

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

PERSPECTIVE APPLICATION OF ELECTRICITY FOR HEAT SUPPLY

Аннотация. Проведена энергетическая оценка применения электроэнергии для целей теплоснабжения. Показано, что при производстве электроэнергии в теплофикационном режиме электротеплоснабжение по затратам энергетических ресурсов практически не уступает теплоснабжению от котельной. За счет возможностей учета и регулирования электротеплоснабжение в сочетании с традиционной системой водяного теплоснабжения и тепловыми аккумуляторами обеспечивает более высокую степень энергоэффективности, способствует выравниванию графика нагрузки. Особенно перспективным в системах электроотопления является применение ИК-панелей лучистого отопления.

Annotation. Efficiency of the electric heating is proved. At the production of electric energy on power-station jointly with thermal energy the electric heating on the expenses of power resources does not yield to heating from a boiler room. Due to possibilities of account and management the electric heating in combination with the traditional aquatic system and thermal accumulators provides more high degree of efficiency of the electric heating system, smoothing out the diagram of the electric loading. Especially perspective there will be application of the infrared radiant heating in the systems of the electric heating.

Ключевые слова. Аккумулятор, график нагрузки, инфракрасное отопление, котельная, электроотопление.

Key words. Accumulator, diagram of the electric loading, infrared radiant heating, boiler room, electric heating.

Является почти общепринятой точка зрения о неприемлемости использования электроэнергии для целей теплоснабжения. В Концепции РАО «ЕЭС России» [1] отмечается: «Нужны веские причины, чтобы дважды преобразовывать энергию топлива: сначала из тепла, выделившегося при сжигании топлива, получать электроэнергию с КПД не более 50 %, а затем электрическую энергию вновь преобразовывать в тепловую (пусть даже с КПД, близким к 100 %)». Можно показать, что это утверждение справедливо лишь в случае, если производство электроэнергии осуществляется в конденсационном режиме.

Для оценки затрат энергии для теплоснабжения с применением электроэнергии предполагается гипотетическая схема, в которой вся энергия от ТЭЦ потребляется одной группой потребителей, соотношение электрической и тепловой мощностей ТЭЦ постоянны, постоянны также тепловая и электрическая нагрузки потребителей. Теплоснабжение объектов осуществляется либо только водяной системой, либо только за счет потребления электроэнергии (для объектов, не входящих в зону теплового покрытия ТЭЦ). В действительности возможно

применение комбинированной системы, которая в рамках всей группы потребителей рассматриваемой ТЭЦ может обладать более высокой экономичностью.

Целью рассматриваемого примера является не технико-экономическое обоснование целесообразности применения той или иной системы, а всего лишь сравнение затрат первичных энергоресурсов.

Введем следующие обозначения:

$\psi = Q_{\delta}/N_{\delta}$ – отношение тепловой производительности ТЭЦ к ее электрической мощности;

$\gamma = Q_{mp}/N_{mp}$ – отношение требуемой тепловой нагрузки потребителей к требуемой электрической нагрузке потребителей;

Δm_{γ} – затраты топлива при прямом электроотоплении;

Δm_k – затраты топлива при отоплении от котельной.

С учетом принятых соотношений дополнительную тепловую мощность котельной для обеспечения потребителей требуемым количеством тепла определим по формуле

$$\Delta Q = Q_{mp} - Q_{\delta} = N_{mp}(\gamma - \psi).$$

Если же недостаток тепловой мощности обеспечивается за счет электротеплоснабжения, дополнительная электрическая мощность ТЭЦ определится по зависимости $\Delta N = Q_{mp} - (N_{mp} + \Delta N)\psi$ или окончательно

$$\Delta N = \frac{Q_{mp} - N_{mp}(\gamma - \psi)}{1 + \psi}.$$

Таким образом, электротеплоснабжение потребует увеличения электрической мощности ТЭЦ, но это будет не пиковая малоэффективная мощность, а базовая – экономичная.

