

# Повышение энергоэффективности и энергосбережения



- *Энергоаудит* - обследование организаций для определения эффективности использования потребляемых энергоносителей, оценки потенциала энергосбережения и способов его реализации.
- Результатом энергоаудита является *энергетический паспорт*.

Федеральный закон № 261-ФЗ  
от 23 ноября 2009

«Об энергосбережении и о повышении  
энергетической эффективности и о  
внесении изменений в отдельные  
законодательные акты российской  
федерации»

# Цели энергоаудита

- Выявление источников нерациональных энергозатрат и неоправданных потерь энергии.
- Определение показателей энергетической эффективности.
- Определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности,
- Разработка целевой, комплексной программы энергосбережения.

# Порядок проведения энергоаудита

При проведении энергетического обследования (энергоаудите) проводятся следующие мероприятия:

- Анализ состояния систем электроснабжения Анализ состояния систем электроснабжения, теплоснабжения, водообеспечения, парка технического оборудования промышленного предприятия (объекта);
- Оценка состояния систем и средств измерений — приборы для учета энергоносителей и их соответствие установленным требованиям;
- Выявление необоснованных потерь;
- Оценка состояния системы нормирования энергопотребления и использования энергоносителей;
- Проверка энергетических балансов предприятия (объекта);
- Расчет удельных норм энергозатрат на выпускаемую продукцию или виды работ;
- Оценка целесообразности основных энергосберегающих мероприятий, реализуемых предприятием.

# Порядок проведения энергоаудита

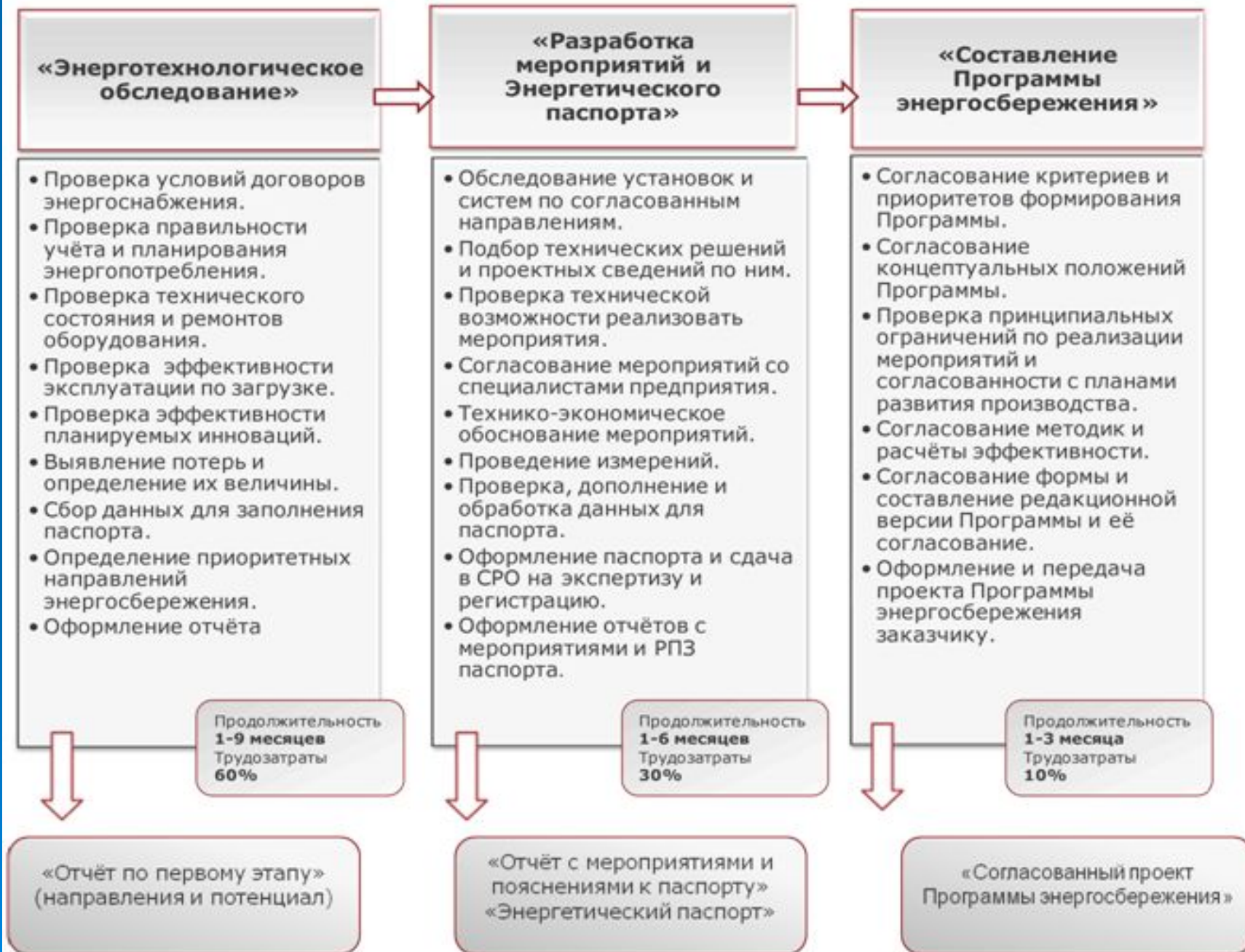
Энергоаудит включает в себя:

- энергомониторинг — отслеживание установленных и фактических параметров энергопотребления;
- измерения (замеры) — определение с помощью специальных приборов (средств измерения, средств учета) параметров в контрольных точках;
- опросы и анкетирование участников процесса производства или потребления энергоресурса;
- изучение сопутствующей нормативной базы, руководящих документов и инструкций на предприятии;
- расчеты экономической эффективности внедрения тех или иных организационных предложений, либо инвестиций в энергосберегающие технологии (устройства);
- составление отчета, содержащего результаты проведенного энергоаудита и рекомендации.

