



Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) **370**

(51)) **МПК(2006) Н 02 J**
3/06

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения**

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 1000495

(22) 20.07.2010

(46) Бюл.59 (3), 2010

(71) Юлдашев З.Ш.(TJ).

(72) Карпов В. Н. (RU); Юлдашев З. Ш. (TJ); Карпов Н. В. (RU); Юлдашев Р. З. (TJ).

(73) Карпов В. Н.(RU); Юлдашев З.Ш. (TJ).

(54) **СПОСОБ ЭНЕРГОАУДИТА В ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

(56) 1 Карпов В.Н. Основы энергосбережения на предприятиях АПК.СПб, СПбГАУ. 1999.

2. Лейтес ИЛ. и др. Теория и практика химической электротехнологии. М: Химия. 1988.

(57) Изобретение относится к электроэнергетике и может быть использовано для проведения энергоаудита энергопотребления в потребительских энергетических системах.

Способ заключается в измерении энергии на входе к потребителю, контроле режима работы энергетического оборудования и архивировании их параметров, при этом разбивают всю потребительскую энергетическую систему по видам энергии от входного счетчика на элементы с определенным функциональным назначением, включая энерготехнологические процессы получения продукта.

Изобретение относится к электроэнергетике и может быть использовано для проведения энергоаудита энергопотребления в потребительских энергетических системах.

Известен способ автоматического регулирования параметров энергосистемы [1], при реализации которого дополнительно измеряют нерегулируемые параметры энергосистемы, задают для регулируемых и нерегулируемых параметров энергосистемы уставки выбора состава, отстроенные от уставок регулирования регулируемых параметров и предельно допустимых величин нерегулируемых параметров на величину, кратную амплитуде нерегулярных колебаний, характерных для каждого параметра, определяют наличие отклонений каждого из параметров за эти уставки, для каждой регулирующей электростанции определяют требуемое направление изменения ее мощности для подавления каждого из имеющихся отклонений, обнуляя отклонения тех параметров, коэффициенты влияния, изменения мощности данной регулирующей электростанции которых меньше заданного минимального значения, при выходе регулируемых параметров за уставки регулирования формируют приращения управляющих воздействий только тем регулирующим электростанциям, каждой из которых для подавления всех рассмотренных отклонений как регулируемых, так и нерегулируемых параметров за уставки выбора состава требуется изменение ее мощности в одном и том же направлении, определяют время нахождения регулируемых параметров за уставками регулирования и, в случае нахождения какого-либо из регулируемых параметров за уставкой регулирования дольше заданного времени обнуляют отклонения нерегулируемых параметров за уставки выбора состава и формируют приращения управляющих воздействий тем регулирующим электростанциями, каждой из которых требуется изменение ее мощности в одном и том же направлении для подавления рассмотренных отклонений только регулируемых параметров за уставки регулирования.

Недостатком данного способа является отсутствие параметра, характеризующего эффективность использования энергии, например расход энергии на единицу выпущенной продукции.

Известно устройство для автоматического управления энергопотреблением [2], которое реализует способ, заключающийся в измерении текущей нагрузки, сравнении ее с заданной, и выборе отключаемых нагрузок.

Недостатком данного способа является отсутствие учета эффективности использования энергии в работающих и отключаемых нагрузках.

Известен способ автоматического управления энергопотреблением предприятия (прототип), реализованный в системе ЭКОМ [3], которая может вести измерение энергии на входе к потребительской энергетической системе, например, потребления электроэнергии с помощью счетчиков с

телеметрическим выходом, расхода воды с использованием диафрагм и расхода пара с использованием объемных или массовых расходомеров, ведет контроль режима работы энергетического оборудования и архивирование в энергонезависимой памяти и передачу на верхний уровень текущих, интегральных (количество электрической энергии, количество тепловой энергии и энергоносителя) и средних (температура энергоносителя и давление в трубопроводе, калорийность газа, частота, напряжение электрической сети и т.д.) за интервалы архивирования параметров, показывает текущее и ретроспективное (включено-выключено) состояние дискретных каналов. Помимо этого ЭКОМ-3000 выдает дискретные сигналы на управление исполнительными механизмами как по команде оператора, так и по встроенным законам регулирования, введенным при конфигурации.

