

УДК 536.21+662.995

Накорчевский А.И.

Институт технической теплофизики НАН Украины

ПРИНЦИПЫ МОДЕРНИЗАЦИИ КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Наведені аргументи неминуче необхідної модернізації комунальної теплоенергетики і пропонується напрямок її втілення, що базується на локально по об'єктному використанні сонячного випромінювання, ґрунтових акумуляторів теплоти і теплових насосів.

Приводятся доводы неизбежно необходимой модернизации коммунальной теплоэнергетики и предлагается направление ее осуществления, основанное на локально по объектом использовании солнечного излучения, ґрунтовых аккумуляторов теплоты и тепловых насосов.

The arguments to inevitably necessary the modernization of the communal heat energy and is offering direction of its decision, founded on local on object use the solar radiation, the heat soil battery and the heat pumps is presented.

На развитие производительных сил всегда оказывают влияние внешние факторы и внутренние, преимущественно эволюционные, тенденции. До XX века влияние последних было, как правило, определяющим. В настоящее время в связи с глобализацией и взаимовлиянием всех сфер человеческой деятельности приоритеты существенно изменились и внешние факторы стали главными. Поэтому современная энергетика вынуждена учитывать общемировые вызовы, ставшие перед человеческим сообществом, а именно:

1. Жесткий мировой экологический кризис, который требует перехода к **безотходным** и **низкотемпературным** энерготехнологиям. К безотходным в буквальном смысле, то есть не производящим любые побочные вещества, и прежде всего продукты сгорания любого, даже, на первый взгляд, идеального водородного топлива, не говоря уже о многокомпонентном газовом и твердом композите – биогазе, угле, древесине, их производных и т. п. К низкотемпературным системам – из-за неизбежного контакта с окружающей средой и вследствие этого повышения ее энергетического потенциала, что негативно отражается на экосистеме даже при изменении температуры на доли кельвина.

2. Энергетический кризис, связанный с исчерпанием и удорожанием газа, нефти и приводящий энергозависимые страны, помимо всего, еще и к дополнительным внешнеполитическим проблемам. Причем, в силу экологического кризиса, дальнейшая ориентация на эти тра-

диционные энергоисточники бесперспективна, что не все еще, к сожалению, осознают.

3. Эгоистический человеческий фактор, вызванный неумным стремлением к комфорту, что неизбежно приводит к повышению энергозатрат. Так по данным Оксфордского университета (газета «День» № 197 от 31.10.2009) за прошлое столетие население на планете увеличилось в четыре раза, а потребление воды – в девять раз, потребление энергии – в 13. Объем промышленного производства вырос в 40 раз по сравнению с началом XX века.

В связи с действием этих обстоятельств физики, обществоведы и философы предостерегают негативные последствия для среды обитания человека, которые уже отчетливо проявляются в серьезном глобальном нарушении теплового режима планеты, в ухудшении экологической обстановки.

В рамках изложенного выше применительно к коммунальной теплоэнергетике Украины и с учетом фактически неизбежной модернизации жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) из-за материальной изношенности всего оборудования (аварии в Алчевске, Днепропетровске и т.д.) и его моральной устарелости, рассмотрим возможные варианты решений. Это тем более необходимо, поскольку коммунальная теплоэнергетика потребляет более 30 % общего количества топлива, расходуемого страной. И здесь возникает опасность выбора решения, ведущего по сути к нерациональному и бесперспективному результату – к традиционным

схемам на основе АЭС, ТЭС, котельных, городских теплотрасс, в то время как мировое сообщество вынужденно идет по принципиально другому пути – с возрастающим использованием нетрадиционных технологий и энергоресурсов. Даже если игнорировать глобальные проблемы, отмеченные выше (с чем вряд ли согласится мировое сообщество), то централизованное теплоснабжение становится у нас убыточным уже при цене газа 350 долларов за тысячу кубометров. Переход к электроотоплению проблематичен хотя бы из-за изношенности систем электропередачи как магистральных, так и распределительных сетей. КПД производства электроэнергии на угольных ТЭС и АЭС порядка 30...35 %, не говоря уже о проблемах выбросов в атмосферу продуктов сгорания и утилизации отработанного ядерного топлива. Все это обсуждается не только в специальных изданиях, но и становится известным из средств массовой информации.