# Этапы проведения энергоаудита

1. «Энерготехнологическое обследование»
2. «Разработка мероприятий и Энергетического паспорта»
3. «Составление Программы энергосбережения»

# Этапы проведения энергоаудита





# Результат энергоаудита

- заключение о качестве получаемых энергоресурсов, особенно электроэнергии;
- рекомендации по внедрению мероприятий и технологий энергосбережения;
- рекомендации по проведению мероприятий (в том числе изменений в технологии), направленных на повышение энергоэффективности выпускаемой продукции;
- рекомендации по замене потребляемых энергоресурсов иными видами ресурсов (например, электроэнергии на обогрев — теплом или горячим паром).

# Для кого энергоаудит обязателен?

- наделенные правами юридических лиц государственные органы власти и органы местного самоуправления;
- предприятия и организации в деятельности которых участвует государство или органы муниципального образования;
- предприятия и организации осуществляющие транспортировку и (или) производство ТЭР
- предприятия и организации осуществляющие регулируемые виды деятельности;
- предприятия и организации траты которых на потребление энергетических ресурсов превышают десять миллионов рублей за календарный год;
- предприятия и организации осуществляющие мероприятия в области энергосбережения, финансируемые полностью или частично из бюджета РФ.

# Требования предъявляемые к приборам для энергоаудита

- отсутствие влияния на работу исследуемых электрических цепей;
- возможность регистрации данных ;
- связь с компьютером;
- наличие свидетельства об утверждении типа средств измерений в РФ;
- компактность, легкость, надежность, транспортабельность;
- универсальность, надежность, точность и защищенность от внешних воздействий;

# Требования предъявляемые к приборам для энергоаудита

- удобство и простота в работе;
- обеспечение регистрации измеряемых показателей в автономном режиме с передачей собранной информации в виде, удобном для компьютерной обработки.
- обеспечение возможности проведения измерений без врезки в обследуемую систему и остановки работающего оборудования.

# Инструментальное обследование

Нормативная база:

- МДК 1-01.2002 Методические указания по проведению энергоресурсаудита в жилищно-коммунальном хозяйстве. Пр. Госстрой РФ №81 от 18.04.2001.
- Типовая программа проведения энергетических обследований тепловых электрических станций и районных котельных. РД 153-34.1-09.163-00.
- Типовая программа проведения энергетических обследований тепловых сетей. РД 153-34.1-09.164-00.

# Инструментальное обследование






Инструментальное обследование оборудования должно проводиться в основном с использованием штатных приборов, прошедших предварительную тарировку с помощью калибраторов.

В случае установления недостоверности показания конкретного штатного прибора организацией, проводящей энергообследование должны использоваться приборы более высокого класса точности.

# Комплекты приборов

1. Комплект приборов для сектора ЖКХ
2. Комплект приборов для административных зданий
3. Расширенный комплект приборов
4. Достаточный комплект приборов
5. Комплект приборов для промышленных предприятий

# 1. Комплект приборов для сектора ЖКХ

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1 |    | Тепловизор <b>Testo875-1</b> (-20°..+280°, 160x120) с дисплеем 3.5 дюйма, объектив 32°x23°, рабочая t -15°..+40, SD карта, Li-ion перезаряжаемый аккумулятор   |
| 2 |    | Расходомер портативный « <b>Акрон-01</b> » высокотемпературный, D трубопр. 40 – 2000 мм., предел расхода 8-40000 м3/ч, погрешн.1,5%, t -10°+130°С, питание автономное 9V-8часов, или адаптер 220V  |
| 3 |    | Анализатор качества электроэнергии <b>MI 2492 PowerQ</b> в комплекте: клещи 1000A/1в (3 шт.), прогр. обеспечение, адаптер питания, фирменная сумка.  |
| 4 |   | Малогабаритный пирометр <b>Питон-105</b> , диапазон измерения -20~537°С, показат. визирования- 1:12, расстояние до объекта измерения- от 0.1 до 10 м., погрешность-1%, питание-9v батарея «Крона»- 40 часов.   |
| 5 |  | Термометр контактный <b>TK- 5.06</b> (в комплекте с 4 мя зондами и чехлом) диапазон температур, °С: -199...+1300, погрешность, %: ±0,5, диапазон измерения относительной влажности, %: 3...97, напряжение питания, В: 1,5 x 2, вычисление температуры “точки росы” |

Итого: 308 586 руб. + Гос.поверка 20 700 руб.



## 2. Комплект приборов для административных зданий

1. Тепловизор Testo875-2
  2. Расходомер портативный «[Акрон-01](#)»
  3. Анализатор качества электроэнергии MI 2292 Power Harmonics Analyser
  4. Малогабаритный пирометр [Питон-102](#)
  5. Люксметр testo 545
  6. Термометр контактный [ТК- 5.06](#)
  7. Анемометр testo 410-1
  8. Измеритель-регистратор ИС-203.2
- Итого: 461 611 руб. + Гос.поверка 28 400 руб.



### 3. Расширенный комплект приборов

1. Тепловизор [HotFind-L](#)
  2. Расходомер портативный **DMTFH-12NN/DH**
  3. Анализатор количества и качества электроэнергии **AR.5 kit-4**
  4. Малогабаритный пирометр [Питон-102](#)
  5. Газоанализатор **Testo 330 2-LL с NO**
  6. Термометр контактный [ТК- 5.06](#)
  7. Тахометр **testo 465**
  8. Измеритель-регистратор ИС-203.2
- Итого: 754 060 руб. + Гос.поверка 22 650 руб.



