УДК 519.7

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ, ОРГАНИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

APPLICATION OF ENERGY MANAGEMENT FOR THE PLANNING, ORGANIZATION AND CONTROL SYSTEM IN THE ENTERPRISE

Исаева Тарана Муса кызы,
кандидат технических наук,
доцент кафедры управления
и системной инженерии,
Азербайджанский государственный
университет нефти и промышленности
taranaisaeva@rambler.ru

Багирзаде Керим Емин оглы
магистр,
Азербайджанский государственный
университет нефти и промышленности

Isayeva Tarana Musa
Candidate of Technical Sciences,
associate professor of management
and system engineering,
Azerbaijani state university of oil and industry
taranaisaeva@rambler.ru

Bagirzade Kerim Emin
Undergraduate,
Azerbaijani state university of oil and industry

Аннотация. В данной статье проанализированы нагрузки электрооборудования, коэффициент использования оборудования, коэффициент мощности и способы его повышения, решены вопросы установления соответствия уровня освещенности категории рабочего места, состояния окон, приведена оценка коэффициента естественной освещенности.

Ключевые слова: энергоменеджмент, энергоаудит, энергобаланс, потребители энергии, энергопоток, мониторинг и планирование.

Annotation. In this paper, the loads of electrical equipment, the equipment utilization factor, the power factor and ways to increase it are analyzed, the issues of determining the correspondence of the level of illumination of the category of the workplace, the state of windows are solved, and the coefficient of natural illumination is estimated.

Keywords: energy management, energy audit, energy balance, energy consumers, energy flow, monitoring and planning.

Энергоменеджмент **–** это общая система планирования, организации, и контроля производством, транспортировкой, распределением и потреблением топливно-энергетических ресурсов. Энергетический менеджмент включает в себя мероприятия по энергосбережению, характеризующиеся совокупностью технических и организационных мероприятий, направленных на повышение эффективности использования энергоресурсов.

Он является неотъемлемой частью организации структуры управления промышленным предприятием.

Потребители энергии – промышленные предприятия (около 60 % потребляется выработанной энергии), коммунально-бытовые потребители (школы, жилые дома – около 17 % выработанной энергии), сельскохозяйственные потребители (около 10 %), электротранспорт (около 8 %), уличное освещение (около 5 %).

Рассмотрим слагаемые структуры энергопотребления на промышленном предприятии. Если представить предприятие как «черный ящик», имеющий входы и выходы, то блочная схема такого предприятия может быть изображена в виде.

Удельное энергопотребление – потребление энергии, идущее на производство единицы продукции, рассчитывается как:

$$У_э = \frac{\sum Э}{П} \cdot \left[\frac{Т.У.Т}{ед.пр} \right],$$

здесь $\Sigma Э$ – суммарная энергия, $П$ – объем продукции, выпущенной за анализируемый период.

Очевидно, что основные статьи расходов энергии можно выделить на две группы:

– условно постоянные, т.е. практически не зависящие от объема выпускаемой продукции;
– переменные, изменяемые при изменении плана выпуска продукции.

Первые – определяются числом работающих, размерами и конструктивными особенностями предприятия, способом его отопления, освещения, вентиляции, кондиционирования и т.д.