Можно заметить, что в частном случае, когда зона теплового покрытия ТЭЦ равна зоне электрического покрытия ($\psi = \gamma$), $\Delta N = 0$.

Отношение затрат топлива при прямом электроотоплении Δm_{ε} и для случая, когда для покрытия недостающей тепловой мощности используется котельная, Δm_k определится из выражения

$$\Delta Q = \Delta m_k \cdot Hu \cdot \eta_k,$$

где Hu – теплотворная способность топлива;

η_k – КПД котельной.

Дополнительную электрическую мощность ТЭЦ для обеспечения потребителей требуемым количеством тепла при электроотоплении определим по формуле

$$\Delta N = \Delta m_{\varepsilon} \cdot Hu \cdot \eta_{\varepsilon},$$

где η_{ε} – электрический КПД ТЭЦ.

Соотношение расходов топлив при различных схемах теплоснабжения потребителей выразим следующим образом:

$$\frac{\Delta m_{\varepsilon}}{\Delta m_k} = \frac{\eta_k}{\eta_{\varepsilon}} \frac{1}{1 + \psi}.$$

Учитывая, что $\psi = Q_o / N_o = \eta_m / \eta_{\varepsilon}$ и $\eta_m + \eta_{\varepsilon} = K_{um}$,

где η_m – тепловой КПД ТЭЦ;

K_{um} – коэффициент использования теплоты топлива (фактически это полный КПД ТЭЦ),

окончательно запишем

$$\frac{\Delta m_{\varepsilon}}{\Delta m_k} = \frac{\eta_k}{K_{um}}.$$

Получен ожидаемый результат – если при производстве электроэнергии в ТЭЦ “подбирается” по возможности все низкопотенциальное тепло, то соотношение расходов топлива при электротеплоснабжении и при теплоснабжении от котельной определяется лишь соотношением их полных КПД. В настоящее время КПД котельной несколько больше, чем коэффициент использования теплоты топлива ТЭЦ. Например, в работе [2] приводятся следующие значения: $\eta_k = 0,9$; $K_{um} = 0,86$.

Таким образом, электротеплоснабжение при существующем коэффициенте использования теплоты топлива ТЭЦ, даже если учитывать только затраты топлива, не-

сколько уступает теплоснабжению от котельной. С учетом этого стоимость ТЭЦ значительно превышает стоимость котельной. Применение электротеплоснабжения представляется еще менее целесообразным. Приведенные выше соотношения учитывают затраты энергии лишь на участке производства энергии. Если же учесть потери на участках транспортировки и потребления энергии непосредственно в отапливаемых помещениях, то схема электротеплоснабжения уже не столь бесперспективна. С учетом укрупненных показателей потерь энергии (учтены только те показатели, по которым у рассматриваемых систем есть значительные отличия) приведенное ранее соотношение расходов топлива можно представить в виде

$$\frac{\Delta m_{\varepsilon}}{\Delta m_k} = \frac{\eta_k}{K_{um}} \frac{\eta_{сет.к}}{\eta_{сет.э}} \frac{\eta_{рег.к}}{\eta_{рег.э}},$$

где $\eta_{сет.к}$, $\eta_{сет.э}$ – коэффициенты, учитывающие потери энергии при ее транспортировке от источника к потребителям, в том числе и на привод сетевых насосов,

$\eta_{рег.к}$, $\eta_{рег.э}$ – коэффициенты, учитывающие потери энергии вследствие несоответствия затрат энергии требуемым (здесь же учитываются “перетопы”, потери в теплообменных аппаратах и т. п.) соответственно рассмотренным схемам теплоснабжения.

С учетом указанных потерь система электротеплоснабжения может оказаться предпочтительнее.

Если потери в тепловых сетях в случае применения труб с пенополиуретановой изоляцией окажутся не выше, чем технические потери в электрических сетях, то все энергетическое преимущество прямого электроотопления будет обеспечиваться за счет рационального управления теплоснабжением. Так, например, по данным работы [3] применение местных электрических нагревательных приборов с автоматическим терморегулированием отдельных помещений снижает годовой расход энергии на отопление не менее чем на 30%. К преимуществам электроотопления при использовании аккумуляции тепла может добавиться и возможность работы ТЭЦ в более экономичном режиме. Аналогичным образом может быть проведена энергетическая оценка применения тепловых насосов для теплоснабжения.