## 4. Достаточный комплект приборов

1. Тепловизор HotFind-L
2. Расходомер портативный **DMTFH-12NN/DH**
3. Универсальный анализатор качества электроэнергии «Тест-электро»
4. Малогабаритный пирометр Питон-102
5. Газоанализатор Testo 340 с SO
6. Термометр контактный ТК- 5.06
7. Тахометр **testo 465**
8. Измеритель-регистратор ИС-203.2
9. Трассотечепоисковый комплект «Лидер-1111»
10. Люксметр **testo 545**
11. Анемометр testo 410-1
12. Мегаомметр **ЦС0202-2**

Итого: 964 188 руб. + Гос.поверка 28 050 руб.

## 4. Комплект приборов для промышленных предприятий

1. Тепловизор Testo 882
2. Расходомер портативный «Portaflow 330»
3. Анализатор количества и качества электроэнергии AR.5 kit-4L
4. Малогабаритный пирометр Питон-102
5. Термометр контактный ТК- 5.06
6. Газоанализатор **MRU Optima7**
7. Трассотечепоисковый комплект «Лидер-1111»
8. Коррелометр виброакустический Лидер-КТМ-250
9. Измеритель-регистратор **ИС-203.4**
10. Тахометр **testo 470**
11. Анемометр testo 410-1
12. Тестер изоляции **ЦС 0202-2**
13. Люксметр **testo 545**

Итого: 1 517 547 руб. + Гос.поверка 42 900 руб.

# Инструментальное обследование

Измерения при инструментальном  
обследовании:

*1. Однократные измерения*

*2. Балансовые измерения*

*3. Регистрация параметров*

# Инструментальное обследование промышленных предприятий

В процессе энергоаудита промышленных предприятий необходимо инструментальное обследование следующих объектов:

- систем топливоснабжения;
- систем электроснабжения;
- систем теплоснабжения;
- систем водоснабжения;
- систем снабжения сжатым воздухом;
- комплексы основных цехов и производств;
- комплексы вспомогательных цехов и производств (ремонтные, энергетические и т. д.).

# Системы электроснабжения

1. Определяются показатели качества электрической энергии в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-97
2. Записываются графики нагрузки всех отходящих от главной понижающей подстанции (или другого источника питания) фидеров, питающих цеха данного промышленного предприятия

