии – выходная полезная энергия и т. д.;

§               вычисляется удельное энергопотребление по от­дельным видам энергоресурсов и объектам, которое является отношением энергопотребле­ния к влияющему фактору;

§               значения удельного потребления сравниваются с базовыми цифрами, после чего делается вывод об эффективности энергоиспользования по каждому объекту. Базовые цифры могут быть основаны на отраслевых нормах, предыдущих показателях дан­ного предприятия или родственных зарубежных и отечественных предприятий, физическом модели­ровании процессов или экспертных оценках;

§               определяются прямые потери энергии за счет уте­чек энергоносителей, нарушения изоляции, неп­равильной эксплуатации оборудования, простоя, недогрузки и других выявленных нарушений;

§               в конечном итоге выявляются наиболее небла­гополучные объекты с точки зрения эффектив­ности энергоиспользования.

***Финансово-экономический анализ*** проводится па­раллельно с физическим и имеет целью придать эко­номическое обоснование выводам, полученным на ос­новании физического анализа. На этом этапе вычисля­ется распределение затрат на энергоресурсы по всем объектам энергопотребления и видам энергоресурсов. Оцениваются прямые потери в денежном выражении.

Финансово-экономические критерии имеют реша­ющее значение при анализе энергосберегающих ре­комендаций и проектов.

**10. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ**

**Цель данного этапа:**

§               определить, какие из идей возможны как реаль­ные проекты;

§               сравнить альтернативные идеи и выбрать лучшие;

§               разработать единый список проектов.

Энергосберегающие рекомендации (мероприятия) разрабатываются путем применения типовых методов энергосбережения к выявленным на этапе анализаобъектам с наиболее расточительным или неэффектив­ным использованием энергоресурсов. Конкретные ме­тоды энергосбережения, которые могут рассматривать­ся на различных предприятиях, перечислены в прило­жении.

При разработке рекомендаций необходимо:

§               определить техническую суть предлагаемого усовершенствования и принцип получения эко­номии;

§               рассчитать потенциальную годовую экономию в физическом и денежном выражении;

§               определить состав оборудования, необходимо­го для реализации рекомендации, его пример­ную стоимость, основываясь на мировой цене аналогов, стоимость доставки, установки и вво­да в эксплуатацию;

§               рассмотреть все возможности снижения затрат, например изготовление или монтаж оборудова­ния силами самого предприятия;

§               определить возможные побочные эффекты от внедрения рекомендаций, влияющие на реаль­ную экономическую эффективность;

§               оценить общий экономический эффект предла­гаемой рекомендации с учетом всех вышепере­численных пунктов.

Для взаимозависимых рекомендаций рассчитыва­ются, как минимум, два показателя экономической эф­фективности:

§               эффект при выполнении только данной рекомен­дации;

§               эффект при условии выполнения всех предлага­емых рекомендаций.

Для оценки экономического эффекта достаточно ис­пользовать простой срок окупаемости. По требованию заказчика (обследуемого предприятия) и при наличии плана финансирования энергосберегающего проекта допускается применение более сложных методов оцен­ки экономической эффективности проектов.

После оценки экономической эффективности все рекомендации классифицируются по трем категори­ям:

§               беззатратные и низкозатратные – осуществляе­мые в порядке текущей деятельности предпри­ятия;

§               среднезатратные – осуществляемые, как прави­ло, за счет собственных средств предприятия;

§               высокозатратные – требующие дополнительных инвестиций, осуществляемые, как правило, с привлечением заемных средств.

В заключение все энергосберегающие рекоменда­ции сводятся в одну таблицу, в которой они распола­гаются по трем категориям, перечисленным выше. В каждой из категорий рекомендации располагаются в порядке понижения их экономической эффективнос­ти. Такой порядок рекомендаций соответствует наи­более оптимальной очередности их выполнения.

**11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ КОМИССИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЭНЕРГОАУДИТА ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Заключением комиссии по проведению энергоау­дита предприятий является документ, подготовленный экспертной комиссией (энергоаудиторами), содержа­щий обоснованные выводы об энергосберегающей де­ятельности обследуемых предприятий, одобренные квалифицированным большинством личного состава указанной комиссии, и соответствующий заданию на проведение энергетического обследования.*

К заключению, подготовленному экспертной комис­сией по энергетическому обследованию, прилагаются особые обоснованные мнения ее экспертов, не сог­ласных с принятым этой экспертной комиссией заклю­чением.

Заключение, подготовленное экспертной комисси­ей, подписывается руководителем этой экспертной ко­миссии и всеми ее членами и не может быть изменено без их согласия.

Заключение должно состоять из трех частей – ввод­ной, аналитической и итоговой.

*В* *вводной части указываются:*

1) наименование предприятия, подвергнувшегося энергетическому обследованию, и период его деятель­ности, за который проводится обследование;

2) основные сведения об энергопотреблении и вы­полнении плановых энергобалансов:

§               суммарный расход условного топлива, тепла и электроэнергии на производство основных ви­дов продукции и в целом по предприятию;

§               виды энергоносителей, использованных на пред­приятии, их количество и распределение по ук­рупненным группам технологических процессов;

§               количество выпущенной продукции с выделени­ем наиболее энергоемких ее видов;

§               плановые и фактические удельные расходы топлива, тепла и электроэнергии на производство основных видов продукции;

§               энергетический баланс промышленного пред­приятия по указанным группам потребления и состав энергетического оборудования.

*В аналитической части указываются:*

§               оценка фактического уровня энергоиспользова­ния и определения возможности его повышения;

§               определение размеров и установление основ­ных причин потерь энергии во всех элементах энергетического хозяйства;

§               производственные резервы экономии топлива и энергии;

§               определение выхода и использования вторичных энергетических ресурсов;

§               оценка эффективности использования различных видов параметров энергоносителей в отдельных установках и процессах;

§               влияние внедрения новой техники и технологии на показатели использования предприятия;

§               текущие и перспективные планы повышения эко­номичности энергохозяйства предприятия на 5–10-летний период;

§               возможность интенсификации энергетических режимов работы оборудования;

§               совершенствование нормирования и планирова­ния энергопотребления.