Для данной схемы теплоснабжения выражение для теплового баланса примет вид

$$Q_{mp} = N_o \cdot \psi + Q_{ми},$$

где $Q_{ми} = \Delta N_{ми} \cdot \mu_{ми}$ – количество теплоты, отдаваемое конденсатором теплового насоса в систему теплоснабжения;

$\mu_{ми} = \mu_k \eta_{ми}$ – коэффициент преобразования теплового насоса, равный отношению количества теплоты, снимаемой с конденсатора к электрической мощности;

$\mu_k = T_k / (T_k - T_u)$ – коэффициент преобразования теплового насоса в цикле Карно;

T_k – температура в конденсаторе теплового насоса;

T_u – температура в испарителе теплового насоса;

η_{mn} – степень приближения реального цикла к циклу Карно (для пароконденсационного теплового насоса $\eta_{mn} = 0,5 \div 0,6$ [4]);

ΔN_{mn} – дополнительная электрическая мощность ТЭЦ, необходимая для обеспечения работы теплового насоса.

С учетом приведенных выше соотношений уравнение теплового баланса примет вид

$$N_{mp} \gamma = (N_{mp} + \Delta N_{mn}) \psi + \Delta N_{mn} \mu_{mn},$$

а выражение для дополнительной мощности ТЭЦ, необходимой для привода тепловых насосов

$$\Delta N_{mn} = \frac{N_{mp}(\gamma - \psi)}{\psi + \mu_{mn}}.$$

Отношение затрат топлива при теплоснабжении от теплового насоса и для случая, когда для покрытия недостающей тепловой мощности используется котельная, представим в виде

$$\frac{\Delta m_{mn}}{\Delta m_k} = \frac{\eta_k}{(\psi + \mu_{mn})\eta_\varepsilon}.$$

Учитывая, что $\psi = \eta_m / \eta_\varepsilon$, это выражение можно записать следующим образом:

$$\frac{\Delta m_{mn}}{\Delta m_k} = \frac{\eta_k}{\eta_m + \mu_{mn}\eta_\varepsilon}.$$

При $\eta_m = 0$ (схема КЭС) это выражение примет вид

$$\frac{\Delta m_{mn}}{\Delta m_k} = \frac{\eta_k}{\mu_{mn}\eta_\varepsilon}.$$

При $T_k = 350^\circ \text{ К}$ и $T_u = 290^\circ \text{ К}$, $\mu_{mn} \approx 3$. Поскольку КПД КЭС составляет в настоящее время не более 50%, то экономия первичных энергоресурсов за счет применения теплового насоса в этом случае не так уж велика. Применение тепловых насосов для целей теплоснабжения более предпочтительно, когда электроэнергия для их привода производится не в конденсационном, а в теплофикационном режиме. Экономия энергии может значительно увеличиться при повышении температуры в испарителе теплового насоса за счет утилизации теплоты систем отопления и ГВС и понижения температуры в конденсаторе за счет применения низкотемпературного отопления типа “теплый пол”.

В любом случае приближенная оценка показывает, что теплоснабжение, обеспечиваемое электроэнергией, произведенной в теплофикационном режиме, по своим энергетическим характеристикам практически не уступает комбинированному – от ТЭЦ и котельной.

Таким образом, можно утверждать, что в идее электроотопления нет ничего “крамольного”. Степень технического совершенства потребителей тепловой и электри-

ческой энергии должна определяться по коэффициенту полезного использования топлива (КПИТ). КПИТ – это такой обобщенный показатель, который определяет степень технологической грамотности при решении задач по энергосбережению как для потребителей, так и для производителей тепловой и электрической энергии. В настоящее время в практике расчетов и нормирования коэффициент полезного использования КПИТ используется недостаточно широко. [5]. В этой же работе отмечается, что выгоднее работать как можно с большими электрическими нагрузками на турбинах, что является еще одним преимуществом электротеплоснабжения.