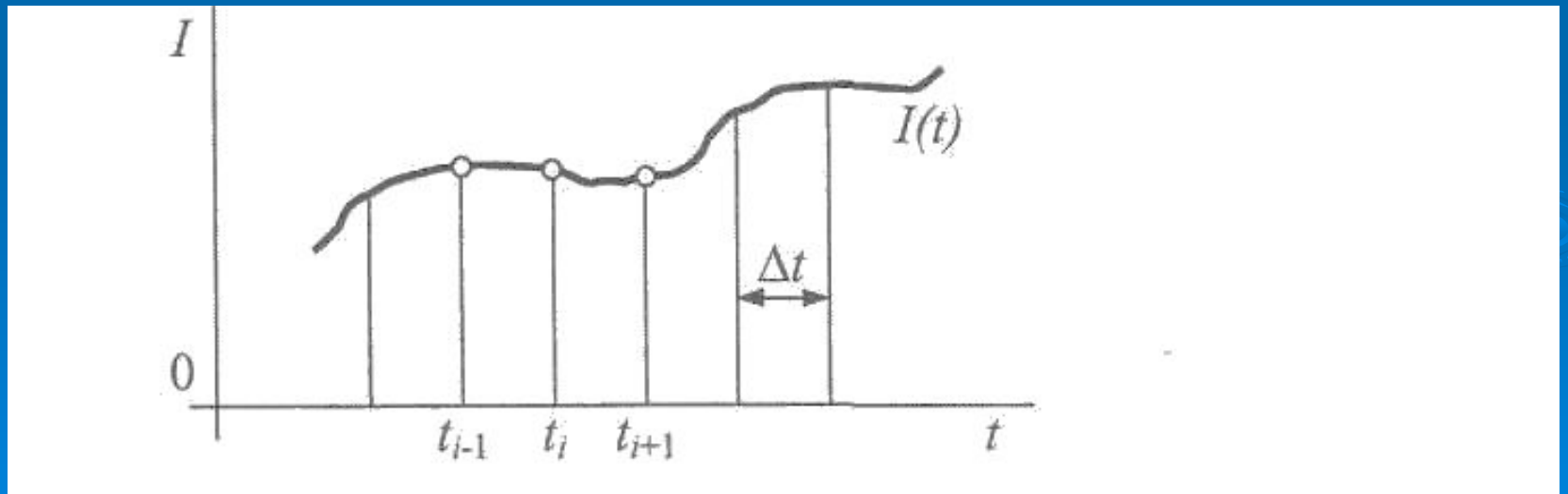


График нагрузки

# График нагрузки

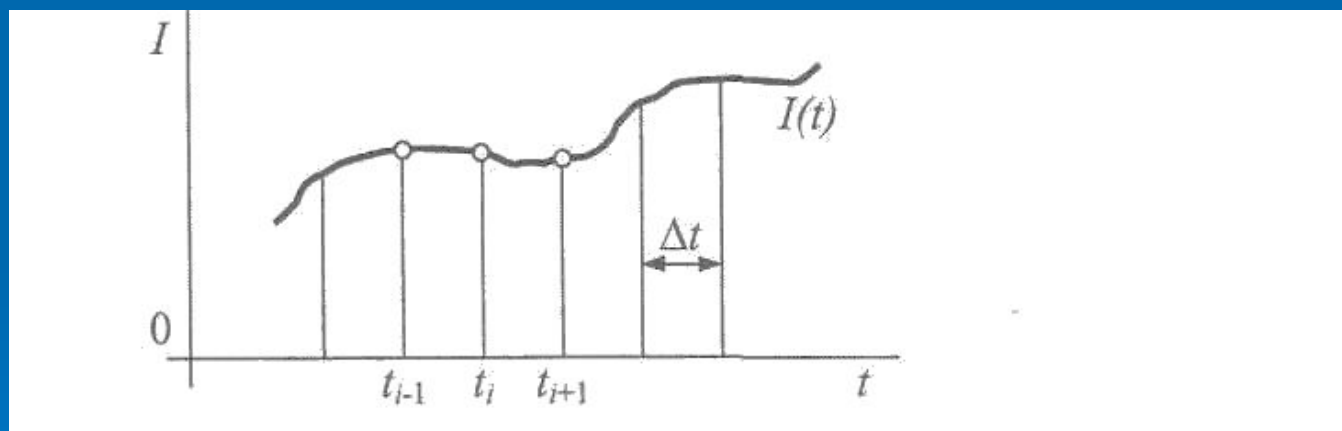
Для получения статистических характеристик исследуемых графиков нагрузки записанные графики следует обработать методом квантования по времени. При этом график  $I(t)$  [ $P(t)$ ] преобразуется в дискретную последовательность  $I(t_i)$  в  $i$ -й момент времени:

$I(t_1), I(t_2), \dots, I(t_i), \dots, I(t_n)$ ;

$t_i = t_{i-1} + \Delta t$ ;

$(n-1)\Delta t = T_p$ ,

где  $T_p$  - длительность записи графика нагрузки.



среднего значения тока  $I_{cp}$  (или мощности), дисперсии тока  $DI$  (или мощности  $DP$ ):

$$I_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

$$DI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (I_i - I_{cp})^2$$



# Расчетные характеристики

*Длительность записи графиков нагрузки зависит от цели обследования. Для получения характеристик отдельных электроприемников следует записать 10-20 циклов их работы. Основными характеристиками работы электроприемников являются коэффициент загрузки  $k_z$ , коэффициент включения  $k_v$  и  $tg$ .*

Эти характеристики определяются по выражениям:

$$k_z = P_{св.в} / P_{ном};$$

$$k_v = t_v / t_{ц};$$

$$tg = Q_{св.в} / P_{св.в},$$

где  $P_{св.в}$ ,  $Q_{св.в}$  - средняя за цикл активная и реактивная нагрузка;  $t_v$  - время включения электроприемника;  $t_{ц}$  - время цикла работы электроприемника.

По групповым графикам определяются следующие характеристики:

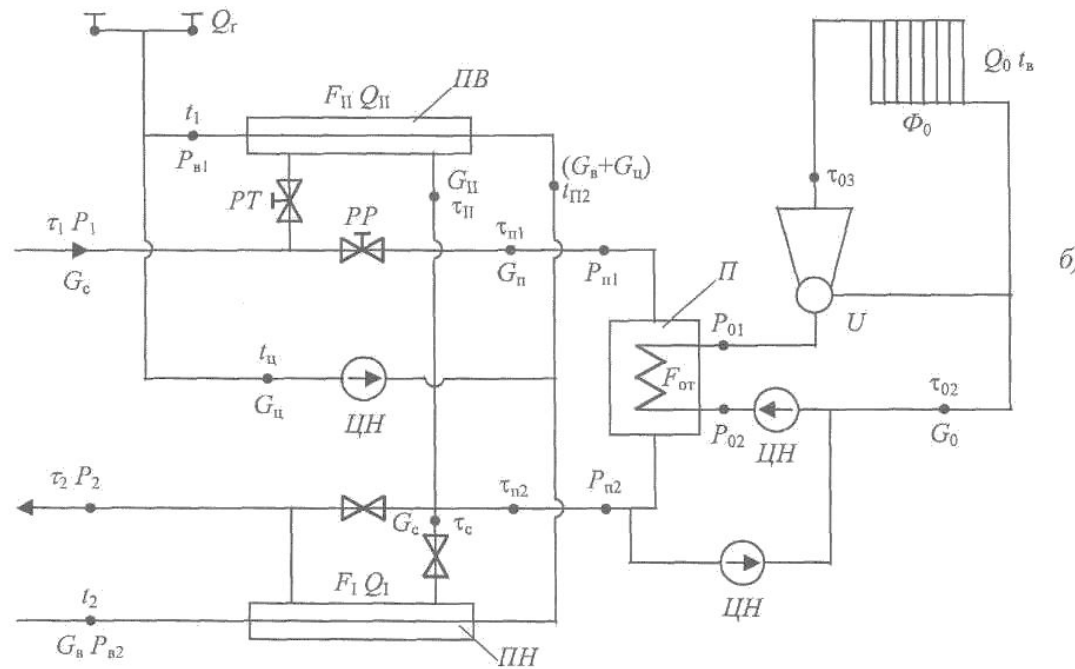
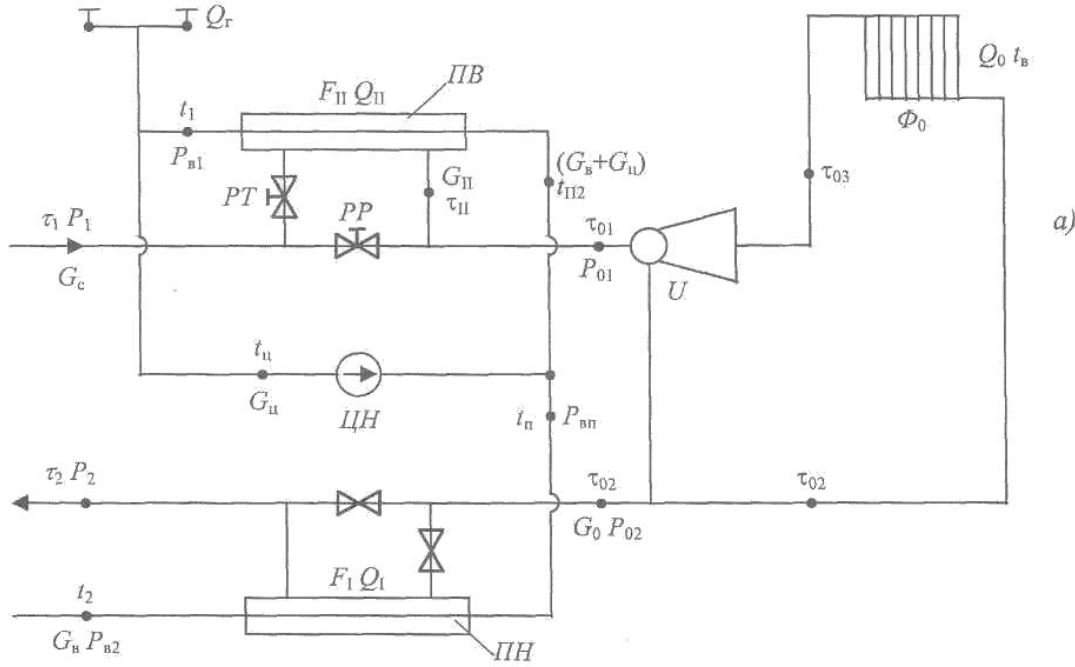
1. суточный максимум активной и реактивной нагрузки ( $P_m$  и  $Q_m$ );
2. коэффициент мощности в период максимума нагрузки  $tg_m = Q_m / P_m$  ;
3. суточный расход активной и реактивной энергии ( $W_{сум}$ ,  $V_{сум}$ );
4. средневзвешенный за сутки коэффициент мощности  $tg_{сум} = V_{сум} / W_{сум}$ ;
5. средние за сутки активная и реактивная мощности ( $P_{ср.сут}$ ,  $Q_{ср.сут}$ )