Недостатком способа является отсутствие контроля потерь в энергетических сетях предприятия, их распределение по единицам оборудования, контроль за получаемыми за счет энергии продуктами и их удельной энергоемкостью.

Задача изобретения осуществление энергоаудита процессами передачи и преобразования энергии в элементах потребительских энергетических системах, контроля и управления эффективностью процессов получения продуктов энерготехнологических процессов на основе единого параметра - относительной энергоемкости любого энергетического процесса и повышение эффективности общего энергоиспользования по результатам анализа величин относительной энергоемкости по всем энергетическим процессам в потребительских энергетических системах.

Поставленная задача решается за счет того, что измеряют энергию на входе к потребителю потребительских энергетических системах, контролируют, режим работы энергетического оборудования и архивируют их параметры, разбивают всю потребительскую энергетическую систему потребителя по видам энергии от входного счетчика на элементы с определенным функциональным назначением включая энерготехнологические процессы получения продукта, энергетические линии, образованные последовательно соединенными элементами, узлы, от которых отходят два и более элемента, образующих в совокупности энергетическую сеть, устанавливают измерители энергии перед каждым элементом или перед частью линии из однотипных элементов, измеряют энергию на элементах энергию и полученный продукт в энерготехнологических процессах, определяют относительную энергоемкость электротехнологических процессов как элементов линии Q_{ji} по формуле:

$$Q_{ji} = Q_{ni} / Q_{pj}^{y.d.min} \cdot P_j$$

где Q_{ni} - показание последнего в линии измерителя энергии, предшествующего энерготехнологическому процессу,

$Q_{pj}^{уд.мин}$ - минимальная удельная энергоёмкость получаемого в энерготехнологическом процессе продукта;

P_j - величина полученного за время измерения продукта, затем определяют энергоёмкость процессов в каждом из всех контролируемых элементов по формуле:

$$Q_{zi} = Q_{ni} / Q_{ki},$$

где Q_{ni} - показания измерителя энергии в начале i -го элемента;

Q_{ki} - показания измерителя в конце i -го элемента, являющегося начальным для $(i+1)$ элемента, или сумма показаний начальных измерений в элементах, отходящих от узла, завершающего i -й элемент, после этого определяют удельную энергоёмкость каждого продукта по потребленной на его получение энергии по формуле:

$$Q_{pj} = Q_{pj}^{уд.мин} \cdot Q_{zj} \cdot \prod_{i=1}^{i=n} Q_{zi},$$

где i, j - номера элементов, образующих энергетическую линию от счетчика на входе к потребителю до энерготехнологического процесса получения j -го продукта, включаемого в линию как элемент j , и минимизируют ее за счет регулирования параметров, изменения режимов или замены элементов и энерготехнологических процессов получения продукта, составляющих потребительскую энергетическую систему потребителя.

Новые существенные признаки:

1. Разбивают всю потребительскую энергетическую систему по видам энергии от входного счетчика на элементы с определенным функциональным назначением, включая энерготехнологические процессы получения продукта, энергетические линии, образованные последовательно соединенными элементами. узлы, от которых отходят два и более элемента, образующих в совокупности энергетическую сеть.

2. Устанавливают измерители энергии перед каждым элементом или перед частью линии из однотипных элементов, измеряют энергию на элементах, энергию и полученный продукт в энерготехнологических процессах.

3. Определяют относительную энергоёмкость энерготехнологических процессов как элементов линии Q_{zi} по формуле:

$$Q_{zi} = Q_{ni} / Q_{pj}^{уд.мин} \cdot P_j,$$

где Q_{ni} - показание последнего в линии измерителя энергии, предшествующего энерготехнологическому процессу;

$Q_{pj}^{уд.мин}$ - минимальная удельная энергоёмкость продукта;

P_j - величина полученного за время измерения продукта.

