

Инновационный опыт использования гелиоустановок в системах горячего водоснабжения

¹ Владимир Николаевич Петренко

² Владимир Николаевич Смирнов

³ Наталия Владиславовна Мокрова

⁴ Генрих Арутюнович Кардашев

¹ Сочинский государственный университет, Россия

354000, г. Сочи, ул. Советская, 26 а

старший преподаватель

E-mail: petrenco@mail.ru

² Московский государственный университет инженерной экологии, Россия

107884, г. Москва, Старая Басманная, 21/4

Доктор технических наук, профессор

E-mail: secca@rol.ru

³ Московский государственный университет инженерной экологии, Россия

107884, г. Москва, Старая Басманная, 21/4

Доктор технических наук, профессор

E-mail: natali_vm@mail.ru

⁴ Московский государственный университет инженерной экологии, Россия

107884, г. Москва, Старая Басманная, 21/4

Доктор технических наук, профессор

E-mail: gkardashev@yandex.ru

Аннотация. В статье описан опыт апробации и внедрения энергокомплексов, имеющих в своем составе гелиоустановки и обеспечивающих реверсивный режим теплообмена с централизованной теплосетью, полученный по результатам совместных исследований Сочинского государственного университета и Московского государственного университета инженерной экологии.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, гелиоустановка горячего водоснабжения, системы управления, реверсивный режим теплообмена.

УДК 62-52

В энергетике нашей страны, созданной, в основном, для условий общественного производства и проживания, наиболее характерным осталось централизованное теплоснабжение. Суммарная энергоёмкость тепловых сетей на несколько порядков превышает тепловые характеристики единичной гелиоустановки. Дефицит тепловой энергии в сети компенсируется сжиганием, как правило, невозобновляемых углеводородов. По результатам исследований сделан вывод о высокой эффективности использования комбинированных энергокомплексов, что позволяет использовать высокую энергоёмкость централизованной тепловой сети для решения задачи безаварийности работы гелиосистем.

Примеры подобной интеграции можно найти в европейских странах. В частности, в Германии по программе развития солнечной электроэнергетики повсеместно практикуется неограниченный приём электроэнергии от домашних электростанций на базе фотоэлектротреброобразователей в централизованную электросеть [1]. При этом электрокорпорации, задействованные по национальной программе «Сто тысяч крыш» обеспечивают желающих участвовать в этой программе льготными банковскими кредитами, профессиональными монтажниками, которые устанавливают Photovoltaic – преобразователи, устройства частотно-фазного сопряжения с электросетью, а также реверсивные счётчики электроэнергии. Следует отметить предоставление учетверённого тарифа за принятую энергию в центральную электросеть.

Традиционно в качестве резервного и пикового источника энергии в гелиоустановках горячего водоснабжения используют автономный котёл на органическом топливе или электронагреватель. И тот и другой способы имеют известные недостатки, прежде всего

экономического характера. К тому же в жаркие летние дни при недостаточном разборе горячей воды её приходится в аварийном порядке сливать в градирни, а то и просто в канализацию. В любом случае это приводит к тепловому загрязнению окружающей среды. Задача максимального повышения эффективности работы энергокомплекса, имеющего в своём составе гелиоустановку, экологической чистоты системы теплоснабжения в условиях нестабильного потребления тепла, безусловно, является актуальной.

В схемах гелиоустановок производительностью 4 м³ горячей воды в сутки, разработанных и смонтированных в Сочинском государственном университете на крышах учебных корпусов в 2003–2005 гг., апробирован способ высокоэффективной совместной работы солнечных коллекторов и системы централизованного энергоснабжения. При этом реализован нетрадиционный «реверсивный» режим связи гелиоустановки с центральной теплосетью. Это позволяет в случае недостаточной плотности солнечного излучения (облачность, зимний период) обеспечить кондиционную температуру нагреваемой воды до нормативного значения (55 °С) за счет отбора тепла у сетевой воды. При избытке солнечной энергии (солнечные дни, летний период, выходные дни) реализован режим передачи энергии солнца в обратную магистраль тепловой сети. Примеров подобной интеграции в сфере теплосетей на период 2003 года в зарубежных источниках информации не найдено, вероятно, из-за практического отсутствия опыта крупных социальных теплоснабжающих организаций в этой сфере. По уровню автоматизации и конструктивным решениям установка не имела аналогов в стране, в ней впервые был реализован принцип реверсивной связи с центральной теплосетью [2-4].