$$P_{ср.сут} = W_{ср.сут} / 24;$$

$$Q_{ср.сут} = Q_{ср.сут} / 24.$$

# Системы теплоснабжения

Рис.1. Схемы  
присоединения систем  
отопления и горячего  
водоснабжения



# Методика измерения в системах отопления

Измеряют следующие параметры:

- расходы сетевой воды и воды в квартальной сети при независимой схеме;
- температуру сетевой воды и в квартальной сети;
- среднюю температуру воздуха в отапливаемых помещениях;
- давления сетевой воды и в квартальной сети при независимой схеме.

Фактический расход воды на систему отопления может быть определен одним из следующих способов в зависимости от имеющихся на установке измерительных приборов:

- а) непосредственно с помощью расходомеров, описанных выше;
- б) по известному диаметру сопла элеватора и измеренному перепаду давлений перед соплом и во всасывающем патрубке элеватора

$$G_o = \varphi_1 \cdot f_c \cdot 2 \cdot \sqrt{\Delta P / V}$$

где  $\varphi_1$  - коэффициент скорости сопла ( $\varphi_1 = 0,95$ ),  $f_c$  - сечение сопла, м<sup>2</sup>;  $P = P_{01} - P_{02}$  - перепад давлений перед соплом и во всасывающем патрубке сопла, Па;  $V$  - удельный объем воды ( $V = 0,001$  м<sup>3</sup>/кг);

- в) по измеренным температурам до и после системы отопления путем сопоставления их с расчетными значениями по методике.

Температуру сетевой воды измеряют на входе в систему -  $\tau_{01}$  на выходе из нее -  $\tau_{02}$ , а для ИТП и после смесительного устройства -  $\tau_{03}$ . На основе измеренной величины  $\tau_{03}$  для ИТП определяют фактический коэффициент смешения  $u$  из выражения :

$$u = \frac{\tau_{01} - \tau_{03}}{\tau_{03} - \tau_{02}}$$

# Методика измерений

## в системах горячего водоснабжения

В системе горячего водоснабжения следует измерять следующие параметры: расходы (холодной водопроводной воды на горячее водоснабжение  $G_B$ ; горячей водопроводной воды после второй ступени подогревателя ПВ  $G_B + G_C$ ; воды в системе рециркуляции  $G_C$ , сетевой воды на 2-й ступени подогревателя  $G_C$ ); температуру (по тракту водопроводной воды на входе и выходе ПН и ПВ  $t_2, t_P, t_{P2}, t_1$ ; в рециркуляционной линии  $t_C$ ; по тракту греющей сетевой воды на входе и выходе подогревателей ПН и ПВ 1, II, 2, 02); давление по тракту водопроводной и сетевой воды до и после подогревателей ПН и ПВ ( $p_1, p_2, p_{в2}, p_{вп}, p_{01}, p_{02}$ ).

Так как график нагрузки горячего водоснабжения имеет резко выраженный неравномерный характер, измерение всех параметров следует вести с помощью портативных микропроцессорных приборов с интервалом измерения порядка 5 минут. Измерения следует проводить как в рабочие, так и в выходные дни.

# Системы вентиляции и кондиционирования

Основными характеристиками, которые должны измеряться при инструментальном обследовании систем **вентиляции**, являются: коэффициенты загрузки  $k_{зф}$  и включения  $k_{вф}$  вентиляторов; время работы вентустановок в течение суток  $t_{рф}$ , температуру воздуха внутри помещения  $t_{вн}$ , среднюю температуру наружного воздуха  $t_{нв}$ , кратность воздухообмена  $m$ .  
*Вихревой расходомер-счетчик «ВзлетВРС-500Ех». Для измерения объемного расхода воздуха в рабочих условиях.*

Основными характеристиками, которые должны измеряться при инструментальном исследовании систем **кондиционирования** зданий, являются: размеры помещений, относительная влажность воздуха, температура воздуха в помещении, скорость воздухообмена, температура подаваемого летом и зимой воздуха, температура наружного воздуха, инфильтрация воздуха. Для измерения влажности и температуры можно использовать прибор типа КМ 8004 (Великобритания) или аналогичные приборы других фирм.