Другим фактором, ограничивающим в настоящее время возможности применения электротеплоснабжения является то, что в жилищно-коммунальном секторе затраты энергии на теплоснабжение значительно превосходят бытовое потребление электроэнергии. Поэтому даже с учетом аккумулирования тепла пропускная способность электросетей низкого напряжения должна быть значительно увеличена, на что потребуются дополнительные инвестиции [1]. Тем не менее есть основания предполагать, что соотношение между потреблением тепловой и электрической энергий будет меняться.

Во-первых, как показывает мировой опыт, имеется тенденция к повышению доли потребления электроэнергии для бытовых целей. Это потребует увеличения мощности системы электроснабжения жилья и сферы услуг. В основном эти потребители работают в дневное время.

Во-вторых, в строительстве ужесточаются нормы теплопотерь зданий. В статье [6] достаточно подробно обосновывается возможность применения электроотопления, при этом указывается, что для зданий, построенных по новым нормам, ограничивающим теплопотери, среднесуточные затраты энергии на отопление сравнимы по величине с потреблением электроэнергии. Таким образом, может сложиться такая ситуация, когда в жилом секторе в ночное время появится резерв электроэнергии, близкий по мощности с потребностями для целей теплоснабжения, а пропускная способность электросетей низкого напряжения в перспективе уже будет достаточной для обеспечения работы электротеплоснабжения.

В энергетической стратегии города Москвы на период до 2025 года предусмотрено внепиковое использование электроэнергии на обогрев помещений при длительных похолоданиях [7]. В принципе это могло бы применяться и постоянно, особенно там, где велики потери в тепловых сетях.

Как отмечается в работе [6], применение электронагревательных приборов электроаккумуляционного

типа и автоматики ограничения максимума электропотребления, путем предпочтения осветительной и розеточной нагрузки отоплению и горячему водоснабжению, дает возможность перенести значительную часть электропотребления на ночное время, позволит выровнять внутрисуточный график электропотребления, введение сниженного ночного тарифа – уменьшить затраты на оплату за использованную электроэнергию.

В дальнейшем может сложиться такая ситуация, когда перспектива электротеплоснабжения будет неоднозначна. С одной стороны, уменьшение тепловых потерь зданий и соответственно мощности, необходимой для отопления, и увеличение мощности бытового электропотребления являются факторами, обеспечивающими преимущество электротеплоснабжения. Но, с другой стороны, с увеличением доли зданий с пониженной величиной теплопотерь, отношение зимней отопительной нагрузки к электрической нагрузке в целом по населенным пунктам будет уменьшаться (в настоящее время это соотношение равно 3,5 [2]). В предельном случае, когда это отношение сравняется с отношением электрической мощности ТЭЦ к тепловой (зона электрического покрытия ТЭЦ совпадет с зоной теплового покрытия), электротеплоснабжение может оказаться невостребованным. Это произойдет не вследствие его недостаточной эффективности, а потому что некуда будет девать тепло, выдаваемое ТЭЦ.

Однако с увеличением электрического КПД ТЭЦ, не исключено, что даже в случае широкого распространения энергоэффективных зданий могут появиться излишки электроэнергии, и наличие бивалентной системы теплоснабжения будет обеспечивать большую эффективность по сравнению с чисто водяной системой. (Бивалентными называются системы, где совмещены два типа отопления – например, водяное и электрическое). При этом водяная система теплоснабжения обеспечивает минимально допустимый температурный уровень теплового режима помещений, а электрическая часть выполняет функции «доводчика». Аналогичным образом может быть организована и работа системы ГВС. При этом будет проще обеспечить работу ТЭЦ в оптимальном режиме с максимальным коэффициентом использования топлива.