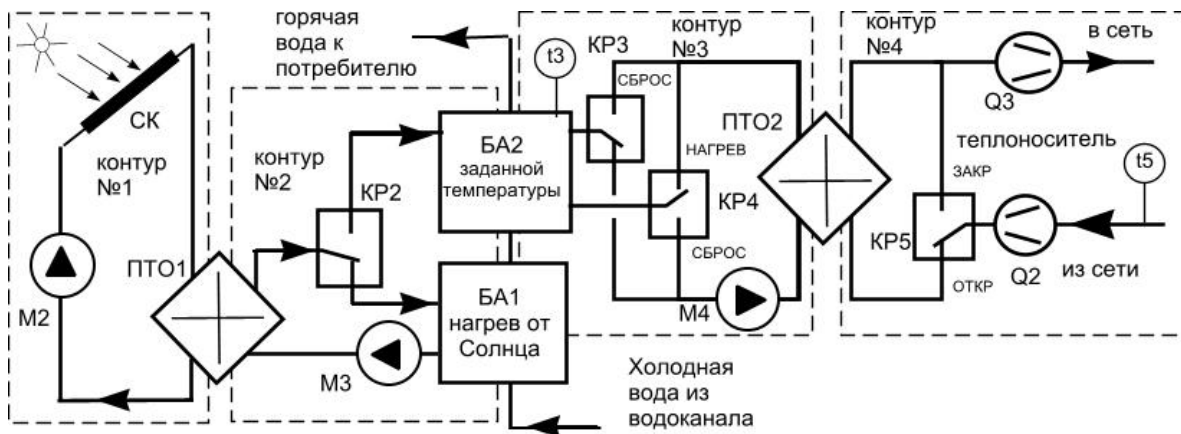


Рис. 1. Четырехконтурная система ГВС с резервированием от городской теплосети

Рассмотрим кратко необходимые условия для осуществления процесса перераспределения тепловой энергии. Основным объектом исследования является теплоноситель – вода, поставляемая в условиях населенного пункта от предприятий «Водоканала», нагреваемая до определённого диапазона температур, по СНиПу – 50–60 °С. Для реализации предлагаемого принципа в энергокомплексе (технологическая схема рис. 1) установлено два теплообменника по классической схеме: один – для отбора энергии солнца от теплоносителя солнечных коллекторов (ПТО1), второй – для связи с магистралью городской теплосети (ПТО2). Управление процессом нагрева от солнечной энергии – традиционное и не рассматривается в данной работе. На схеме также опущены существующие в реальной установке, но не существенные с позиций данного изложения насос закачки антифриза – М1 в контуре №1 и трёхходовой клапан КР1 регулятора температуры воды на выходе к потребителю. Рассмотрим лишь учет переходных процессов в контуре солнечных коллекторов в утренние часы начала работы. При применяемом релейном регулировании процесса циркуляции теплоносителя – включение насоса вторичного контура М3 необходимо производить после включения насоса М2 и установившегося процесса в первичном контуре №1 СК. Одновременное включение насосов приводит к неоправданному выхолаживанию теплоносителя вторичного контура через не успевший нагреться первичный контур. Очевидно, эта задача может быть решена при установке дополнительного датчика температуры перед

теплообменником в первичном контуре и введении дополнительного условия в алгоритм управления насосом М3, но с экономической точки зрения это нецелесообразно.