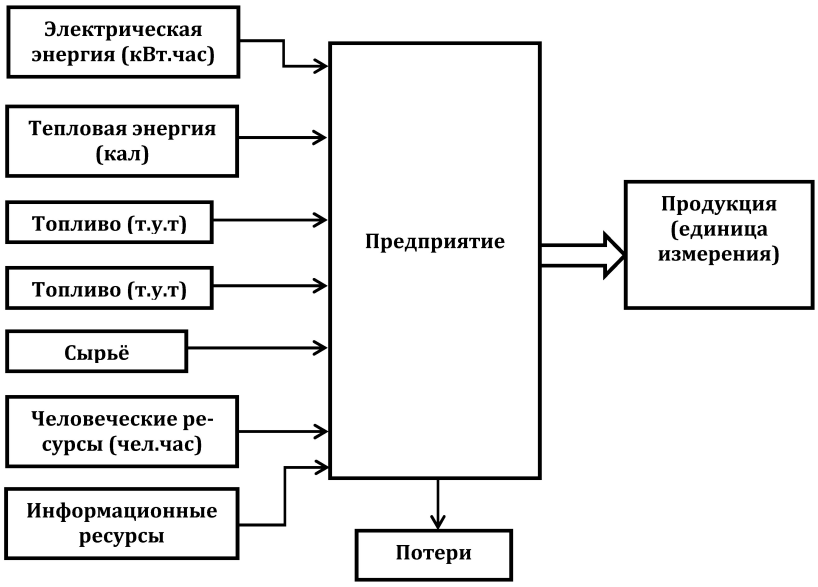

Рисунок 1 – Блок-схема энергопотребления предприятия

Вторые – применяемыми технологиями.

К сожалению, замена устаревшей технологии на более передовую и энергоэффективную – это очень болезненный процесс для предприятия, требующий определенных «хирургических вмешательств».

Основная задача энергоменеджмента - это проведение комплексного анализа энергопотребления и его изменение в зависимости от проводимых энергосберегающих мероприятий на предприятии.

Инструменты энергетического менеджмента: энергоаудит; энергобаланс; мониторинг и планирование.

Энергоаудит – это обследование предприятия с целью сбора информации об энергопотоках на предприятии. Обследование энергообъекта с целью определения возможностей экономии потребляемых ТЭР, а также определение удельного расхода ТЭР на единицу выпускаемой продукции.

Под ***энергопотоком*** понимаются потоки тепла, потоки электрической энергии, потоки механической энергии и других видов энергии.

Целью энергоаудита является определение удельного расхода энергии на производство единицы продукции, технического и организационного потенциала для снижения этого расхода. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

Основные объекты энергоаудита на промышленном предприятии [33]:

1. *Паровые системы*. Определяется температура и давление пара, наличие и состояние конденсатоотводчиков, состояние теплоизоляции, утечки пара и т.д.
2. *Системы сжатого воздуха*. Объектами изучения являются компрессорные системы, системы регулирования и транспортировка воздуха, давление воздуха у потребителя, присутствие в воздухе конденсата, наличие утечек и система охлаждения. Важным мероприятием является регулирование скорости вращения двигателя компрессора, в зависимости от необходимого количества вырабатываемого сжатого воздуха.
3. *Система водоснабжения*. Исследуется насосные установки, привод насосов, режим их работы, утечки и т.д.
4. *Котельные установки.* При обследовании измеряются режимные параметры (давление, состав дымовых газов, температура воды, воздуха, параметры пара т.д.)
5. *Печи.* Производится измерение режимных параметров печи, измеряется состав давление, и температура дымовых газов и т.д.
6. *Бойлеры и теплообменники*. Измеряется входная и выходная температура теплоносителей, их расход и перепады давления, температуры наружных поверхностей и т.д.
7. *Системы кондиционирования воздуха, отопления и вентиляция* – изучаются параметры насосов и вентиляторов и т.д.
8. *Освещение* – устанавливается соответствие уровня освещенности категории рабочего места, состояние окон, оценивается коэффициент естественной освещенности (КЕО) и т.д.
9. *Электрооборудование* – проанализированы графики нагрузки электрооборудования, коэффициент использования оборудования, коэффициент мощности и способы его повышения, и т.д.
10. *Здания и сооружения* – исследуется качество теплоизоляции стен, двери окна и др.

Энергобаланс. Энергобаланс отражает соответствие расхода всех видов энергопотоков на предприятии их расходу на производство продукции и потерям. Энергобалансы рассчитываются в тоннах условного топлива (т.у.т.).