Текущие резервы определяются сравнением факти­ческого энергобаланса объекта с его балансом, состав­ленным на базе технически обоснованных нормативов.

При технически объективном нормированном ба­лансе необходимо учитывать только такие мероприятия, которые не требуют специального проектирова­ния или длительного приобретения оборудования.

Значение перспективных резервов определяется путем сравнения двух нормализованных энергоба­лансов – технически объективного и экономически обоснованного (перспективного).

*В итоговой части заключения содержится:*

§               краткая оценка эффективного использования энергетических ресурсов;

§               рекомендации по снижению затрат на топливо и энергообеспечение.

Заключение утверждается руководителем и заве­ряется печатью организации, проводившей энергети­ческое обследование. По результатам обследований, осуществляемых специализированными организация­ми, должны быть разработаны:

§               топливоэнергетический баланс (энергетический паспорт), оптимальный режим потребления энергоресурсов;

§               согласованный с собственником обследуемой ор­ганизации перечень регламентированных по ве­личине затрат, сроку окупаемости и длительнос­ти реализации энергосберегающих проектов и мероприятий.

Указанные документы прилагаются к заключению экспертной комиссии.

**12. ЭКСПЕРТИЗА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЕКТОВ**

Цель проведения экспертизы энергосберегающих проектов:

§               убедиться, что проекты реализуемы;

§               убедиться в целесообразности их проведения;

§               изучить взаимовлияние проектов между собой;

§               определить стоимость проектов;

§               рассчитать выгоды от проектов;

§               сравнить альтернативные проекты и расставить приоритеты;

§               сделать выводы.

Основная задача технической экспертизы проектов – убедиться, что проект технически осуществим и при­емлем.

Необходимо предусмотреть и оценить технические риски при осуществлении предлагаемого проекта.

Кроме технических рисков и побочных эффектов, необходимо учесть соответствие проектов экологичес­ким законам и нормативам, является ли предполагае­мое решение наиболее выгодным не только на крат­косрочный, но и долгосрочный период, не является ли предполагаемое решение неприемлемым для пред­приятия по другим причинам.

Планировать установку и проводить поиск постав­щиков оборудования необходимо с ориентацией на имеющийся бюджет.

Оценку стоимости работ удобно начинать с состав­ления двух списков.

1. Список составляющих стоимости, который включает в себя капитальные затраты на закупку оборудования, сто­имость монтажа и наладки оборудования, затраты на об­служивание оборудования, другие возможные затраты.

2. Список всех возможных выгод от проекта: снижение энергопотребления; увеличение про­изводительности; улучшение качества продукции; сни­жение выбросов в окружающую среду; снижение эк­сплуатационных расходов; улучшение условий труда; уменьшение численности персонала, другое.

Для определения стоимости проекта необходимы конкретные значения стоимости предлагаемого обо­рудования и работ.

Наиболее простым способом экономической оценки инвестиционного проекта, а также сравнения двух аль­тернативных проектов является метод окупаемости ин­вестиций.

Метод окупаемости заключается в оценке допол­нительной прибыли за год, получаемой в ре­зультате реализации проекта. “Период окупаемости” – период, в течение которого про­исходит накопление дополнительной прибыли, рав­ной сумме первичных инвестиций.

Помимо факторов, влияющих на экономическую эф­фективность проекта, при его представлении должны быть указаны и факты, дающие другие, не финансо­вые, выгоды, а также риски, связанные с изменением цен на энергоресурсы, надежность и т. п.

**13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОАУДИТА**

Энергоаудит в части инструментального обследо­вания должен проводиться с помощью стационарных и портативных приборов и оборудования.

К стационарным приборам и оборудованию, исполь­зуемому для энергоаудита, относятся приборы коммер­ческого учета энергоресурсов, контрольно-измери­тельная и авторегулирующая аппаратура, приборы кли­матического наблюдения и другое оборудование, ус­тановленное на объекте энергоаудита. Все измери­тельные приборы должны быть соответствующим об­разом проверены.

Портативные приборы могут быть собственностью энергоаудитора, обследуемого предприятия или взя­ты во временное пользование. Приборы должны иметь сертификат Госстандарта РФ, содержаться в рабочем состоянии и быть поверенными в установленном по­рядке. Минимальный и рекомендуемый состав порта­тивных приборов указан в настоящем разделе.

**Требования к портативным приборам для энергоаудита**

Приборы, с помощью которых проводится энерго­аудит, должны иметь сертификат Госстандарта РФ и пройти поверку в установленном порядке.

Помимо вывода показаний на дисплей или шкалу приборы должны иметь стандартный аналоговый или цифровой выход для подключения к регистрирующим устройствам, компьютерам и другим внешним устройс­твам.

Портативные приборы должны иметь автономное питание.

Все приборы должны быть компактными и иметь небольшой вес, позволяющий проводить обслужива­ние на объекте одним человеком.

***Минимальный состав приборов для энергоаудита***

Для проведения энергоаудита в состав портативной измерительной лаборатории должны, как мини­мум, входить следующие приборы:

 ультразвуковой расходомер жидкости (наклад­ной), позволяющий проводить измерения ско­рости, расхода и количества жидкости, протека­ющей в трубопроводе без нарушения его це­лостности и снятия давления;

электрохимический газоанализатор, определяющий содержание кислорода, окиси углерода, температуру продуктов сгорания;

 электроанализатор, измеряющий и регистриру­ющий токи и напряжения в 3 фазах, активную и реактивную мощности, потребленную активную и реактивную электроэнергию;

бесконтактный (инфракрасный) термометр с ди­апазоном измерения от 0 до 60 ºС;

набор термометров с различными датчиками: воз­душными, жидкостными (погружными), повер­хностными (накладными, контактными и др.);

люксметр;

анемометр;

гигрометр;

накопитель данных для записи переменных сиг­налов.

