

УДК 621.365

В. А. МАЛЯРЕНКО, д-р техн. наук, профессор

И. Е. ЩЕРБАК, аспирантка

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, г. Харьков

И.Д. КОЛОТИЛО, инженер

ЧП «Энергосбережение плюс», г. Харьков

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ КАК ИСТОЧНИК ДИВЕРСИФИКАЦИИ ТОПЛИВА В СИСТЕМАХ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖКХ

В статье рассмотрена возможность перехода от централизованного горячего водоснабжения на установки нагрева воды электроэнергией, а также использования для этих целей действующих электрических сетей. Отражены основные преимущества данного перехода.

У статті розглянута можливість переходу від централізованого гарячого водопостачання на установки нагріву води електроенергією, а також використання для цих цілей діючих електричних мереж. Відображені основні переваги даного переходу.

Введение

Для Украины в условиях недостатка собственных топливно-энергетических ресурсов все более важной становится необходимость практического решения задач энергосбережения. В настоящее время в стране достаточно высокий уровень зависимости от внешних источников поставок природного газа. Поэтому крайне важно в кратчайшие сроки радикально сократить потребление природного газа, стоимость которого постоянно возрастает. Если учесть, что в себестоимости тепловой энергии, в частности, вырабатываемой КП «Харьковские тепловые сети», стоимость газа составляет 48 % [1], повышение цены на него напрямую влияет на стоимость отпускаемой тепловой энергии. В сложившихся условиях повлиять на рост цен практически невозможно, в связи с тем, что он импортируется в Украину из других государств. Поэтому экономное использование энергоресурсов представляет весьма актуальную долгосрочную проблему.

В то же время, если проанализировать производство электрической энергии на украинских электростанциях, то большая часть производимой электроэнергии вырабатывается за счет сжигания ядерного топлива и угля, добываемого на отечественных шахтах [2]. Поэтому в последнее время все чаще возникает вопрос о замене использования природного газа в коммунальной энергетике электрической энергией.

Основная часть

Общеизвестно, что самая дешевая энергия – это газ, и только второе место занимает электроэнергия. Тот факт, что для получения одной калории тепла из электроэнергии необходимо сжечь в 2,5 раза больше топлива, чем при работе котельной, не позволяет массово внедрять электроотопительные системы. Проблема состоит еще и в том, что увеличение электрических мощностей отопления во время морозов добавит пик и, как следствие, могут возникать веерные отключения. Повышение электрической нагрузки в зимний период несет также дополнительную неравномерность между летним и зимним максимумами.

Сегодня ТЭЦ и котельные многих городов страны технологически могут работать только на газе или мазуте. Большая часть систем горячего водоснабжения и тепла относятся к технологиям прошлого века. Проложенные 25–40 лет назад они превысили допустимый срок эксплуатации. Как результат среднегодовой рост числа повреждений – около 7 % и выше. Учитывая состояние теплосетей и отсутствие масштабных инвестиций в сети, возможно, дальнейшее увеличение числа аварий [3].

Графики тепловых нагрузок строятся для отдельных районов теплоснабжения или отдельных потребителей. Выделяются следующие виды тепловых нагрузок: технологические

нужды промышленных предприятий (пар различных параметров), отопление жилых домов и промышленных объектов, вентиляция и кондиционирование воздуха промышленных зданий, учреждений, объектов социально-культурного назначения, горячее водоснабжение.

Особый интерес представляет тепловая нагрузка горячего водоснабжения, которая носит круглогодичный характер. В летний период расход тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения снижается в пределах 25 % от зимнего (рис.1, а).

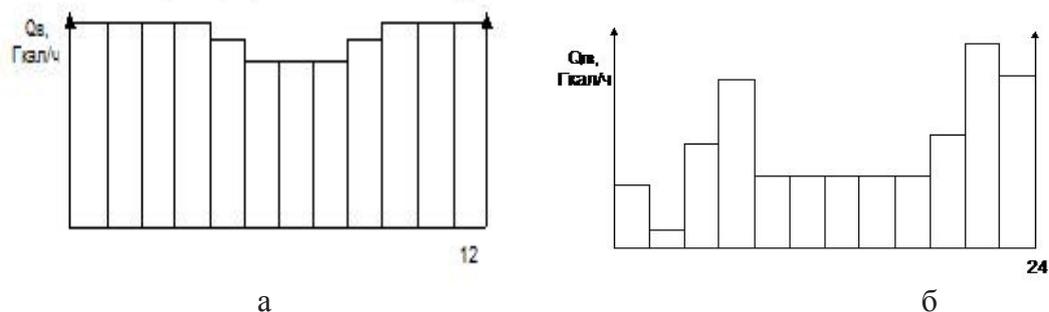


Рис. 1 График нагрузки горячего водоснабжения (а – годовой, б – суточный)