Снижение затрат энергии на отопление приведет к увеличению доли ГВС в системе теплоснабжения. Увеличение доли ГВС в общей мощности теплоснабжения может в принципе привести к тому, что практически все тепло, вырабатываемое ТЭЦ, может быть использовано для целей ГВС, а электрическая надстройка будет использоваться для обеспечения пиковых режимов, регулирования мощности системы теплоснабжения и выравнивания графика потре-

бления электроэнергии.

Значительное сокращение потерь энергии, затрачиваемой на отопление, может быть достигнуто за счет рационального регулирования процессом обеспечения требуемого температурного режима. В общем виде принципы рационального отопления можно сформулировать следующим образом: тепло подводить туда, где это необходимо, тогда, когда это необходимо, и ровно столько, сколько необходимо. Резервы энергосбережения в этом направлении особенно велики. Каждый градус «перетопа» увеличивает потребление энергии на 5%, а человек ощущает «перегрев» лишь после превышения комфортной температуры на 3-4 градуса [8]. По данным, приведенным в работе [9], использование погодного регулирования способно до 30% снизить потребление тепла зданием при одновременном повышении комфортности в его помещениях.

О потерях, обусловленных несоответствием фактической мощности системы отопления требуемой по времени и по месту, следует сказать особо. Привычной является такая работа системы отопления, когда требуемый температурный режим обеспечивается повсеместно и постоянно во всей квартире. Поэтому в этом случае, наверное, более уместно говорить не о потерях, а резерве экономии энергии за счет реализации второго принципа – греть тогда, когда это нужно, зависит от распорядка дня обитателей помещения. Для коттеджей, служебных помещений и общественных зданий этот принцип уже иногда реализуется.

Что касается локализации отопления в зависимости от потребности, то есть осуществлять подвод теплоты в тех помещениях, где в этом есть необходимость, то традиционная водяная система отопления не может в полной мере обеспечить выполнение этого принципа. Этому препятствуют ограниченные возможности гидравлической системы регулирования расхода теплоносителя в теплообменных аппаратах и инерционность системы. Скорее всего, даже когда будет технически реализована возможность перевода системы отопления в режим ожидания, у потребителей не сразу появится привычка при уходе из помещения переключать его в этот режим, как это выполняется с освещением. Разумеется, для формирования такой привычки необходимо наличие приборов учета энергии, расходуемой на отопление.

Наиболее в полной мере эти резервы могут быть востребованы при использовании системы электроотопления.

Особенно следует оценить возможность применения ИК-панелей (инфракрасных обогревателей) в системах отопления. При этом, по данным работы [10], низкотемпературные ИК-отопительные панели (температура

излучающей поверхности от 25 до 50°C) оказывают положительное влияние на организм человека и обеспечивают комфортный тепловой режим при меньшей температуре воздуха в помещении. Экономия электропотребления на отопление по сравнению с отопителями конвективно-го типа составляет не менее 20–30%. По прогнозам многих специалистов, технологии ИК-отопления получат широкое внедрение уже в самой ближайшей перспективе.

К преимуществам ИК-панелей следует также отнести их сравнительно невысокую стоимость, удобство монтажа и большой ресурс работы. Возможны разнообразные варианты их исполнения, что позволяет органично вписывать их в интерьер квартир. Весьма ценным свойством ИК-панелей является возможность исполнения их в теплоаккумулирующем варианте, что позволит выровнять график энергопотребления. Но при этом снизится их способность оперативно реагировать на потребности в отоплении. Для сохранения их способности обеспечивать быстрый нагрев потребуются усложненная тепловая структура панелей: одна часть – теплоаккумулирующая, другая – оперативная.

С учетом всех этих положительных свойств ИК-панелей целесообразно оценить возможность их применения в качестве регулируемой надстройки бивалентной системы отопления, в которой в качестве базовой принята водяная система отопления. Кроме того, как уже упоминалось ранее, применение ИК-панелей позволит снизить температуру теплоносителя в водяной системе отопления, что в свою очередь снизит потери в тепловых сетях, уменьшит скорость их старения, а повышение электрической нагрузки на ТЭЦ с одновременным понижением температуры теплоносителя приведет к повышению коэффициента использования теплоты топлива [5].