Энергетический баланс выражается в соответствии приходной и расходной частей. Приходная часть – это поступающая на предприятия энергия в том или ином виде: тепловая энергия, электрическая, топливо, холод, сжатый воздух и т.д. Расходная часть – это энергия, идущая на производство, а также потери энергии, происходящие на данном предприятии. Энергобалансы рассчитываются в тоннах условного топлива. Электрическая и тепловая энергия, потребляемая предприятием, переводятся в условное топливо на основе топливных коэффициентов.

Энергобаланс агрегата и его структура

Энергопреобразующие процессы осуществляются на определенных агрегатах, которые можно подразделить на: генераторы; преобразователи; приемники энергии.

Энергобаланс любого агрегата состоит из приходной и расходной частей. Эти части должны быть равны друг другу.

В общем случае к подведенной энергии относятся:

1.Энергия, которая вводится в агрегат одним или же несколькими электроносителями.

2. Физическая энергия материальных компонентов процесса.

3.Дополнительная энергия, полученная в результате различных химических и физических превращений веществ.

Полезной считается та часть подведенной энергии, которая используется на основной и, связанные с ним, сопутствующие физические процессы. Величина полезной энергии зависит от особенностей технологического процесса в агрегате и конструкции оборудования.

В агрегатах потребителей (приемниках) полезная энергия затрачивается на механические, термические, химические и другие процессы.

Энергопотери в агрегатах можно разделить на две основные группы:

1) потери от рассеивания энергии в окружающую среду;
2) потери от недоиспользования энергии.

К *первой группе* потерь относятся потери тепла на излучение (охлаждение агрегатов) через неплотности кладки промышленных печей и котлов, потери с утечками энергоносителя с охлаждаемой водой промышленных печей, компенсаторов, трения в движущихся частях оборудования, а так же на намагничивание железа и нагрев обмоток электрических машин и трансформаторов.

Ко *второй группе* относятся потери тепла с охлаждающими газами парогенераторов и промышленных печей от химической и механической неполноты сгорания топлива в топках, с отходящим воздухом сушильных установок, конденсаторов, паровых турбин и т.д.

На величину суммарных энергетических потерь агрегатов большое влияние оказывают следующие факторы:

- технологические параметры процесса;
- техническое состояние оборудования;
- степень нагрузки (загрузки) оборудования и его производительность;
- степень использования энергии приданной конструкции;
- условия работы агрегата;
- качество эксплуатации;
- наличие простоев и связанных и ними последующих запусков оборудования.

Экономичность работы оборудования зависит от величины суммарных потерь. Поэтому необходимо изучение причин, вызывающих эти потери, и определение их зависимости от нагрузки, что позволяет принять меры к ликвидации излишних потерь.

С этой целью все потери в энергетическом оборудовании делятся на независящие от нагрузки (постоянные) и зависящие от нагрузки (переменные).

Энергия, потерянная для данного агрегата может быть еще использована в других энергетических процессах в других агрегатах. Такая энергия называется вторичным энергоресурсом (ВЭР).

Энергетические балансы агрегатов с выходом вторичных энергоресурсов записывается в следующем виде:

$$W = W_{ПОТ} + W_{ПОЛ} + W_{ПОЛ}^{ВТ},$$

где $W_{ПОТ}$ – потери энергии; $W_{ПОЛ}$ – полезно используемая энергия; $W_{ПОЛ}^{ВТ}$ – энергия ВЭР, отпущенная агрегатом. ВЭР делятся на три вида:

1) тепловые;
2) избыточного давления;
3) горючие.

Возможный выход вторичных энергоресурсов определяется только на основе составления и анализа энергобаланса.

Энергобалансы могут составляться на любой период времени при изменении производительности или же нагрузки агрегата изменяется отдельная составляющая энергобаланса. При постоянном режиме работы в зависимости между отдельными составляющими баланса сохраняются однозначными, и в этом случае уравнение баланса энергии может быть заменено уравнением мощности:

$$N = N_{ПОТ} + N_{ПОЛ}.$$

Многие агрегаты потребляют энергию на собственные нужды.

Эти расходы являются потерями энергетического процесса. Они отличаются от рассмотренных выше прямых потерь не по существу, а по форме. При этом следует различать составляющие балансов брутто и нетто.