Затем определяют энергоёмкость процессов в каждом из всех контролируемых элементов по формуле:

$$Q_{zi} = Q_{ni} / Q_{ki}$$

где Q_{ni} - показания измерителя энергии в начале i -го элемента.

Q_{ki} - показания измерителя в конце i -го элемента, являющегося начальным для $(i+1)$ элемента, или сумма показаний начальных измерителей в элементах, отходящих от узла, завершающего i -й элемент.

4. Определяют удельную энергоёмкость каждого продукта по потребленной на его получение энергии по формуле:

$$Q_{pj} = Q_{pj}^{уд.мин} \cdot Q_{zj} \cdot \prod_{i=1}^{i=n} Q_{zi},$$

где i, j - номера элементов, образующих энергетическую линию от счетчика на входе к потребителю, до энерготехнологического процесса получения j -го продукта, включаемого в линию как элемент j .

5. Минимизируют ее за счет регулирования параметров изменения режимов или замены элементов и энерготехнологических процессов получения продукта, составляющих потребительскую энергетическую систему.

Перечисленные новые существенные признаки в совокупности с известными позволяют получить технический результат во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

Технический результат заключается в том, что осуществляют энергоаудит потребительской энергетической системы по параметру удельной энергоёмкости выпускаемой продукции и обеспечивают его снижение, при этом разбивают всю потребительскую энергетическую систему, начиная от входных счетчиков, по видам энергии на элементы с определенными энергетическими процессами, включая конечные энерготехнологические процессы, на участки энергетических линий, образованных последовательно соединенными элементами, и узлы, соединяющие участки линий, образующие энергетическую сеть (фиг).

Устанавливают измерители энергии таким образом, чтобы была возможность получить значение энергетического параметра в начале Q_{ni} и в конце Q_{ki} каждого контролируемого элемента, за исключением конечных энерготехнологических процессов, у которых конечным параметром является продукт (результат) энергоиспользования, измеряют энергию и продукт, рассчитывают относительную энергоёмкость энерготехнологических процессов Q_{zi} как элементов сети по известной минимальной удельной энергоёмкости продукта $Q_{pj}^{уд.мин}$ и показанию предшествующего процессу измерителя энергии Q_{ni} по формуле:

$$Q_{\text{эj}} = Q_{\text{нi}} / Q_{\text{pj}}^{y\partial, \min} \cdot P_j$$

рассчитывают относительную энергоемкость передачи энергии через каждый контролируемый элемент по формуле $Q_{\text{эi}} = Q_{\text{нi}} / Q_{\text{ки}}$ определяют энергоемкость единицы каждого продукта по потребленной энергии по формуле:

$$Q_{\text{pj}} = Q_{\text{pj}}^{y\partial, \min} \cdot Q_{\text{эj}} \prod_{i=1}^{i=n} Q_{\text{эi}}$$

при превышении этого значения над заданной величиной для каждого продукта определяют элемент, из-за увеличения энергоемкости которого произошло увеличение энергоемкости продукта, после чего регулируют или заменяют элемент, систематически сравнивают рассчитанные энергетические параметры всех элементов с параметрами, содержащимися в постоянно пополняемой базе для существующих аналогичных элементов, регулируют или заменяют элементы сети на лучшие, снижая соответственно задаваемое значение энергоемкости продукта.