Накопитель должен иметь не менее двух темпера­турных каналов для непосредственного подключения температурных датчиков, а также не менее двух токовых или потенциальных каналов для регистрации стан­дартных аналоговых сигналов.

**Рекомендуемый состав приборов для энергоаудита**

Минимальный состав портативной измерительной лаборатории рекомендуется расширить дополнитель­ными приборами. В первую очередь в перечисленный в предыдущем разделе набор следует внести следую­щие дополнения:

§               ультразвуковых расходомеров должно быть не менее 2 для сведения баланса в гидравлических сетях. По крайней мере, один из них должен быть оснащен высокотемпературными датчика­ми, работающими при температурах теплоноси­теля до 200 °С;

§               электрохимические анализаторы должны быть оснащены датчиками для определения концен­трации окислов азота и серы в дымовых газах, а также пылемерами.

*В состав лаборатории следует включить дополнительно:*

§               анализатор качества электроэнергии (гармони­ческих искажений);

§               тестер электроизоляции;

§               тестер заземления;

§               микроомметр для проверки контактных сопро­тивлений;

§               корреляционный определитель мест поврежде­ния трубопроводов;

§               различные течеискатели и детекторы газов;

§               тепловизор;

§               высокотемпературный инфракрасный термометр (пирометр);

§               толщиномер для определения толщины стенок трубопроводов и резервуаров;

§               расходомер для стоков;

§               манометры и дифманометры на различные пре­делы измерений;

§               определитель качества воды (солесодержание, рН, растворенный кислород);

§               тахометр;

§               динамометры для измерения усилий и крутяще­го момента;

§               портативный компьютер.

**Сертификация приборов**

Сертификация приборов, применяемых при прове­дении энергоаудитов, должна быть осуществлена Гос­стандартом РФ и его уполномоченными opганизация­ми в установленном порядке.

**ТИПОВЫЕ ОБЪЕКТЫ ЭНЕРГОАУДИТА И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**1. Электроснабжение предприятия**. Распределительные пункты и трансформаторы

В системы электроснабжения входят понижающие трансформаторы и электрические сети напряжением 0,4 кВ или 10 кВ.

**Задача энергоаудитора:**

§               составить баланс электропотребления как по всем подразделениям, так и по видам нагрузки;

§               провести анализ электропотребления и предложить энергосберегающие мероприятия.

**Действия энергоаудитора:**составить схему электроснабжения предприятия (ес­ли на предприятии такой нет). Схема составляется от точ­ки раздела с энергосистемой до энергоприемников. На схеме электроснабжения намечаются точки, в которых нужно проводить инструментальное исследование. Для составления баланса электроэнергии и получения общей картины энергопотребления проводятся обследования каждой из подстанций и наиболее круп­ных потребителей с использованием анализатора элек­тропотребления и измерительных микропроцессорных клещей.

Необходимо помнить, что при составлении баланса всегда нужно сопоставлять величины, полученные сум­мированием по отдельным подстанциям и потребителям с общим электропотреблением, снятым со счетчиков на вводах (как правило, коммерческих). Это подтвердит кор­ректность полученных данных и позволит убедиться, что вся основная нагрузка была учтена.

**Измеряемые параметры**

Для понижающих трансформаторов записываются по­казания счетчиков активной и реактивной энергии через каждый час в течение суток и показатели качества напря­жения (отклонения, колебания, несимметрию и несинусо­идальность) в течение суток.

Для сетей до и выше 1000 В определяются их пара­метры (тип, сечение, длина, способ прокладки) и записываются графики тока в период максимума нагрузки в течение часа.

Измеряются суточные и недельные графики напряже­ний, токов, активной и реактивной мощности по отдель­ным трансформаторам и фидерам, температуры контак­тов и проводников.

Анализируется пиковая мощность, коэффициент загрузки трансформаторов и кабелей, несимметрия фаз, cosj, нес­табильность напряжения, гармонические искажения.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Выравнивание графика нагрузки, более полная заг­рузка трансформаторов, установка фильтров, стабили­заторов и компенсаторов реактивной мощности, установка диспетчерских систем, симметрирование фаз.

Перевод внешних и внутренних сетей на повышенное напряжение и реконструкция сетей.

Включение под нагрузку резервных линий электропе­редачи.

**2. Электропривод**

Силовые процессы на предприятиях в основном осу­ществляются электроприводами. Для данных электро­приемников необходимо определить их паспортные дан­ные (тип, номинальное напряжение и номинальную мощ­ность, КПД, коэффициент мощности, режим работы).

**Измеряемые параметры**

Измерения проводятся для определения фактических показателей режимов работы (коэффициентов загрузки, коэффициента включения и коэффициента мощности).

Измеряются суточные и недельные графики напряже­ний, токов, активной и реактивной мощности, коэффици­енты скорости вращения, крутящий момент. Измерения можно проводить путем записи графиков тока или пока­заний счетчиков активной и реактивной энергии в режиме максимальной нагрузки. Интервал записи 1 час. Необхо­димо также определить время холостого хода в течение суток.

Анализируется пиковая мощность, cosj, соответствие нагрузки и мощности двигателя, время холостого хода.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Увеличение нагрузки рабочих машин.

Установка двигателей соответствующей мощности, дви­гателей повышенной экономичности. Применение контрол­леров мягкого пуска, частотно регулируемого привода, таймеров холостого хода, статических компенсаторов ре­активной мощности и фильтров.

**3. Котлы**

Определить потери тепла в котельной.

Уточнить значение вырабатываемого количества тепла.

Определить потери тепла в сетях распределения.

Определить количество тепла на технологию.

Определить количество тепла на отопление.

Определить количество тепла на ГВС.

**Действия энергоаудитора**

Составить технологическую схему котельной и наме­тить точки проведения замеров.

Провести анализ составляющих потерь тепла:

§               потери с дымовыми газами,

§               потери через стенки котлов,

§               потери с продувкой,

§               тепло на водоподготовку,

§               потери в распределительных сетях.