- ▣ **Системы водоснабжения.** По виду систем водоснабжения промышленные предприятия бывают:
  - с питанием от собственных насосных или артезианских скважин;
  - с питанием от городского водопровода.Необходимо подготовить схему водоснабжения по каждому виду используемой на предприятии воды с указанием размеров труб, насосов и их характеристик и составить список потребителей воды. Для системы водоснабжения провести замеры утечек и непроизводительных потерь, давления и расходов воды. Для измерения использовать описанные выше расходомеры. Замеры производить не менее 7 дней, включая выходные. Необходимо также провести измерения рабочих характеристик насосов (КПД,  $k_3$ ,  $\cos$ ).
- ▣ **Системы снабжения сжатым воздухом.** Необходимо составить схему распределения сжатого воздуха с указанием размеров линий и давления. Составить список потребителей сжатого воздуха, временные графики работы и определить объемы потребления. Определить места утечек сжатого воздуха и их объем. Провести исследование режимов работы компрессоров в зависимости от нагрузки, температуры всасываемого воздуха и температуры сжатого воздуха.

# Комплекс основных цехов и производства

В данную группу входят цеха и производства, которые участвуют в выпуске основной продукции ПП. При проведении энергоаудита для каждого цеха необходимо:

1. составить схему технологических связей цеха (пример составления схемы приведен на рис. 2);
2. выявить все энергоносители, которые потребляются цехами (например, цех, технологическая схема которого приведена на рис. 2, потребляет 17 различных энергоносителей: электроэнергия, пар, вода горячая для отопления, вода горячая бытовая, вода питьевая, вода техническая, вода оборотного водоснабжения, вода среднего давления, канализация, промышленные стоки, нормативно чистые стоки, ливневые стоки, природный газ, кислород, ацетилен, сжатый воздух, гидрозолоудаление);
3. определить все типы энергоприемников по каждому энергоносителю и произвести замеры их параметров, необходимые для составления энергобалансов ( $k_z$ ,  $k_v \cos$ , время холостого хода, потребление энергоносителя, потери и т. д.), методы и приборы для измерения описаны в предыдущих разделах;

4. провести замеры суммарного потребления всех видов энергоносителей по цеху методами, изложенными выше;
5. составить фактические энергетические балансы для каждого вида энергоносителя, потребляемого цехом.