Выход из создавшейся ситуации невозможен без широкого использования энергоэкономных технологий и нетрадиционных источников энергии (НИЭ). Все виды нетрадиционной энергетики порождены Солнцем. К таковым относятся солнечная радиация, геотермика, энергия рек, морей, океанов и ветра. Использование энергии ветра рационально только в гористой и малонаселенной местности из-за аэродинамического шума ветроагрегатов. Недостаток геотермики – в трудностях обратной закачки теплоносителя, который к тому же оказывается сильно минерализованным, что усложняет работу теплообменного оборудования. Биогаз, как уже отмечалось, нельзя отнести к безотходным видам энергии.

Повсеместно доступным энергоисточником, отвечающим самым жестким экологическим требованиям, является солнечное излучение. Причем только часть падающей на Землю солнечной энергии поглощается грунтом. Остальная отражается и уходит во внеземное пространство. Для увеличения восприятия солнечной инсоляции используются специальные приемники, трансформирующие энергию

Солнца в ее тепловой, электрический или химический вид. Стоимость этих устройств пока велика. Однако по мере исчерпывания традиционных источников энергии и ухудшения экологической обстановки конкурентоспособность таких приемников будет возрастать.

Если говорить о тепловой форме солнечной энергии, то возможны два варианта ее использования: 1) посредством специальных устройств (солнечных коллекторов); 2) путем извлечения непосредственно из верхних слоев грунта. В первом случае происходит прямое действие излучения на приемник, а во втором – опосредованное действие радиации в виде аккумулированной в грунте энергии. Ясно, что тепловой потенциал в первом случае будет существенно выше. Если приводить конкретные цифры, то в средних широтах Земного шара (где располагается Украина) применение ординарных солнечных коллекторов позволяет получить температуру до 60 °С, а при непосредственном извлечении из грунта в холодное время года – в среднем не больше 0 °С. Повысить потенциал энергии можно тепловыми насосами. Однако и здесь нельзя рассчитывать на конечные температуры, превышающие 60...65 °С. Теплоноситель с такими **низкопотенциальными (!)** параметрами наиболее рационально использовать в коммунальной сфере – для отопления помещений (например, по наиболее гигиеничной схеме «теплый пол») и для горячего водоснабжения. Учитывая значительную долю коммунального теплопотребления в общем энергетическом балансе, переориентировка ЖКХ на использование солнечной энергии фактически снимет основные проблемы энергетического кризиса в Украине. Таким образом, создаются предпосылки для перехода к **низкотемпературной теплоэнергетике** с существенным ограничением сжигаемых энергоресурсов.

Особенность стран, расположенных на средних широтах Земли, состоит в отопительном сезоне, достигающем 180 дней, когда местная солнечная активность минимальна. Если ориентироваться на летнюю солнечную радиацию как на основной энергетический источник,

то возникает необходимость в длительном накоплении теплоты. Поэтому проблема создания эффективного аккумулятора большой тепловой емкости является актуальной. Понятие «большая тепловая емкость» можно конкретизировать. Например, потребность в теплоте жилого дома на 1000 жителей при полугодовом отопительном сезоне составляет порядка $1,56 \cdot 10^{13}$ Дж. Естественным доступным минералом, имеющим наибольшую объемную теплоемкость $4,17 \cdot 10^6$ Дж/(м³·К), является вода. Если ее использовать как аккумулирующую среду, то при повышении температуры воды в аккумуляторе от 10 до 65 °С емкость аккумулятора составит $6,8 \cdot 10^4$ м³. Наименьшую ограничивающую поверхность имеет куб, длина ребра которого при такой емкости аккумулятора должна быть 40,8 м, что соответствует высоте 14-этажного дома. Искусственное сооружение такой большой емкости с легкоподвижной средой в пределах зоны проживания проблематично и опасно. Поэтому наиболее подходящим объектом для решения проблем сезонного аккумулирования теплоты представляется естественный грунтовой массив.