Суточный график тепловой нагрузки горячего водоснабжения (рис. 1, б) характеризуется малой нагрузкой ночью, наличием утреннего краткосрочного пика и более длительного вечернего пика. Суточный коэффициент неравномерности нагрузки горячего водоснабжения составляет 2,0–2,2. За последнее время нагрузка горячего водоснабжения снизилась примерно на 30 % [4]. Происходит это в связи с установкой квартирных счётчиков на воду, что является стимулом к экономии, а также частыми перебоями подачи горячей воды, отключениями на период профилактических работ в сетях.

Повышение цен на энергоносители создает такие условия, в которых централизованная генерация реально может стать не конкурентноспособной. Так, теплоснабжающие организации уже потеряли централизованное горячее водоснабжение во многих административных территориях. Целый ряд потребителей переходит к автономному теплоснабжению, используя электроэнергию. Последнее, из-за перегрузки трансформаторных подстанций, приводит к аварийным ситуациям, падению напряжения в электросетях [5]. Многие дома строились в советское время, когда норматив потребления электроэнергии составлял 1,3 кВт на квартиру. Для сравнения, в данный период, согласно государственным строительным нормам, в квартирах с газовой плитой допускается нагрузка до 5 кВт, с электроплитой – до 10 кВт. Наблюдается дальнейший рост оснащённости квартир мощной техникой: стиральными машинами, кондиционерами, электрическими чайниками, телевизорами, компьютерами и т.д. Как результат, внутридомовые коммуникации и сети не рассчитаны на такое значительное потребление электроэнергии, что влечет к внештатным ситуациям. Нагрузка на сети в мегаполисах ежегодно увеличивается на 5–7 %. Таким образом, в соответствии с современными требованиями электросети нуждаются в модернизации.

Требования надежности электроснабжения городских потребителей должны соответствовать ПУЭ. В системах электроснабжения в основном применяют двухтрансформаторные подстанции, мощность которых выбирается исходя из следующего. В случае аварии один трансформатор, с учетом допустимой перегрузки, должен обеспечить нагрузку всех потребителей (в таком случае на время можно отключить электроприемники III категории). Поэтому трансформаторные подстанции систем электроснабжения городов имеют завышенные установленные мощности. При эксплуатации объектов коэффициенты загрузки на каждый трансформатор на практике составляют 0,2–0,4. Рассматривая загрузку трансформаторных подстанций, обслуживающих жилищный сектор, можно отметить вечерний максимум, работу днем с незначительной загрузкой, а ночью – с минимальной. Такой вариант неэкономичен из-за потерь электроэнергии и содержания трансформаторных подстанций (ТП). Представленные цифры отражают, насколько неэффективно используются

установленные трансформаторные мощности, как нерационально используется электроэнергия [6].

Установки второй и третьей категории мощностью 120–300 кВт, как правило, должны подключаться непосредственно к ТП. Поэтому при выдаче технических условий (ТУ) на подключение поставщик электроэнергии должен определиться с величиной допустимой загрузки трансформаторов. В ночное время в энергосистеме есть избыточные мощности, т.к. провал нагрузки составляет порядка 7000 МВт [7]. Имеют место и незагруженные электрические сети. Всё это позволяет говорить о возможности перехода от централизованного горячего водоснабжения на нагрев воды электроэнергией, в первую очередь, невостребованную в ночное время.

Для этого необходимо управлять мощностью нагрева электробойлеров в зависимости от загрузки трансформатора ТП, от которого они запитаны. Последнее осуществляется за счет выделения на отдельный ввод нагрузки горячего водоснабжения. При необходимости подключают, отключают или изменяют мощность с помощью тиристорных регуляторов в зависимости от текущей, возможной или производственно-необходимой загрузки трансформатора. Это позволит использовать действующую систему электроснабжения и не требует увеличения мощностей на ТП и ПС [8].

Электроаккумуляционные системы перспективно применять для нагрева воды, на нужды горячего водоснабжения, потребность в котором имеется как в летний, так и в зимний период, а также в часы ночного провала, когда действует специальный льготный тариф. Для энергосистемы они могут стать мощной группой потребителей-регуляторов.