*Потери с дымовыми газами* определяются с по­мощью переносного анализатора дымовых газов, кото­рый определит потери в процентах к количеству сжига­емого топлива.

*Потери через стенки* рассчитываются как сумма конвективных и излучательных потерь. Температура сте­нок и сводов измеряется цифровым электронным тер­мометром.

*Потери с продувкой* определяются измерением ко­личества воды, выбрасываемой при продувке, с учетом тепла в паре вторичного вскипания и периодичности продувки.

*Расход тепла на водоподготовку* определяется по потоку питательной воды (при помощи счетчика), темпе­ратуре с учетом потерь тепла в деаэраторе.

*Потери тепла в распределительной сети* внутри котельной определяются по длине и диаметрам паропро­водов с учетом состояния теплоизоляции.

*Уточненное количество пара, вырабатываемого в котельной,* определяется как разность между количес­твом сжигаемого газа и суммой всех потерь котельной.

*Потери тепла в распределительных сетях* опре­деляются расчетным путем по длине, диаметру трубо­провода, температуре теплоносителя, теплопроводности и толщине используемого теплоизоляционного материа­ла. Физически параметры трубопроводов определяются по чертежам, если они имеются, или измерениями. Визу­альным осмотром определяется состояние теплоизоля­ции (разрушение, проникновение влаги) и вводятся поп­равочные коэффициенты при расчете тепловых потерь.

*Потребление тепла в системе ГВС* определяется с помощью двух ультразвуковых расходомеров жидкос­ти, устанавливаемых на прямой и обратной линии систе­мы непосредственно у бойлеров подогрева и трех датчи­ков температуры для измерения температуры подавае­мой холодной воды, прямой и обратной воды в системе ГВС. Датчики температуры и расходомеры подсоединя­ются к многоканальному накопителю данных, и показа­ния регистрируются в течение установленного срока. По этим данным определяется количество потребляемого теп­ла в системе ГВС.

Разность количества тепла, вырабатываемого котель­ной, и количества тепла, идущего на продажу, теряе­мого в сетях и потребляемого в системе ГВС, есть ко­личество тепла, потребляемое в технологии и в систе­ме отопления. Чтобы разделить эти две величины, мож­но воспользоваться сезонным изменением в энергопот­реблении.

Исследовать системы автоматического управления го­рением и режимами работы котельной.

Составить общий тепловой баланс.

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Измеряются режимные параметры, состав дымовых газов в различных точках, давление в топке и тракте кот­ла, температура воды в различных точках, температура воздуха, параметры пара, качество питательной и проду­вочной воды, температура наружных поверхностей по всему тракту, характеристика электропривода насосов, вентиляторов и дымососов.

Анализируются избыток воздуха в топке; фактичес­кий КПД; состояние изоляции котлов и теплопроводов; потери тепла излучением; потери с дымовыми газами и продувочной водой; общий тепловой баланс; присосы по тракту; уровень атмосферных выбросов.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Настройка режимов котла, применение автоматичес­ких регуляторов, теплоизоляция наружных поверхностей, уплотнение клапанов и тракта, забор воздуха из помеще­ний котельной, внедрение непрерывной автоматической продувки, утилизация тепла дымовых газов и продувоч­ной воды, модернизация электропривода насосов, вен­тиляторов и дымососов.

Для котельной – оптимизация графика работы котлов.

**4. Печи**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Для газовых печей измеряются режимные парамет­ры, состав дымовых газов в различных точках, давление в топке и тракте печи.

Для электрических (резистивных) печей измеряется график активной нагрузки, для индуктивных и дуговых печей –дополнительно реактивная нагрузка и параметры качества электроэнергии.

Измеряется масса, теплоемкость, скорость или час­тота загрузки, температуры наружных поверхностей по всему тракту, расход и температуры охлаждающей воды на входе и выходе, характеристики электропривода вы­тяжных вентиляторов и дымососов.

Анализируется избыток воздуха, КПД, состояние изо­ляции и потери излучением, потери с дымовыми газами, общий тепловой баланс, присосы по тракту, уровень ат­мосферных выбросов.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Настройка топочных режимов, применение автомати­ческих регуляторов, теплоизоляция наружных поверхнос­тей, уплотнение заслонок и тракта, забор воздуха из по­мещений цеха, утилизация тепла дымовых газов, установ­ка регенераторов и регенеративных горелок.

*Дуговые сталеплавильные печи*

Предварительный подогрев шихты за счет утилизиру­емого тепла. Для электропечей – установка фильтров и компенсаторов реактивной мощности.

Повышение массы садки и совершенствование под­готовки шихты.

Удельные расходы электроэнергии зависят от массы садки, поэтому целесообразно перегружать печи по ем­кости, увеличивая массу завалки против номинальной. Возможная перегрузка печи по емкости зависит от мощ­ности печного трансформатора, размеров ванны печи, стойкости футеровки. В зависимости от этих факторов для каждой печи должно быть выбрано оптимальное зна­чение нагрузки.

Шихта до ее загрузки в печь должна быть подготов­лена таким образом, чтобы в процессе плавки исключа­лась необходимость дополнительных “подвалок”.

Предварительный подогрев шихты значительно сни­жает удельные расходы электроэнергии, улучшает усло­вия работы печного трансформатора за счет значитель­ного уменьшения бросков тока.

Целесообразно предварительный нагрев шихты осу­ществлять за счет тепла отходящих газов от различных термических установок в случае наличия их в цехе. Снижение электрических потерь за счет:

§               обеспечения оптимальных плотностей тока в эле­ментах вторичного токопровода;

§               уменьшения сопротивления электрических контак­тов;

§               уменьшения сопротивления электродной свечи;

§               изменения схемы короткой сети.