В ИТТФ НАН Украины в течение последних 10 лет проведено комплексное исследование сезонного грунтового аккумулирования теплоты с последующим ее извлечением, расчетная часть которого изложена в монографии [1]. Типичный грунтовой аккумулятор создается системой вертикальных теплообменников, опущенных в пробуренные в земле скважины глубиной 50...100 м с шагом 2...4 м. Посредством промежуточного теплоносителя (обычно вода) теплота от солнечных коллекторов в течение полугода аккумулируется в грунте, а в отопительный сезон – извлекается из него. Требуемые температуры для отопления и горячего водоснабжения поддерживаются соответствующими тепловыми насосами. Аккумулятор рационально располагать под «пятном» многоэтажного здания в городах и под стадионом для поселков. Солнечные коллектора заменяют кровлю зданий в городах и кровлю трибун стадиона в поселках. Следовательно, экономно

решается проблема расположения коллекторов и отведения земли под аккумулятор. Степень извлечения из грунта ранее аккумулированной теплоты в первый год эксплуатации аккумулятора порядка 80 % с последующим повышением до 95 % на пятый год эксплуатации. В [1] изложен метод увеличения степени извлечения теплоты, начиная со второго года, до показателя любого наперед заданного n года ($n = 5, 6, \dots$). Таким образом, эффективность работы грунтового аккумулятора может отвечать уровню современного промышленного производства.

Расчет для пятиэтажного жилого дома, оборудованного ординарными солнечными коллекторами, грунтовым аккумулятором теплоты под ним и тепловыми насосами, показал, что расход внешней энергии на отопление оказался почти в 10 раз меньше необходимого, расход внешней энергии на горячее водоснабжение сократился в четыре раза, а совокупные внешние энергозатраты уменьшились в семь раз [1]. Дом превратился в теплоавтономный энергогенерирующий самодостаточный объект. Ему не нужны теплотрассы, котельные и прочая архаика XX века. Ему нужно только электрообеспечение тепловых насосов, покрывающее 10 % расхода на отопление и 25 % на горячее водоснабжение. Жители дома освобождены от городских тепловых служб со всеми вытекающими из этого следствиями. Окупаемость решения при введении «зеленого тарифа» порядка 70 коп. за кВт·час составляет 5,4 года. Такая модернизация может быть использована не только для новостроек, но и при реконструкции жилого массива. Буровые работы под домом можно организовать, временно демонтировав перекрытие первого этажа над подвалом.

Если при размещении солнечных коллекторов ориентироваться на собственно жилой дом, то этажность здания не должна превышать 12 [1]. Несмотря на принятую комфортной для проживания 4 – 5-этажную застройку, в крупных городах этот принцип игнорируется, и, например, для 24-этажного здания энергия от солнечных коллекторов будет в два раза

меньше необходимой. Высотное строительство требует индивидуального подхода и возникший дефицит теплоты следует компенсировать частичным или совокупным использованием:

- 1) материалов с повышенным теплосоппротивлением для наружных ограждений;
- 2) теплоты канализационных стоков;
- 3) теплоты отработанного воздуха принудительной вентиляции;
- 4) теплоты наружного воздуха.

Три последних способа требуют дополнительной установки соответствующих тепловых насосов.

Здесь уместно отметить следующее. Нормирование расхода теплоты для жилых сооружений по официальному документу [2] приводит к годовому значению порядка 190 кВт·час/м² [1]. Увеличение толщины теплоизоляции на 0,03 м по сравнению с нормативной (0,09 м) в сочетании с некоторым использованием теплоты солнечной радиации и наружного воздуха позволило снизить этот показатель в 3,5 раза (53,9 кВт·час/м²) [3]. Если государство действительно заинтересовано в сокращении расхода энергии, то нормативные документы типа [2] для нового строительства должны быть другими и иметь стимулирующий энергоэкономный характер.

Выводы

В связи с неизбежно ухудшающейся экологической обстановкой переориентация коммунальной теплоэнергетики на низкотемпературную с локально объектным использованием солнечной инсоляции представляется безальтернативной. Такое решение приведет, по сути, к ликвидации централизованного теплоснабжения и положительно отразится на инфраструктуре городов, поскольку исчезнут городские ведомовые теплотрассы, котельные и прочая атрибутика. В выигрыше окажется та страна, которая раньше всех станет на путь такой модернизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Накорчевский А.И.* Грунтовые аккумуляторы теплоты и модернизация коммунальной теплоэнергетики. – К.: Наукова думка, 2010. – 256 с.
2. *Норми та вказівки* по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ 204 Україна 244-94. – Київ, 2001. – 376 с.
3. *Зільбербергер К.* Энергоэффективный пилотный проект. Офисно-жильевой будинок на вул. Щербакова, 52. – Stuttgart, 2010. – 26 с.

Получено 03.02.2011 г.