Возможно также применение ИК-панелей в особо неэнергоэффективных зданиях с ограниченным остаточным ресурсом, для которых нецелесообразно проводить мероприятия по утеплению. Поскольку ИК-панели обеспечивают комфортные условия при температуре воздуха, меньшей, чем с конвективными обогревателями, а также позволяют регулировать тепловую мощность отопления, то тепловые потери таких домов должны значительно сократиться. Стоимость таких панелей сравнительно невелика, кроме того, поскольку монтаж и демонтаж ИК-панелей не представляют особых трудностей, то при переселении жильцов, эти панели могут быть демонтированы и установлены в новых квартирах.

Возможны различные варианты применения бивалентной системы теплоснабжения. Например, по мере удаления от ТЭЦ в зданиях уменьшается мощность водяной

системы и увеличивается доля электрической надстройки. В принципе, особенно для энергоэффективных домов, возможно подключение водяной системы теплоснабжения к обратной магистрали системы теплоснабжения.

Таким образом, бивалентная системы теплоснабжения, включающая в себя базовую – водяную и электрическую надстройку, обладает большими возможностями повышения энергоэффективности, чем водяная и электрическая системы в отдельности.

Еще одним преимуществом электротеплоснабжения является наличие некоторого запаса экономичной базовой мощности. Хотя температура воздуха летом в России и ниже, чем в Калифорнии, но вследствие всеобщей «кондиционирования» летний период может оказаться достаточно напряженным с точки зрения энергоснабжения. Наличие дополнительной базовой мощности позволит более безболезненно обеспечить работу систем кондиционирования воздуха и холодильников в жаркое время года.

В отдаленной перспективе еще одно обстоятельство может оказать влияние на выбор типа системы теплоснабжения.

В настоящее время ведущие страны мира ищут новые источники энергии, не связанные с потреблением углеводородов. Происходят процессы, свидетельствующие о назревающих переменах в области энергетики. Многими исследователями отмечается, что попытки совершенствования существующих сегодня промышленных способов, средств получения энергии ведут в тупик. Ведущие нефтяные компании запада продают старый бизнес (связанный с нефтью) компаниям второго эшелона и внедряются в нетрадиционную энергетику. Также отмечается, что потенциал России в этой отрасли достаточно высок, прототипы новых энергетических установок можно получить в течение полутора - двух лет, и наши вероятные противники прилагают серьезные усилия по изъятию у России передовых технологий. В докладе заместителя генерального директора по науке Института энергетической стратегии Громова А.И. «Дорожная карта» государственной энергетической политики России» [11] отмечаются такие вызовы будущего для российской энергетики, как опережающее развитие неуглеводородной энергетики, появление новых источников энергии, энергоносителей и энерготехнологий. Сегодня накоплено достаточно большое количество экспериментальных фактов, которые подтверждают реальность аномального энергобаланса в генераторах энергии, при котором энергия на выходе значительно превосходит энергию, затраченную первичным источником. Как правило, такие явления проявляются в исследованиях, связанных с физическим вакуумом. Такие ра-

боты интенсивно проводятся в США, Германии, Японии и других странах. Экспериментальные достижения показывают, что мир приближается к практической реализации новейших способов получения энергии, немислимых даже несколько лет тому. Относительной монополией на новые способы получения избыточной энергии стремятся завладеть исследователи США, Германии, России, Франции, Швейцарии, Австралии и других стран, проводя активное патентование всех разрабатываемых технических решений [12].

А, по мнению В.С. Леонова [13], развитие базовой энергетики в XXI веке будет происходить на принципиально новых фундаментальных теоретических и экспериментальных открытиях в области естествознания. В первую очередь это относится к открытию элементарного кванта пространства - квантона - в теории УКС (упругой квантовой среды) и эффекту Ушеренко сверхглубокого проникания микрочастиц в стальные преграды (мишени). Реакторы нового типа, в буквальном смысле работающие на песке, уже в ближайшей перспективе могут заменить на АЭС реакторы на урановом топливе, что позволит обеспечить им высокую экологичность и экономичность. Имеется информация и о других перспективных разработках.