Снижение тепловых потерь за счет

§               увеличения стойкости футеровки;

§               улучшения качества футеровки печи;

§               окраски наружных поверхностей кожуха печи алю­миниевой краской;

§               изготовления конической футеровки с соответству­ющим изменением формы кожуха печи;

§               снижения потерь тепла с охлаждающей водой;

§               уменьшения потерь тепла с отходящими газами;

§               уменьшения потерь тепла на излучение через окна и отверстия печи;

§               оптимизации графика работы, сокращения време­ни и нагрузки при простое;

§               оптимизации электрических и технологических ре­жимов работы печи.

*Электропечи сопротивления*

Путями снижения удельных расходов электроэнергии на термообработку в печах сопротивления могут служить:

§               снижение тепловых потерь и улучшение теплоизо­ляции печей (улучшение герметичности печей);

§               повышение производительности печей (увеличение мощности печи; рациональная загрузка печи);

§               уменьшение потерь на аккумуляцию тепла и приме­нение предварительного нагрева изделий (приме­нение легких и эффективных огнеупорных и тепло­изоляционных материалов для печей периодичес­кого действия; организация непрерывного режима работы печей; сокращение массы тары; примене­ние предварительного нагрева изделий);

§               рационализация электрических и технологических ре­жимов работы печей (автоматизация управления ре­жимом печей; сокращение длительности технологичес­кого процесса; применение индукционного нагрева);

§               сокращение расхода охлаждающей воды;

§               установки регулятора;

§               модернизация электропривода вытяжныx вентиля­торов и дымососов.

**5. Бойлеры, теплообменники**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Входная и выходная температуры, теплоносителей, рас­ходы и перепады давления, наружная температура по­верхности, состояние изоляции, КПД, потери тепла.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Промывка теплообменника, изоляция трубопроводов и наружных поверхностей. Установка пластинчатых теплообменников.

**6. Паровые системы**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Температура и давление пара, наличие и состояние конденсатоотводчиков, состояние изоляции, утечки, на­личие воздуха и неконденсируемых газов, пролетный пар, возврат конденсата.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Теплоизоляция и устранение утечек.

Установка конденсатоотводчиков*,* исключение остро­го пара, сбор и возврат конденсатa, утилизация тепла конденсата, замена пара на воду.

Возможные проекты по рационализации системы рас­пределения пара:

§               децентрализовать тепловые завесы;

§               децентрализовать горячее водоснабжение;

§               изолировать трубопровод;

§               перекрыть подачу пара на отопление в летнее время;

§               устранить утечки;

§               снизить давление пара;

§               обеспечить возврат конденсата под давлением.

**7. Системы воздухоснабжения**

**Действия энергоаудитора**

Составить схему распределения сжатого воздуха с указанием размеров линий и давления, список потреби­телей сжатого воздуха, временные графики работы и оп­ределить объемы потребления, места утечек сжатого воз­духа и их объем.

В процентах объем утечки равен отношению мощнос­ти компрессора, необходимой для поддержания давле­ния в системе при неработающем предприятии, к средней мощности компрессора в период обычной работы.

Провести исследование режимов работы компрессо­ров, при этом следует помнить, что потребляемая ими мощность зависит от начального давления во всасываю­щей линии, конечного выпускного давления и числа сту­пеней сжатия.

Измеряемые параметры, ответственные места

Характеристики электропривода, загрузка компрес­соров, системы регулирования давления, соответствие ди­аметров воздухопроводов расходу воздуха, наличие кон­денсата, утечки, давления у потребителя.

Система охлаждения: расход и температура охлажда­ющей воды на входе и выходе, состояние градирен, объ­ем подпитки, утечки.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Сокращение расхода электроэнергии, требуемой для обеспечения предприятий сжатым воздухом, возможно по следующим направлениям:

§               улучшение работы компрессоров в результате ре­гулирования производительности при колебаниях расхода сжатого воздуха;

§               автоматизация открытия всасывающих клапанов;

§               отключение лишних компрессоров при снижении расходов сжатого воздуха;

§               снижение номинального рабочего давления ком­прессорной установки;

§               внедрение в поршневых компрессорах прямоточ­ных клапанов;

§               осуществление резонансного наддува поршневых воздушных компрессоров;

§               подогрев сжатого воздуха перед пневмоприемниками;

§               замена компрессоров старых конструкций на но­вые с более высоким КПД;

§               систематический контроль за утечками сжатого воз­духа на отдельных участках, систематическое ус­транение неплотностей в сальниках, трубопроводах, соединительной и запорной арматуре;

§               отключение отдельных участков или всей сети сжа­того воздуха в нерабочее время;

§               замена там, где это целесообразно, сжатого воз­духа другими энергоносителями;

§               замена пневмоинструмента на электроинструмент;

§               устранение утечек, осушение воздуха, оптимизация сис­темы распределения воздуха;

§               установка системы регулирования давления, секционирование компрессоров, межступенчатое охлаждение, ограничение расхода охлаждающей воды;

§               применение тепловых насосов;

§               модернизация электропривода;

§               применение экономичных компрессоров.

**8. Вентиляция, кондиционирование**

**Действия энергоаудиторов**

Определить из проекта здания параметры всех эле­ментов систем вентиляции и кондиционирования и их рас­четные характеристики.

Основными характеристиками, которые должны оп­ределяться при обследовании систем вентиляции, являются: фактические коэффициенты загрузки и включения*,*время работы установок в течение суток, температура воздуха внутри помещения, средняя температура наруж­ного воздуха, кратность воздухообмена.

Расчетную нагрузку вентустановок определяют из проекта предприятия или организации. При отсутствии таких данных ее можно определить аналитическими методами, с учетом требований СНиП, наружного и внутреннего объема здания, удельной вентиляционной характеристики и температуры воздуха внутри и вне здания.

Определить фактические режимы работы и соответ­ствие выбранной системы кондиционирования характерис­тикам помещения.

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Для определения фактических режимов работы про­изводятся замеры: размеров помещений, температуры, относительной влажности, скорости воз­духа, температуры подаваемого летом и зимой воздуха, температуры наружного воздуха, воздухообмена и филь­трации воздуха.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Теплоизоляция трубопроводов, теплообменников и ар­матуры, устранение утечек.