Покрывая ночной провал в графике потребления электроэнергии, такие системы способствуют улучшению эксплуатационных характеристик энергетических систем. В зависимости от электрической мощности электронагревателей, их можно разбить на 3 группы:

- Электрические бойлера с емкостью до 8 м³ (для нагрева воды в школах, садиках, малых предприятиях и т. д.);
- Электроустановки с баками-аккумуляторами (для отдельно стоящего жилого многоэтажного дома);
- Электроустановки с баками-аккумуляторами (для нескольких жилых многоэтажных домов, используя существующие между домами трубопроводы горячего водоснабжения).

Стоимость нагрева воды, по ценам электроэнергии на сегодняшний день может составлять около 8 грн/м³. Исходя из утвержденной НКРЭ Украины стоимости тепловой энергии за 1 Гкал, тарифы на услуги горячего водоснабжения (без учета стоимости холодной воды на подогрев) за 1 м³ составляют 13,78 грн [1].

Затраты энергии на обеспечение технологического процесса предприятий водоснабжения, водоотведения и водоочистки достаточно большие, достигают 55 % и более за счет того, что на всех этапах получения холодной и горячей воды, доставки ее потребителю, очистки сточных вод применяются насосы с электроприводом, работающие непрерывно. Многие насосы большую часть времени работают при пониженной нагрузке, т. к. расход потребляемой воды меняется, и двигатель работает при максимальной нагрузке кратковременно. Расходная характеристика насосного агрегата и мощность электродвигателя рассчитаны на обеспечение необходимого давления в системе при максимальном потреблении воды, которое приходится на утренние и вечерние часы. В остальное время суток из-за снижения потребления воды давление в системе возрастает.

Переход от централизованного горячего водоснабжения на установки нагрева воды электроэнергией можно рассматривать как направление диверсификации первичной энергии в системах горячего водоснабжения. Данное направление имеет следующие плюсы:

- Уменьшение расхода электроэнергии потребляемой сетевыми насосами в пиковый период, т. к. закачка воды в баки будет осуществляться в основном в ночной период;
- Стабилизацию давления во всем диапазоне расхода, которая снижает потери воды в бытовом секторе на 5–9 %;

- Переход тепловых сетей на чисто отопительный график с постоянным расходом сетевой воды, что позволит исключить перегрев зданий в теплое время отопительного сезона;
- Удастся избежать неэкономичного режима тепловой сети в летний период, когда себестоимость отпущенного тепла по отношению к отопительному сезону выше почти в 1,5 раза;
- Исключение затрат на обслуживание и устранение аварий в распределительных сетях горячего водоснабжения;
- Отсутствие длительных отключений горячей воды из-за проведения ремонтных работ и гидравлических испытаний;
- Увеличение времени на подготовку сетей к отопительному сезону;
- Соответствие температуры воды установленным нормам, что исключает размножение в системе бактерий легионеллы;
- Уменьшение себестоимости транспортировки и отпуска тепла потребителю горячего водоснабжения;
- Продление срока службы внутридомовых трубопроводов за счет использования схемы разбрызгивания воды в баках-накопителях, снижение содержания кислорода и углекислоты в воде, распада бикарбонатов кальция и магния, которые будут оседать на внутренней поверхности внутридомовых трубопроводов и создадут защитную пленку от коррозии;
- Мобильность автономных источников, позволяющую использовать их на объектах значительной удаленности;
- Автоматизация локальных систем горячего водоснабжения не требует содержания большого штата дежурного персонала и сводит к минимуму влияние человеческого фактора на работу оборудования;
- Повышение эффективности работы энергосистемы в связи с потреблением электроэнергии в ночное время;
- Возможность применения крышных солнечных коллекторов, использующих энергию солнца, особенно в летний период.

Предварительные оценки показывают, что стоимость капитальных вложений при переходе от централизованного горячего водоснабжения к установкам нагрева воды электроэнергией составит 1000–1200 грн/кВт. Стоимость установки нагрева воды электроэнергией для жилого 9-ти этажного 4-х подъездного дома 130–150 тыс. грн. В то же время, при наличии внутридомовой установки нагрева воды, как и в централизованных системах ГВС, неизбежны тепловые потери в трубопроводах дома, которые по различным оценкам достигают 30–50 % общего количества тепла, поступающего в дом с горячей водой.