Наиболее важен имеющий новизну процесс реверсивного теплообмена между баком-накопителем кондиционной воды БА2 и магистралью подачи горячей воды от теплосети. В соответствии с выбранной концепцией при недостаточном нагреве воды на выходе из установки, т.е. в верхней части бака накопителя БА2 (t_3), догрев должен осуществляться от теплосети через трёхходовой клапан с электроприводом (КР5), теплообменник ПТО2, далее через циркуляционный насос М4 и трёхходовые клапаны КР3, КР4, переключенные на подачу нагретой воды в нижнюю часть БА2. Основные параметры алгоритма работы исполнительных устройств таковы: если

$t_3 < t_{\text{задан.}} = 50\text{--}60^\circ\text{C}$, то КР5 – откр., М4 – вкл., КР3, КР4 – на нагрев. (1)

При достижении определённой температуры нагрев прекращают:

$t_3 = t_{\text{задан.}}$, КР5 – закр., М4 – выкл (режим отражен на рис.1). (2)

При избыточном количестве нагретой воды возможен её перегрев от тепла солнца в верхней части бака накопителя БА2, тогда условие передачи избытка тепла в обратную ветвь теплосети:

$t_3 > t_{\text{задан.}}$ и $t_3 > (t_5 + \Delta t)$, КР5 – откр., М4 – вкл., КР3, КР4 – на сброс тепла (3)

Отметим, что КР3, КР4 переключают на подачу нагретой воды с верхней части БА2; t_5 – температура воды в прямой ветви магистрали теплосети; $\Delta t = 5\text{--}10^\circ\text{C}$ задаётся температурным графиком теплоснабжающей организацией.

При охлаждении воды в верхней части БА2 до условия $t_3 = t_{\text{задан.}}$ и $t_3 < (t_5 + \Delta t)$, выполняется условие останова (2). Для учёта переходных процессов в теплосети команды на управление по условиям (1), (2), (3) выполняются с задержкой.

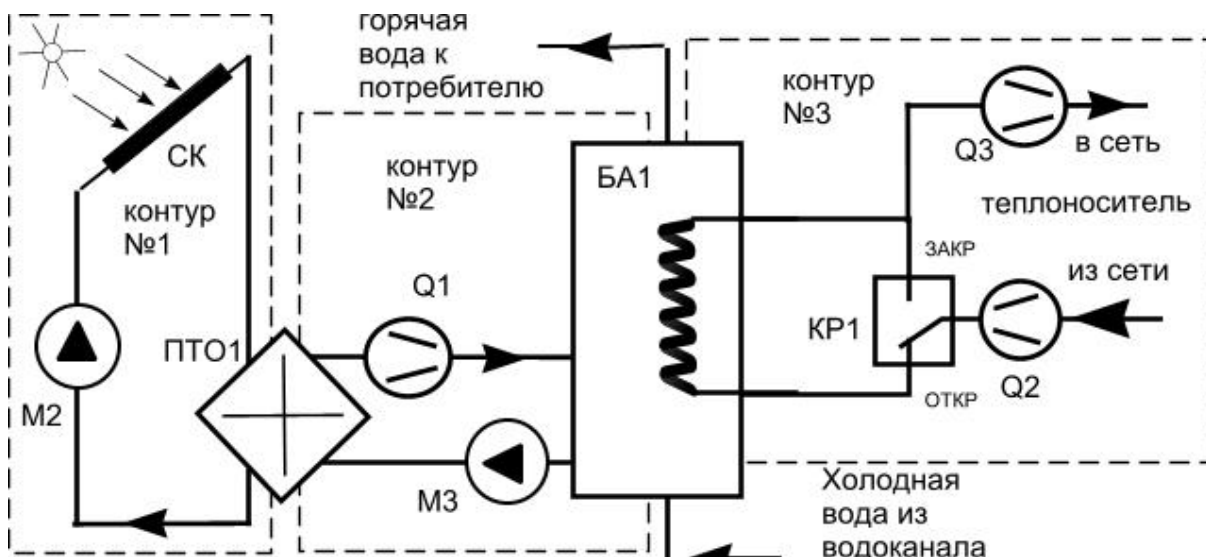


Рис. 2. Трёхконтурная система ГВС с резервированием от городской теплосети

Немаловажным следствием применения реверсивного режима является возможность установки на прямой и обратной ветви магистрали теплосети тепломера «2-в одном» (в данном случае использован ВКТ7-03), на рис. 1 – Q_2 и Q_3 . При этом Q_2 регистрирует тепло, подаваемое из теплосети, а Q_3 – возвращаемое в теплосеть. По договорённости с теплоснабжающей организацией возврат средств засчитывается во взаиморасчётах по отпускной цене тепла. Один теплоэнергокомплекс на базе гелиоустановки оборудован научным блоком на базе персонального компьютера, ведущим мониторинг режимов в контрольных точках технологической схемы, а также параметров солнечного сияния. Статистический анализ полученной компьютерной информации позволил уже в течение первого года эксплуатации найти оптимальные параметры сопряжения отдельных теплопередающих контуров и перейти к внедрению инновации, создав промышленный образец, установленный на крыше другого учебного корпуса (технологическая схема на рис. 2).