Внедрение центральных и индивидуальных регулято­ров, рекуперация вентиляционного тепла.

Исключение перегрева и переохлаждения. Включение только тогда, когда в помещении находятся люди или ког­да идут технологические процессы. Минимизация объе­мов приточного и отработанного воздуха.

Сокращение расхода электроэнергии на вентиляцион­ные установки обеспечивают следующие мероприятия:

§               замена старых вентиляторов новыми, более эконо­мичными;

§               внедрение экономичных способов регулирования производительности вентиляторов;

§               блокировка вентиляторов тепловых завес с устройс­твами открывания и закрывания ворот;

§               отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов, пересмен и т. п.;

§               устранение эксплуатационных дефектов и отклоне­ний от проекта;

§               внедрение автоматического управления вентиляци­онными установками.

**9. Освещение**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Соответствие уровня освещенности категории поме­щения и рабочему месту; состояние окон и осветитель­ных приборов.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Максимальное использование естественного и местно­го освещения в сочетании с автоматическим управлени­ем, искусственным освещением; замена ламп накалива­ния на экономичные типы ламп; системы регулирования; детекторы присутствия; таймеры; секционирование осве­тительных сетей.

Окраска помещений в светлые тона, регулярная чис­тка светильников и окон.

**10. Водоснабжение. Насосные установки**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Утечки и непроизводительные потери, соответствие качества воды технологическим требованиям.

Характеристики электропривода насоса.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Устранение утечек, применение экономичной арма­туры.

Замена на более дешевую воду (техническую, арте­зианскую, оборотную).

Применение сухих градирен.

Снижение расхода электроэнергии на насосных уста­новках достигается за счет следующих мероприятий:

§               повышение КПД насосов (замена устаревших ма­лопроизводительных насосов насосами с высоким КПД; повышение КПД насосов до паспортных зна­чений);

§               улучшение загрузки насосов и совершенствование регулирования их работы (обеспечение максималь­ной подачи насоса; регулирование работы насоса напорной или приемной задвижкой; изменение чис­ла работающих насосов; изменение частоты вра­щения электродвигателя);

§               уменьшение сопротивления трубопроводов (ликви­дация резких поворотов, неисправностей задвижек, засоренностей всасывающих устройств);

§               сокращение расхода и потерь воды (ликвидация утечек и бесцельного расхода воды; внедрение обо­ротного водоснабжения; сокращение расхода во­ды за счет совершенствования систем охлажде­ния; соблюдение установленного графиком пере­пада температур между прямой и обратной сете­вой водой).

Модернизация электропривода насосов.

**11. Холодильные установки**

**Действия аудитора**

Изучить параметры холодильных установок, их режи­мы работы и загрузку. При этом следует иметь в виду, что все холодильные установки должны работать только тогда, когда они загружены.

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Характеристики электроприводов компрессоров, вен­тиляторов и насосов, системы регулирования температу­ры у потребителя, соблюдение параметров холодильно­го цикла (настройка дросселей), уровень жидкости в кон­денсаторе и испарителе. Наличие воздуха в холодильном контуре, обмерзание холодных поверхностей, состояние теплоизоляции трубопроводов и камер, расход охлаждающей воды и температуры на входе и выходе, состоя­ние градирен и трубопроводов оборотного цикла, вели­чина подпитки.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Устранение воздуха из хладагента и заполнение сис­темы до нужного уровня, очистка холодных повер­хностей.

Установка систем регулирования температуры. Теплоизоляция трубопроводов и камер, установка пластиковых штор.

Снижение расхода охлаждающей воды и величины под­питки.

Модернизация электропривода компрессоров.

Отключение установок, если охлаждение не нужно. Ис­пользование выделяющегося тепла. Правильный выбор числа одновременно работающих компрессоров.

**12. Здания**

**Действия энергоаудитора**

Составить энергетический паспорт здания. Типовой энергетический паспорт здания должен включать:

§               данные о геометрии и ориентации здания, его этаж­ности и объеме, площади наружных ограждающих конструкций и пола отапливаемых помещений;

§               климатические характеристики района, а также дли­тельность отопительного периода и расчетную тем­пературу внутреннего и наружного воздуха;

§               данные о системах обеспечения микроклимата по­мещений и способах их регулирования;

§               сведения о теплозащите здания и его энергетичес­ких характеристиках, включая приведенные сопро­тивления теплопередачи отдельных ограждений и здания в целом, максимальный и удельный расхо­ды энергии на отопление здания за отопительный период и приходящийся на одни градусо-сутки;

§               соответствие теплозащиты и энергетических пара­метров здания нормативным требованиям; данные о системе освещения здания;

§               данные о системе водоснабжения здания.

**Измеряемые параметры, ответственные места**

В процессе энергоаудита измеряются коэффициен­ты теплопередачи стен, перекрытий, оконных проемов. Замеряется площадь окон, средняя кратность воздухо­обмена за отопительный период, фактическая темпера­тура наружного воздуха и помещений, расходы элек­троэнергии, тепловой энергии, газа, горячей и холодной воды за сутки.

Проверяется качество изоляции ограждающих кон­струкций, остекление, уплотнение дверных и оконных про­емов.

Комплексно исследуются системы отопления, вен­тиляции и кондиционирования, освещения и водоснаб­жения.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Дополнительная изоляция стен и перекрытий, тройное и вакуумное остекление.

Модернизация систем отопления, вентиляции и конди­ционирования, освещения и водоснабжения.

Установка интегрированных систем управления обо­рудованием зданий.

**1. Электроснабжение организации. Распределительные пункты и трансформаторы**

В системы электроснабжения входят понижающие трансформаторы и электрические сети напряжением 0,4 кВ или 10 кВ.

**Измеряемые параметры.**

Для понижающих трансформаторов записываются показания счетчиков активной и реактивной энергии через каждый час в течение суток и показатели качества напряжения (отклонения, колебания, несимметрию и несинусоидальность) в течение суток.

