

# Методика проведения энергетических обследований предприятий и организаций

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;

— получение исходной информации для решения вопросов создания нового 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.

#### ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОАУДИТА

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

#### УРОВНИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ

Методология проведения энергоаудита включает следующие уровни энергетических обследований:

- предварительный энергоаудит (преаудит);
- энергоаудит первого уровня – расчет энергопотребления и затрат;
- энергоаудит второго уровня – углубленное обследование энерготехнологических систем и промышленного предприятия в целом, расчет энергетических потоков.

Преаудит 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 долгосрочного плана реализации энергосбережения на предприятии.

## **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДАУДИТА**

Преаудит 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 преаудита:

— 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

## **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:

- сбор первичной информации,
- анализ энергоэкономических показателей промышленного предприятия,
- выбор объектов аудита,
- 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;
- энергоемкость продукции;
- 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 доленое 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 рассмотрении 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.

## **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 месячный выпуск основной и дополнительной продукции за предыдущий и текущий год;
- годовое и месячное потребление и расход энергоресурсов;
- удельные нормы на выпуск единицы продукции;
- 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.

## 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.

## **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;
- устранение потерь;
- повышение эффективности преобразования.

После выявления источников потерь и участков нерационального использования энергии можно приступить 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.



## 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 анализа объектам 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;
- средnezатратные – 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.

## **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:

- топливозэнергетический 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.

## **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.

## **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 °С;
- 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 организациями в установленном порядке.

### **Типовые объекты энергоаудита и энергосберегающие рекомендации**

#### **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,  $\cos \varphi$ , 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.

### **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,  $\cos \varphi$ , 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.

### **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.



## 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.

#### *Электropечи сопротивления*

Пути 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 вытяжных вентиляторов и дымососов.

#### **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.

## **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 конденсата, 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.

## **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 прямооточных 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.

## **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.

## **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.

## **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 градиен 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.

## **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.