Основные параметры технологической схемы инновационного образца, а также производительность остались такими же, как и у первой установки. При этом научный блок с автоматизированным рабочим местом был из схемы исключен, схема теплоснабжения упрощена за

счёт применения одного бака-аккумулятора вместо двух с сохранением основных параметров описанного выше алгоритма реверсивного теплообмена, который «защит» в серийный регулятор российского производства ТРМ138. Данные изменения технологической схемы позволили в два раза снизить стоимость оборудования.

Внедрение энергокомплексов горячего водоснабжения с предлагаемым алгоритмом, опробованным в системе ГВС СГУ, как показали результаты испытаний, обеспечивает экономию органического топлива в котельной и снижает объем вредных выбросов в атмосферу. Кроме того, работа в реверсивном режиме повышает коэффициент использования гелиоустановки и снижает срок её окупаемости при одновременном увеличении безотказности энергоснабжения в целом.

Схему теплоэнергокомплекса на базе гелиоустановки горячего водоснабжения следует рекомендовать для массового оборудования небольших компактных жилых и производственных комплексов, расположенных в отрыве от мощных центральных теплосетей, например, дачных поселков, гаражных кооперативов и т.п., в районах, где имеется достаточное солнечное сияние. Можно также рекомендовать Минтопэнерго внести изменения в порядок взаимоотношения теплоснабжающих компаний с организациями, имеющими гелиоустановки с реверсивным алгоритмом теплопередачи, с централизованными сетями в части установления льготных тарифов оплаты тепла.

Примечания:

1. Чумаков В. Под солнечной крышей // Вокруг света. 2006. № 10 (2793).
2. Петренко В.Н., Садилов П.В. Опыт параллельной работы гелиоустановки и теплосети в регионе г. Сочи // Промышленная энергетика. 2005. № 10. С. 47-50.
3. Садилов П.В., Петренко В.Н., Шлярге А.Б., Логинова С.А. Использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в особых экономических зонах субтропиков / Сб. докл. Международной науч.-техн. конф. "Социально-экономическое развитие курортов России", 19-22.04. 2007 г. Сочи: СНИЦ РАН. 2007. С. 156-158.
4. Садилов П.В., Петренко В.Н., Логинова С.А., Ильин И.К. Опыт использования ВИЭ в регионе Сочи // Промышленная энергетика. 2009. № 5. С. 50-53.

Innovative Method of Solar Stations Use in Hot Water Supply Systems

¹Vladimir N. Petrenko

²Vladimir N. Smirnov

³Nataliya V. Mokrova

⁴Genrikh A. Kardashev

¹ Sochi State University, Russia
26a Sovetskaya Str., Sochi 354000
Senior Instructor
E-mail: petrenko@mail.ru

² Moscow State University of Environmental Engineering, Russia
21/4 Staraya Basmannaya Str., Moscow 107884
Dr. (Engineering), Professor
E-mail: secca@rol.ru

³ Moscow State University of Environmental Engineering, Russia
21/4 Staraya Basmannaya Str., Moscow 107884
Dr. (Engineering), Professor
E-mail: natali_vm@mail.ru

⁴ Moscow State University of Environmental Engineering, Russia
21/4 Staraya Basmannaya Str., Moscow 107884
Dr. (Engineering), Professor
E-mail: gkardashev@yandex.ru

Abstract. The article presents the experience of approbation and installation of power complexes, containing solar stations and providing reversible regime of heat exchange with central heating network, gained as a result of joint survey, carried out by Sochi State University and Moscow State University of Environmental Engineering.

Keywords: renewable energy sources, solar station of hot water supply, control system, reversible regime of heat exchange.

UDC
62-52