Для сетей до и выше 1000 В определяются их параметры (тип, сечение, длина, способ прокладки) и записываются графики тока в период максимума нагрузки в течение часа.

Измеряются суточные и недельные графики напряжений, токов, активной и реактивной мощности по отдельным трансформаторам и фидерам, температуры контактов и проводников.

Анализируется пиковая мощность, коэффициент загрузки трансформаторов и кабелей, несимметрия фаз, cosj, нестабильность напряжения, гармонические искажения.

**Возможные рекомендации по энергосбережению.**

Выравнивание графика нагрузки, более полная загрузка трансформаторов, установка фильтров, стабилизаторов и компенсаторов реактивной мощности, установка диспетчерских систем, симметрирование фаз.

Перевод внешних и внутренних сетей на повышенное напряжение и реконструкция сетей.

Включение под нагрузку резервных линий электропередачи.

**2. Электропривод**

Силовые процессы в основном осуществляются электроприводами. Для данных электроприемников необходимо определить их паспортные данные (тип, номинальное напряжение и номинальную мощность, КПД, коэффициент мощности, режим работы).

**Измеряемые параметры.**

Измерения проводятся для определения фактических показателей режимов работы (коэффициентов загрузки, коэффициента включения и коэффициента мощности).

Измеряются суточные и недельные графики напряжений, токов, активной и реактивной мощности, коэффициенты скорости вращения, крутящий момент. Измерения можно проводить путем записи графиков тока или показаний счетчиков активной и реактивной энергии в режиме максимальной нагрузки. Интервал записи 1 час. Необходимо также определить время холостого хода в течение суток.

Анализируется пиковая мощность, cosj, соответствие нагрузки и мощности двигателя, время холостого хода.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Увеличение нагрузки рабочих машин.

Установка двигателей соответствующей мощности, двигателей повышенной экономичности.

Применение контроллеров мягкого пуска, частотно регулируемого привода, таймеров холостого хода, статических компенсаторов реактивной мощности и фильтров.

**3. Котлы**

**Необходимо:**

- определить потери тепла в котельной;

- уточнить значение вырабатываемого количества тепла;

- определить потери тепла в сетях распределения;

- определить количество тепла на технологию;

- определить количество тепла на отопление;

- определить количество тепла на ГВС.

**Действия энергоаудитора**

Составить технологическую схему котельной и наметить точки проведения замеров.

Провести анализ составляющих потерь тепла:

§          потери с дымовыми газами,

§          потери через стенки котлов,

§          потери с продувкой,

§          тепло на водоподготовку,

§          потери в распределительных сетях.

*Потери с дымовыми газами* определяются с помощью переносного анализатора дымовых газов, который определит потери в процентах к количеству сжигаемого топлива.

*Потери через стенки* рассчитываются как сумма конвективных и излучательных потерь. Температура стенок и сводов измеряется цифровым электронным термометром.

*Потери с продувкой* определяются измерением количества воды, выбрасываемой при продувке, с учетом тепла в паре вторичного вскипания и периодичности продувки.

*Расход тепла на водоподготовку* определяется по потоку питательной воды (при помощи счетчика), температуре с учетом потерь тепла в деаэраторе.

*Потери тепла в распределительной сети* внутри котельной определяются по длине и диаметрам паропроводов с учетом состояния теплоизоляции.

*Уточненное количество пара, вырабатываемого в котельной,* определяется как разность между количеством сжигаемого газа и суммой всех потерь котельной.

*Потери тепла в распределительных сетях* определяются расчетным путем по длине, диаметру трубопровода, температуре теплоносителя, теплопроводности и толщине используемого теплоизоляционного материала. Физически параметры трубопроводов определяются по чертежам, если они имеются, или измерениями. Визуальным осмотром определяется состояние теплоизоляции (разрушение, проникновение влаги) и вводятся поправочные коэффициенты при расчете тепловых потерь.

*Потребление тепла в системе ГВС* определяется с помощью двух ультразвуковых расходомеров жидкости, устанавливаемых на прямой и обратной линии системы непосредственно у бойлеров подогрева и трех датчиков температуры для измерения температуры подаваемой холодной воды, прямой и обратной воды в системе ГВС. Датчики температуры и расходомеры подсоединяются к многоканальному накопителю данных, и показания регистрируются в течение установленного срока. По этим данным определяется количество потребляемого тепла в системе ГВС.

Разность количества тепла, вырабатываемого котельной, и количества тепла, идущего на продажу, теряемого в сетях и потребляемого в системе ГВС, есть количество тепла, потребляемое в технологии и в системе отопления. Чтобы разделить эти две величины, можно воспользоваться сезонным изменением в энергопотреблении.

Исследовать системы автоматического управления горением и режимами работы котельной.

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Измеряются режимные параметры, состав дымовых газов в различных точках, давление в топке и тракте котла, температура воды в различных точках, температура воздуха, параметры пара, качество питательной и продувочной воды, температура наружных поверхностей по всему тракту, характеристика электропривода насосов, вентиляторов и дымососов.

Анализируются избыток воздуха в топке; фактический КПД; состояние изоляции котлов и теплопроводов; потери тепла излучением; потери с дымовыми газами и продувочной водой; общий тепловой баланс; присосы по тракту; уровень атмосферных выбросов.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Настройка режимов котла, применение автоматических регуляторов, теплоизоляция наружных поверхностей, уплотнение клапанов и тракта, забор воздуха из помещений котельной, внедрение непрерывной автоматической продувки, утилизация тепла дымовых газов и продувочной воды, модернизация электропривода насосов, вентиляторов и дымососов.

Для котельной – оптимизация графика работы котлов.

**4. Бойлеры, теплообменники**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Входная и выходная температуры, теплоносителей, расходы и перепады давления, наружная температура поверхности, состояние изоляции, КПД, потери тепла.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Промывка теплообменника, изоляция трубопроводов и наружных поверхностей. Установка пластинчатых теплообменников.