В основу построения способа управления энергопотреблением предприятия положен метод конечных отношений [4]. Сущность метода заключается в том, что эффективность любого энергетического процесса оценивают объективным показателем относительной энергоемкостью. Относительная энергоемкость - это отношение энергетических параметров на входе и выходе рассматриваемого структурного элемента, включающее сверх единицы в свое численное значение потери энергии в элементе, отнесенные к передаваемой энергии. Для элемента, передающего энергию без преобразования, относительная энергоемкость является безразмерной величиной, превышающей единицу на величину относительных потерь. Эффективность преобразования энергии в другой вид рассчитывают по тому же правилу (отношение начального значения энергии к конечному), но получают при этом результат в именованных единицах (единица измерения энергии первого вида к единице измерения второго вида). Относительную энергоемкость линии, образованной последовательными элементами, определяют перемножением относительных энергоемкостей элементов. Энерготехнологические процессы, завершающие энергетические линии у потребителя, создают продукт, ради которого и потребляется энергия. Содержание понятия "энерготехнология" дано в [5] применительно к химической промышленности: "...совокупность знаний о совместном производстве продуктов и энергии в химической технологии, а так же об экономном расходовании ресурсов". Это определение позволяет использовать понятие энерготехнологии в любой отрасли и для любого процесса, образующего какой-либо продукт, который может иметь численное выражение. В энергетических системах потребителя такими продуктами являются производимая продукция и создаваемые производственные или бытовые усло-

вия (температура, освещение и др.). Во всех случаях энерготехнологического процесса существует минимально необходимое количество энергии для получения единицы продукта $Q_{\text{pj}}^{y\partial, \min}$, определяемое из теории, специально проводимых экспериментов или установленных норм.

Практически используемое количество энергии всегда больше $Q_{\text{pj}}^{y\partial, \min}$ из-за несовершенства процесса и неполного соответствия качества энергии (работоспособности) требованиям происходящего физического явления. Поэтому энерготехнологический процесс аналогичен любому техническому элементу энергетической линии и его эффективность также может быть оценена относительной энергоемкостью, если измерены энергия 2, подведенная к процессу, и значение полученного продукта P :

$$Q_{\text{эj}} = Q_{\text{нi}} / Q_{\text{pj}}^{y\partial, \min} \cdot P_j$$

Это выражение одинаково применимо как для производимой продукции, так и для создания условий, когда P_j - потенциальный барьер, равный разности значений условия в помещении и в окружающей среде (например, ΔT для температурных условий), а $Q_{\text{pj}}^{y\partial, \min}$ - минимальное расчетное значение энергии на единицу этой разности (для температуры - определяемое тепловыми характеристиками ограждений). Таким образом, появляется возможность характеризовать эффективность каждого элемента энергетики потребителя одним параметром относительной энергоемкостью. После того, как определены энергоемкости всех элементов сети, появляется возможность определить, сколько потрачено энергии на любой произведенный продукт из общего объема ее потребления, зафиксированного входным счетчиком потребителя. При любой сложности энергетической сети однонаправленность движения энергии по ней позволяет определить, какие элементы составляют линию, связывающую вход с любым энерготехнологическим процессом. По относительным энергоемкостям $Q_{\text{эi}}$ этих элементов, включая энергоемкость самого энерготехнологического процесса, можно определить фактическое (в пределах системы потребителя) потребление энергии Q_j 0.1 на производство каждого продукта P_j :

$$Q_j = P_j \cdot Q_{\text{pj}}^{y\partial, \min} \cdot Q_{\text{эj}} \prod_{i=1}^{i=n} Q_{\text{эi}}$$

(П - оператор умножения).

На чертеже схематично изображена потребительская энергетическая система (фиг), где: i- элементы; j- энерготехнологические процессы; $Q_{\text{э}}$ - относительные энергоемкости; а - места установки измерителя энергии; б - энерготехнологический процесс,

Способ энергоаудита в потребительских энергетических системах заключается в том, что вся потребительская энергетическая система разбива-

ется на элементы, линии, узлы, энерготехнологические процессы. Устанавливают измерители энергии в начале каждого элемента. Производят измерения энергии и продукта, произведенного за счет этой энергии, за время измерения и рассчитывают относительную энергоемкость всех элементов $Q_{эi}$ и энерготехнологического процесса $Q_{эj}$.

Одним из путей расчета эффективности энергопотребления является определение энергоемкости каждого вида продукта по потребленной энергии. Для этого минимальная удельная энергоемкость продукта умножается на расчетное значение относительной энергоемкости энерготехнологического процесса и на произведение относительных энергоемкостей всех элементов, которые составляют цепь от входного счетчика энергии до последнего измерителя энергии, предшествующего этому энерготехнологическому процессу.