В настоящее время проблематично определить, насколько реальна перспектива применения всех этих инноваций в энергетике в ближайшем будущем. Но исключать возможность этого не следует. Бивалентная система теплоснабжения обеспечивает большие возможности адаптации к возможным изменениям в энергетике, чем другие известные системы.

Выводы

1. Использование электроэнергии для целей теплоснабжения при производстве электроэнергии в те-

плофикационном режиме по затратам первичных энергоресурсов практически не уступает теплоснабжению от котельной.

2. Преимуществом электрической системы теплоснабжения является возможность использования единого источника энергии как для целей теплоснабжения, так и для электроснабжения. Поскольку электроэнергия может быть преобразована в тепловую энергию, а тепловая энергия может быть аккумулирована (в объеме суточной потребности), то электротеплоснабжение будет способствовать выравниванию суточного графика энергопотребления, что является весьма ценным при существующих возможностях регулирования ТЭЦ.

3. Применение электроэнергии для целей теплоснабжения позволит обеспечить запас мощности для работы кондиционеров и холодильников в жаркое время года.

4. Поскольку при существующих способах производства электроэнергии (на ТЭЦ) неизбежны "тепловые хвосты", то в ближайшем будущем неизбежно применение традиционной водяной системы теплоснабжения. Наиболее эффективным будет использование бивалентной системы теплоснабжения, которая обеспечивает кумулятивный эффект от ее применения. Это проявляется в сокращении затрат на теплоснабжение за счет возможностей регулирования и учета, понижения температуры теплоносителя в сетях, уменьшении потерь в тепловых сетях и скорости их старения, увеличении коэффициента использования теплоты топлива ТЭЦ.

5. Судя по открытым источникам информации, в энергетике назревают значительные изменения. Электротеплоснабжение (в том числе в составе бивалентной системы) имеет большие, чем другие современные системы возможности для адаптации к этим возможным изменениям.

Литература

1. Концепция РАО "ЕЭС России" технической и организационно-экономической политики в области теплофикации и централизованного теплоснабжения.
2. Жарков С.В. О приоритетах развития газотурбинной техники // Газотурбинные технологии. 2007. Декабрь.
3. Перспективы использования электроотопления жилых и общественных зданий // polimerlak.ru/electrobeton/beton1.
4. Холодильные машины, / Под ред. Быкова А. В. / Справочник. М. "Легкая и пищевая промышленность", 1982. 224 с.
5. Богданов А.Б. Универсальная энергетическая характеристика ТЭЦ. // energyarod.ru/.
6. Ливчак В.И. К вопросу использования газовых котельных в качестве источника теплоснабжения или электрической энергии. Энергосбережение № 3/2000.
7. Об Энергетической стратегии города Москвы на период до 2025 года // Энергосбережение №6/2008.
8. Системы отопления с аккумуляцией тепла. www.akteplo.ru.
9. Кравчук А. Энергосбережение. Основные источники потерь в тепловых системах и способы их устранения // Электронный журнал энергосервисной компании "Экологические системы" № 6, июнь 2007.
10. Маслов В.В. Системы отопления. Экология, экономика, история и перспективы. www.softtherm.ru.
11. Доклад Громова А.И. "Дорожная карта" государственной энергетической политики России" Круглый стол "Механизмы государственной энергетической политики на период до 2030 года" от 3 августа 2008 г.
12. Энергетика XXI века. Энергогенерирующие устройства с избыточной энергией на выходе. <http://siac.com.ua>.
13. Леонов В.С. Холодный синтез в эффекте Ушеренко и его применение в энергетике. - М.: Агропрогресс, 2001, - 63 с.

Материал поступил в редакцию 30. 04. 2009 г.