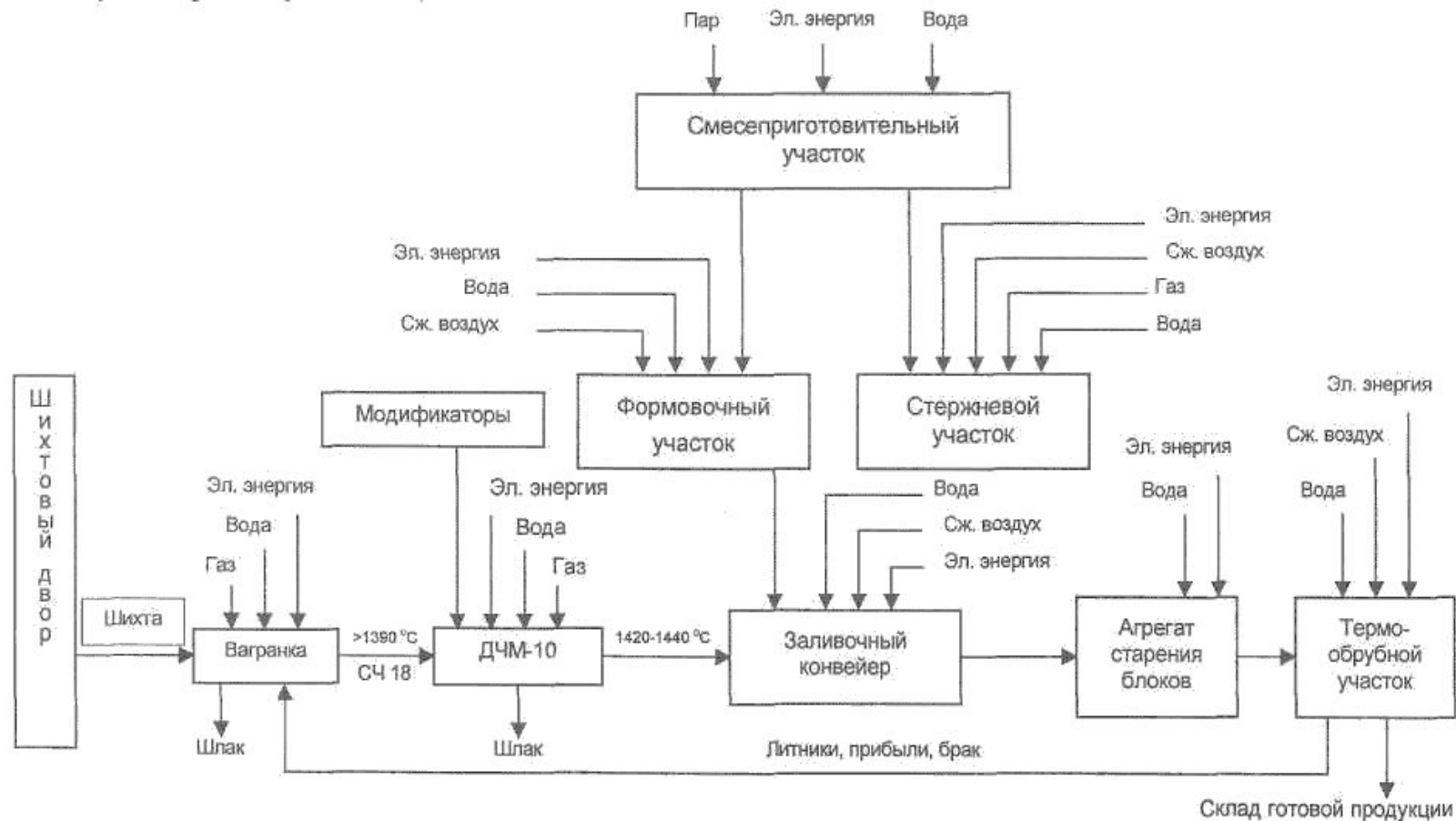


Рис. 2. Технологическая схема плавки чугуна СЧ24 в литейном цехе



# ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

Цель инструментального обследования в системах освещения - определение основных параметров системы, влияющих на энергопотребление. Таковыми параметрами являются: средняя освещенность рабочей поверхности; коэффициент естественной освещенности (КЕО); значение напряжения питающей сети; коэффициенты отражения поверхностей помещения; время использования искусственного освещения.

При проведении инструментального обследования вначале производится анализ осветительной установки (ОУ) на соответствие проекту. Особое внимание уделяется проверке укомплектованности светильников защитными стеклами, экранирующими решетками и сетками (если эти приспособления предусмотрены проектом), на соответствие мощности ламп, указанной в проекте, и на правильность расположения светильников.

Таким образом, задачей обследования является объективная оценка соответствия установки всему комплексу технических требований, так как это впоследствии позволит более точно рассчитать потенциал энергосбережения в ОУ.

При обследовании фиксируется также рациональность примененных типов светильников и их техническое состояние, в особенности степень запыленности, укомплектованность. Все полученные показатели в результате обследования заносятся в табл 1.

Основная часть инструментального обследования сводится к измерению освещенности от искусственных и естественных источников света на нормируемой поверхности.

Измерение освещенности в осветительных установках производится с помощью люксметров отечественного и импортного производства.

Таблица 1 Результаты исследования систем освещенности

| №<br>п/п | Вид информации   | Информация |
|----------|--|------------|
| 1        | Количество светильников искусственного освещения   |            |
| 2        | Марка и тип светильников   |            |
| 3        | Используемые источники света (тип, общее количество, мощность)                                     |            |
| 4        | Режим работы системы искусственного освещения ( $T, ч$ )   |            |
| 5        | Характеристика поверхностей помещения (коэффициенты отражения - потолка, пола и стен)              |            |
| 6        | Год установки светильников   |            |
| 7        | Периодичность чистки светильников  |            |
| 8        | Фактический уровень горизонтальной освещенности, лк  |            |
| 9        | Нормированный уровень горизонтальной освещенности, лк  |            |
| 10       | Значение напряжения питающей сети в начале и в конце измерений освещенности ( $U_1$ и $U_2$ )      |            |
| 11       | Требования к цветопередаче (коэффициент цветопередачи $R_a$ )                                      |            |
| 12       | Размеры помещения (длина, ширина, высота) и высота подвеса светильников, м                         |            |
| 13       | Средний фактический срок службы ламп   |            |
| 14       | Управление освещением (локальное вкл. и откл., централизованно в ручном или автоматическом режиме) |            |
| 15       | Фактическое общее состояние светильников (запыленность оптической части, технический износ)        |            |
| 16       | Кoeffициент использования (% источников света, находящихся в работе в момент измерений)            |            |
| 17       | Кoeffициент естественной освещенности (фактическое значение/нормируемое значение)                  |            |
| 18       | Характеристика помещения по пылевыделению (умеренное, среднее, сильное, очень сильное)             |            |

# Измерение средней освещенности на рабочей поверхности

1. Перед измерением освещенности выбирают и наносят на план помещения (или исполнительный чертеж ОУ) с указанием размещения светильников и светопроемов контрольные точки для измерения.
2. Контрольные точки для измерения освещенности следует размещать в центре помещения, у его стен, под светильниками, между светильниками и их рудами, а также равномерно по площади измеряемой поверхности.
3. Контрольных точек должно быть не менее 5.
4. Освещенность следует измерять на плоскости, указанной в нормативах освещенности.
5. При измерении необходимо соблюдать следующие требования:
  - на фотоэлемент не должна падать тень от человека, производящего измерения; если рабочее место затеняется в процессе работы самим человеком или выступающими частями оборудования, то освещенность следует измерять в этих реальных условиях;
  - вблизи измерителя не должно быть крупных ферромагнитных масс и магнитных полей;
  - при измерении освещенности от источников света (или светильников), расположенных под небольшими углами к плоскости фотоэлемента (менее  $30^\circ$ ), возможно возникновение существенных ошибок. Поэтому, например, при измерении освещенности в горизонтальной плоскости от низко расположенного удаленного источника следует измерять освещенность в плоскости, перпендикулярной направлению силы света источника, а затем умножать полученное значение освещенности на косинус угла между нормалью к горизонтальной плоскости и направлением на источник света;
  - ежегодно производить градуировку фотоэлектрического люксметра, так как со временем наблюдается старение его интегральной чувствительности.
6. Результаты измерений освещенности оформляют в таблицу 2.

Таблица 2 Результаты измерения освещенности

| №<br>п/п | Наименование<br>объекта | Место<br>измерений | $E_1$ , | $E_2$ , | $E_3$ , | $E_4$ , | $E_5$ , | Средняя<br>освещенность,<br>лк     |
|----------|-------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------------------|
|          |                         |                    | лк      | лк      | лк      | лк      | лк      |                                    |
|          |                         |                    |         |         |         |         |         | $E_{\varphi} = \frac{\sum E_i}{n}$ |

Измерение значения напряжения в питающей сети в момент замеров освещенности производится путем установки анализатора параметров электрической энергии типа AR.4M.

Время использования искусственного освещения определяют путем анализа фактического режима работы в обследуемой системе освещения в течение дня, недели, месяца, года.