**5. Паровые системы**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Температура и давление пара, наличие и состояние конденсатоотводчиков, состояние изоляции, утечки, наличие воздуха и неконденсируемых газов, пролетный пар, возврат конденсата.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Теплоизоляция и устранение утечек.

Установка конденсатоотводчиков*,* исключение острого пара, сбор и возврат конденсатa, утилизация тепла конденсата, замена пара на воду.

Возможные проекты по рационализации системы распределения пара:

§     децентрализовать тепловые завесы;

§     децентрализовать горячее водоснабжение;

§     изолировать трубопровод;

§     перекрыть подачу пара на отопление в летнее время;

§     устранить утечки;

§     снизить давление пара;

§     обеспечить возврат конденсата под давлением.

**6. Вентиляция, кондиционирование**

**Действия энергоаудитора**

Определить из проекта здания параметры всех элементов систем вентиляции и кондиционирования и их расчетные характеристики.

Основными характеристиками, которые должны определяться при обследовании систем вентиляции, являются: фактические коэффициенты загрузки и включения*,*время работы установок в течение суток, температура воздуха внутри помещения, средняя температура наружного воздуха, кратность воздухообмена.

Расчетную нагрузку вентустановок определяют из проекта предприятия или организации. При отсутствии таких данных ее можно определить аналитическими методами, с учетом требований СНиП, наружного и внутреннего объема здания, удельной вентиляционной характеристики и температуры воздуха внутри и вне здания.

Определить фактические режимы работы и соответствие выбранной системы кондиционирования характеристикам помещения.

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Для определения фактических режимов работы производятся замеры: размеров помещений, температуры, относительной влажности, скорости воздуха, температуры подаваемого летом и зимой воздуха, температуры наружного воздуха, воздухообмена и фильтрации воздуха.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Теплоизоляция трубопроводов, теплообменников и арматуры, устранение утечек.

Внедрение центральных и индивидуальных регуляторов, рекуперация вентиляционного тепла.

Исключение перегрева и переохлаждения. Включение только тогда, когда в помещении находятся люди или когда идут технологические процессы. Минимизация объемов приточного и отработанного воздуха.

Сокращение расхода электроэнергии на вентиляционные установки обеспечивают следующие мероприятия:

§          замена старых вентиляторов новыми, более экономичными;

§          внедрение экономичных способов регулирования производительности вентиляторов;

§          блокировка вентиляторов тепловых завес с устройствами открывания и закрывания ворот;

§          устранение эксплуатационных дефектов и отклонений от проекта;

§          внедрение автоматического управления вентиляционными установками.

**7. Освещение**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Соответствие уровня освещенности категории помещения и рабочему месту; состояние окон и осветительных приборов.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Максимальное использование естественного и местного освещения в сочетании с автоматическим управлением, искусственным освещением; замена ламп накаливания на экономичные типы ламп; системы регулирования; детекторы присутствия; таймеры; секционирование осветительных сетей.

Окраска помещений в светлые тона, регулярная чистка светильников и окон.

**10. Водоснабжение. Насосные установки**

**Измеряемые параметры, ответственные места**

Утечки и непроизводительные потери, соответствие качества воды технологическим требованиям и требованиям СанПиН.

Характеристики электропривода насоса.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Устранение утечек, применение экономичной арматуры.

Снижение расхода электроэнергии на насосных установках достигается за счет следующих мероприятий:

§          повышение КПД насосов (замена устаревших малопроизводительных насосов насосами с высоким КПД; повышение КПД насосов до паспортных значений);

§          улучшение загрузки насосов и совершенствование регулирования их работы (обеспечение максимальной подачи насоса; регулирование работы насоса напорной или приемной задвижкой; изменение числа работающих насосов; изменение частоты вращения электродвигателя);

§          уменьшение сопротивления трубопроводов (ликвидация резких поворотов, неисправностей задвижек, засоренностей всасывающих устройств);

§          сокращение расхода и потерь воды (ликвидация утечек и бесцельного расхода воды; внедрение оборотного водоснабжения; сокращение расхода воды за счет совершенствования систем охлаждения; соблюдение установленного графиком перепада температур между прямой и обратной сетевой водой).

§          Модернизация электропривода насосов.

**12. Здания**

**Действия энергоаудитора**

Составить энергетический паспорт здания. Типовой энергетический паспорт здания должен включать:

§          данные о геометрии и ориентации здания, его этажности и объеме, площади наружных ограждающих конструкций и пола отапливаемых помещений;

§          климатические характеристики района, а также длительность отопительного периода и расчетную температуру внутреннего и наружного воздуха;

§          данные о системах обеспечения микроклимата помещений и способах их регулирования;

§          сведения о теплозащите здания и его энергетических характеристиках, включая приведенные сопротивления теплопередачи отдельных ограждений и здания в целом, максимальный и удельный расходы энергии на отопление здания за отопительный период и приходящийся на одни градусо-сутки;

§          соответствие теплозащиты и энергетических параметров здания нормативным требованиям; данные о системе освещения здания;

§          данные о системе водоснабжения здания.

**Измеряемые параметры, ответственные места**

В процессе энергоаудита измеряются коэффициенты теплопередачи стен, перекрытий, оконных проемов. Замеряется площадь окон, средняя кратность воздухообмена за отопительный период, фактическая температура наружного воздуха и помещений, расходы электроэнергии, тепловой энергии, газа, горячей и холодной воды за сутки.

Проверяется качество изоляции ограждающих конструкций, остекление, уплотнение дверных и оконных проемов.

Комплексно исследуются системы отопления, вентиляции и кондиционирования, освещения и водоснабжения.

**Возможные рекомендации по энергосбережению**

Дополнительная изоляция стен и перекрытий, тройное и вакуумное остекление.

Модернизация систем отопления, вентиляции и кондиционирования, освещения и водоснабжения.

Установка интегрированных систем управления оборудованием зданий.