Подведенная/полезная энергия (мощность брутто) слагается из соответственно энергии (мощности) нетто и расходов на собственные нужды агрегата.

На собственные нужды может расходоваться энергия (мощность), подведенная к агрегату, полезно выделенная самим агрегатом, а также из независимого источника или сетей энергосистемы.

Балансы мощности и энергии тесно связаны с материальными балансами энергоносителей и могут рассчитываться как в абсолютных так и в относительных единицах.

Показатели энергетической экономичности агрегатов

Энергетическая оценка экономичности работы агрегатов производится по показателям балансов мощности и энергии.

Оценка энергетической экономичности работы агрегата на основе удельных показателей основывается на сопоставлении величин, входящих в уравнение баланса мощности и энергии.

Основными удельными показателями являются:

1. Удельные суммарные потери подведенной мощности/энергии:

$$U = \frac{N_{ПОТ}}{N}; \qquad U = \frac{W_{ПОТ}}{W}.$$

2. Удельный расход по отношению к производительности агрегата (*d*):

$$d = \frac{N}{A},$$

где *A* – производительность/нагрузка агрегата.

3. Удельный расход по отношению к выпуску продукции (d):

$$d = \frac{W}{Z},$$

где *Z* – выпуск продукции.

4. Коэффициент полезного действия агрегата:

$$З = \frac{N_{ПОТ}}{N}; \qquad З = \frac{W_{ПОТ}}{W}.$$

Энергетические характеристики агрегатов строятся на основании балансовых мощностей агрегатов, составленных для ряда значений производительности. При этом за независимую переменную принимается производительность, а за функциональные переменные величины принимается подведенная, потерянная и полезная мощность.

Энергетические характеристики подразделяются на основные и производные.

Одним из постоянных параметров энергетических характеристик подведенной (потребляемой) и потерянной мощности являются потери холостого хода (N_{xx}).

Можно выделить три типичные формы характеристик для подведенной мощности:

1) вогнутые, то есть обращенные выпуклостью вниз;
2) выпуклые, обращенные выпуклостью вверх;
3) прямолинейные.

Наиболее распространенной формой энергетических характеристик зависимости потребляемой мощности от производительности являются вогнутые. Они имеют точки минимума или же максимума, соответствующие экономической производительности. При экономической производительности агрегата обеспечивается минимум удельных потерь и удельного расхода ТЭР и максимальная величина КПД. Этой производительностью определяется самый выгодный режим работы изолированно работающего оборудования.

Мониторинг и планирование. Мониторинг и планирование – это анализ хронологии использования энергоресурсов за какой-то определенный период времени и обоснованное прогнозирование их потребления на будущий период. Для планирования в энергетике могут применяться методы экстраполяции, метод Делфи, метод совокупного мнения специалистов-энергетиков и др.

Литература:

1. Energy Efficiency Policy Recommendations, OECD/IEA, 2009.
2. Энергоэффективность в России: скрытый резерв. – IFC/The World Bank.
3. Чарушина С.В. Энергоменеджмент в системе управления организацией. – 2015. – С. 295–298.
4. ISO 50001:2011 «Системы энергетического менеджмента – Требования с руководством по использованию» ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use» / International Organization for Standartization. – Geneva, Switzerland, 2011.
5. Хохлявин С.А. Стандарт ISO 50001 : системный подход к энергоменеджменту // ЭнергоАудит. – 2009. – № 3 (11).

References:

1. Energy Efficiency Policy Recommendations, OECD/IEA, 2009.
2. Energy efficiency in Russia: a hidden reserve. – IFC/The World Bank.
3. Charushina S.V. Energy Management in the Organization Management System 2015. – P. 295–298.
4. ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use» ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use» / International Organization for Standartization. – Geneva, Switzerland, 2011.
5. Khokhlyavin S.A. Standard ISO 50001 : a systematic approach to energy management // EnergoAudit – 2009. – № 3 (11).