Один из возможных вариантов замены централизованного горячего водоснабжения – переход на квартирные электробойлера, подключаемые к отдельной сети электропитания с тиристорным регулятором мощности. У потребителя устанавливается выносной пульт управления режимами нагрева, а для учета потребляемой электроэнергии электробойлер подключается к многотарифному счётчику. Электробойлер имеет три режима: «Эконом», в котором вода нагревается в ночной период «дешёвой» электроэнергией; второй режим, допускающий включение электробойлера в ночной и полупиковый период и запрещающий включение в пиковый период; третий – режим обычного квартирного электробойлера, с той разницей, что и в этом режиме мощность нагрева управляется, а стоимость электроэнергии зависит от времени включения электробойлера. Потери тепла в электробойлере при использовании современных теплоизолирующих материалов не превышают 2–3 %.

Выводы

Заполнение баков-аккумуляторов в ночное время позволит снизить давление в магистральных и распределительных сетях в период максимального водоразбора, что приведет к снижению расхода электроэнергии в пиковый период и сокращению потерь воды в сетях. Увеличение объемов потребления электроэнергии в ночное время позволит

увеличить коэффициент использования установленной мощности, эффективность системы. Выравнивание графика нагрузки окажет благотворное влияние на качество электроэнергетики. Системы для нагрева воды электроэнергией на нужды горячего водоснабжения станут мощным потребителем-регулятором в энергосистеме.

Эффект перехода от централизованного горячего водоснабжения к автономному нагреву воды электроэнергией можно сформулировать следующим образом:

- Потребитель – получает более качественную и дешевую услугу;
- Система водоснабжения – снижает потери в сетях;
- Тепловые сети – избавляются от избыточного горячего водоснабжения;
- Электрические сети – повышают коэффициент использования основных фондов;
- Энергосистема, в целом, за счет выравнивания графика нагрузки, повышает эффективность и надежность работы;
- Государство, за счет уменьшения использования газа, избавляется от избыточных инвестиционных проектов.

Список литературы

1. Коммунальное предприятие «Харьковские тепловые сети» Тарифы на тепловую энергию и услуги централизованного отопления и горячего водоснабжения [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.hts.kharkov.ua/КРНТС_v2_tep12.php.
2. Маляренко В. А., Щербак І. Є. Аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів України та їх раціонального використання [Текст] / В. А. Маляренко, І. Є. Щербак // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – Х.: НТУ «ХПІ», 2013. – № 14. С. 118–126.
3. Колотило И. Д. Реформирование отрасли, или выход из финансового кризиса предприятий жилищно-коммунального хозяйства [Текст] / И. Д. Колотило // Зеркало недели. Украина. – № 12, 29 марта 2013.
4. Колотило И. Д. От газа к электроэнергии [Текст] / И. Д. Колотило // Житлово-комунальне господарство України. – 2009. – № 4. С. 20–22.
5. Немировский И. А. Энергоэффективность систем теплоснабжения [Текст] / И. А. Немировский // Энергосбережение·Энергетика·Энергоаудит. – 2012. – №8. – С. 25–29.
6. Колотило И. Д. Электроэнергия – альтернатива газу [Текст] / И. Д. Колотило // Житлово-комунальне господарство України. – 2010. – №7. – С. 24–27
7. НЕК «Укрэнерго» Фактичний баланс потужності в ОЕС України за день максимуму електроспоживання лютого 2013 р. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/ukrenergo/control/uk/publish/article?art_id=119795&cat_id=3
8. Спосіб регулювання навантаження трансформатора в мережевих трансформаторних підстанціях : пат. 75207 Україна : МПК⁵¹ H 02 J 3/14, H 02 J 3/28 / В. А. Маляренко, І. Д. Колотило, І. Є. Щербак; заявник і патентовласник Харківська національна академія міського господарства. – № u 2012 05527; заявка 07.05 2012 ; публікація 26.11 2012, Бюл. № 22. – 4 с.

ELECTRIC POWER AS A SOURCE OF FUEL DIVERSIFICATION IN HOT WATER SUPPLY SYSTEMS OF HOUSING AND UTILITIES

V. A. MALYARENKO, Doctor of Engineering, Professor
I. E. SHCHERBAK, Post graduate student, I. D. KOLOTILO, engineer

The article deals with the feasibility of the transition from centralized hot water supply to electric water heating systems, and use of operating electrical networks for the above purpose. The main advantages of this transition are shown herein.

Поступила в редакцию 12.04 2013 г.