Например, на фиг. энергия, потребляемая первым энерготехнологическим процессом ($j=1$), передается от входного счетчика через элементы i (1-2-3) и элемент $j=1$. процесс 2 - через элементы i (1-2-4) и $j=2$. процесс 3 - через элементы i (1-2-4-5) и $j=3$. При увеличении этого значения ($Q_{эi}$) во время измерений определяется по архивным данным элемент, из-за увеличения относительной энергоемкости которого произошло возрастание энерго-

емкости какого-либо продукта. В этом случае данный элемент регулируют или заменяют на элемент с наилучшими энергетическими параметрами.

Для обеспечения максимального энергосбережения из выражения для Q_i получаем формулу, определяющую максимальный ресурс энергосбережения для каждого продукта в виде отношения:

$$K_{эс} = \frac{Q_j / P_j}{Q_{pj}^{уд. \min}} = Q_{эj} \cdot \prod_{i=1}^{i=n} Q_{эi}$$

Полученное выражение показывает, что ресурс энергосбережения определяется величинами относительных энергоемкостей энерготехнологических процессов $Q_{эj}$ и элементов соответствующих линий $Q_{эi}$. Знание величин этих энергоемкостей, полученных с помощью заявляемого способа, позволяет целенаправленно и последовательно управлять эффективностью энергопотребления, снижая с помощью известных приемов и средств (регулирование, управление режимами и др.) энергоемкости элементов или заменяя их на новые с лучшими энергетическими параметрами, фиксируя достигнутый результат в виде реализованной доли максимального ресурса.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ энергоаудита в потребительской энергетической системе, заключающийся в измерении энергии на входе к потребительской энергетической системе, контроле режима работы энергетического оборудования и архивировании их параметров, **отличающийся тем, что** разбивают всю потребительскую энергетическую систему по видам энергии от входного счетчика на элементы с определенным функциональным назначением, включая энерготехнологические процессы получения продукта, энергетические линии, образованные последовательно соединенными элементами, узлы, от которых отходят два и более элемента, образующих в совокупности энергетическую сеть, устанавливают измерители энергии перед каждым элементом или перед частью линии из однотипных элементов, измеряют энергию на элементах, энергию и полученный продукт в энерготехнологических процессах, определяют относительную энергоемкость электротехнологических процессов как элементов линии $Q_{эj}$ по формуле:

$$Q_{эj} = Q_{эi} / Q_{pj}^{уд. \min} \cdot P_j,$$

где $Q_{эi}$ - показание последнего в линии измерителя энергии, предшествующего энерготехнологическому процессу;

$Q_{pj}^{уд. \min}$ - минимальная удельная энергоемкость получаемого в энерготехнологическом процессе продукта;

P_j - величина полученного за время измерения продукта, затем определяют энергоемкость процессов в каждом из всех контролируемых элементов по формуле:

$$Q_{эi} = Q_{эi} / Q_{эi},$$

где $Q_{эi}$ - показания измерителя энергии в начале i -го элемента;

$Q_{эi}$ - показания измерителя в конце i -го элемента, являющегося начальным для $(i+1)$ элемента, или сумма показаний начальных измерений в элементах, отходящих от узла, завершающего i -й элемент, после этого определяют удельную энергоемкость каждого продукта по потребленной на его получение энергии по формуле:

$$Q_{pj} = Q_{pj}^{\text{уд. min}} \cdot Q_{эj} \cdot \prod_{i=1}^{i=n} Q_{эi},$$

где i, j - номера элементов, образующих энергетическую линию от счетчика на входе к потребителю до энерготехнологического процесса получения j -го продукта, включаемого в линию как эле

мент j , и минимизируют ее за счет регулирования параметров, изменения режимов или замены элементов и энерготехнологических процессов получения продукта, составляющих потребительскую энергетическую систему.

Компьютерный набор: Назарова Дж.Д.

Заказ

Тираж

Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ
734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

СПОСОБ ЭНЕРГОАУДИТА В ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