# Измерение освещенности в различных системах освещения

## 1 Система наружного освещения.

Замеры освещенности от искусственного освещения производятся в темное время суток на выделенных типовых участках дорог или открытых производственных площадках. Определение типового участка производится из условия объективной оценки общего состояния всей системы освещения, т. е. выбирается визуально средний по качеству и количеству освещения участок и производится контрольный замер средней освещенности. Для участка дороги, например, выбирается типовой пролет и проводится контрольный замер освещенности по точкам согласно методике измерения средней освещенности.

В установках наружного освещения измерения проводятся в основном на поверхности дорожного покрытия. При измерении желательно использовать цифровой люксметр, так как он является более чувствительным к малым уровням освещенности.

Нормируемые значения освещенности и уровень рабочей поверхности (поверхность измерения) принимают согласно СНиП 23-05-95.

# Измерение освещенности в различных системах освещения

2 Система освещения общественных зданий.

Измерения проводятся в темное и светлое время суток.

Для определения КЕО в светлое время суток производится замер освещенности под открытым небосводом перед зданием, желательно на той стороне, где располагаются светопроемы обследуемых помещений.

При измерении наружной естественной освещенности следует применять люксметр с установленным максимальным уровнем измеряемых значений.

За светлое время суток следует принимать часы дневного максимума освещенности. Желательно измерения проводить в облачный день, чтобы исключить погрешность от прямых солнечных лучей.

Затем, а лучше одновременно, производятся замеры внутри обследуемых помещений по методике измерения средней освещенности на рабочей поверхности помещения.

Результаты замеров заносят в таблицу.

В силу изменчивости естественного освещения даже при сплошной облачности каждое измерение освещенности внутри помещения должно сопровождаться одновременным измерением наружной освещенности.

В темное время суток проводятся измерения освещенности от искусственных источников света по методике измерения средней освещенности.

Расположение рабочей поверхности определяется согласно существующим нормативным документам для данного здания. Для рабочих помещений административных зданий обычно 0,8 м от пола, т.е. на рабочих столах.

## Измерение освещенности в различных системах освещения

### 3 Системы освещения производственных цехов помещений.

Измерения в производственных цехах отличаются от измерений в общественных зданиях лишь сегментацией замеров, т. е. при большой площади объекта или высокой плотности оборудования производится сегментация помещения на типовые участки, в которых и производятся измерения.

Замеры освещенности следует производить также на рабочих поверхностях согласно отраслевым нормативным документам, в которых указаны рабочие зоны и уровни нормативной освещенности. В отличие от помещений в общественных зданиях высота рабочей поверхности может меняться от участка к участку в зависимости от расположения рабочих зон на оборудовании.

При наличии местного освещения измерения в темное время суток производятся в два этапа:

- 1) измерения освещенности от общего искусственного освещения,
- 2) измерения освещенности от местного в системе общего.

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ КОТЕЛЬНЫХ

В процессе энергоаудита действующих котельных необходимо проведение следующих замеров:

1. режимных параметров;
2. параметров, необходимых для составления фактических тепловых балансов;
3. параметров, характеризующих уровень атмосферных выбросов.

Режимные параметры замеряются в соответствии с режимными картами, имеющимися на котельных.

Для установившегося режима работы котла уравнение теплового баланса имеет вид

$$Q_P = Q_1 + Q_{\text{пот}},$$

где  $Q_P$  - располагаемая теплота сжигаемого топлива;  $Q_1$  - полезно используемое тепло,  $Q_{\text{пот}}$  - энергетические потери в котле.

Для составления теплового баланса и КПД котельной необходимо провести измерения состава дымовых газов на выходе из котла и в дымовой трубе; давления в топке и тракте котла; температуры воды на входе в котел, на подающей и обратной трубе из котельной; температуры наружного воздуха; параметры пара и конденсата в паровых котельных; качества питательной и продувочной воды; температуры наружных поверхностей котлов и теплопроводов; потерь с излучением, с дымовыми газами и продувочной водой. Необходимо также провести измерения коэффициентов загрузки  $k_z$  и коэффициентов включения  $k_v$  насосов, вентиляторов и дымососов.


Для замеров в первую очередь следует применять стационарные измерительные приборы, которые имеются на котельных. При недостатке стационарных приборов или их отсутствии следует применять портативные компьютерные переносные приборы отечественных и зарубежных фирм.

Например, российско-германское СП «Дитангаз» выпускает переносной газоанализатор компьютерный «Дитангаз 16», позволяющий измерять состав дымовых газов ( $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $NO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $H_2S$ ), их температуру, температуру окружающего воздуха, давление, коэффициент избытка воздуха, КПД и потери тепла.

Аналогичные показатели позволяет измерять газоанализатор KM 9006 QUINTOX, выпускаемый фирмой KANE (Англия)



# ТИПОВЫЕ ОБЪЕКТЫ ЭНЕРГОАУДИТА И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Электроснабжение предприятия. Распределительные пункты и трансформаторы
  2. Электропривод
  3. Котлы
  4. Печи
  5. Бойлеры, теплообменники
  6. Паровые системы
  7. Системы воздухообмена
  8. Вентиляция, кондиционирование
  9. Освещение
  10. Водоснабжение. Насосные установки
  11. Холодильные установки
  12. Здания
- 

# 1. Электроснабжение предприятия. Распределительные пункты 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,  $\cos$ , 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,  $\cos$ , 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.

# 3. Котлы

*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.

# 4. Печи

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.

# 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 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.

# 7. Системы воздухообеспечения

## 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.

# 7. Системы воздухоснабжения

## Возможные рекомендации по энергосбережению

- Сокращение расхода электроэнергии, требуемой для обеспечения предприятий сжатым воздухом, возможно преследующим 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.

# 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 обратного 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.