



АЛГОРИТМ РЕВЕРСИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА НА БАЗЕ ГЕЛИОУСТАНОВКИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ТЕПЛОСЕТЬЮ

Петренко В.Н.¹

¹ Сочинский государственный университет, Россия
E-mail: petrenco@mail.ru

Copyright © 2014 by author and the journal "Automation technological and business - processes".
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Аннотация

В статье описана разработка и внедрение одного из алгоритмов работы функциональных узлов энергокомплекса, имеющего в своем составе гелиоустановку с возможностью реверсивного теплообмена с централизованной теплосетью.

Abstract

In article development and deployment of one of algorithms of work the functional of knots of the power complex incorporating a solar power plant with possibility of reversive heat exchange with the centralized heating system is described.

Ключові слова

Возобновляемые источники энергии, гелиоустановка горячего водоснабжения, системы управления, алгоритм, реверсивный режим теплообмена.

Введение

Обычно 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 на базе гелиоустановки, её экологичности в условиях нестабильного потребления тепла, безусловно, является актуальной.

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, не возобновляемых углеводородов. Очевидно, целесообразно использовать высокую энергоёмкость централизованной тепловой сети для решения задачи безаварийности работы гелиоустановок, повышения в целом экологичности подобных комбинированных энергокомплексов.

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 фотоэлектрореобразователей в централизованную электросеть[1]. При

**5 ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

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. К тому же немаловажно предоставление учетверённого тарифа за принятую энергию в центральную электросеть.

В схемах гелиоустановок производительностью 4 м³ горячей воды в сутки, разработанных и смонтированных в Сочинском государственном университете на крышах учебных корпусов в 2003 – 2005гг., апробирован способ высокоэффективной совместной работы солнечных коллекторов и системы централизованного энергоснабжения. При этом реализуется 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) предложено отдавать тепловую энергию Солнца в обратную магистраль тепловой сети. Примеров подобной интеграции в сфере теплосетей на тот период (2003г.) в информации зарубежных СМИ не найдено, вероятно, из-за практического отсутствия крупных социальных теплоснабжающих организаций. 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].

Рассмотрим коротко необходимые условия для осуществления такого технологического процесса. На рис.1 представлена технологическая схема гелиоустановки, на рис.2 - вид на экране монитора.

Основным объектом является теплоноситель – вода, поставляемая в условиях населённого пункта от предприятий «Водоканала», нагреваемая до определённого диапазона температур, по СНиПу – 50-60°С.

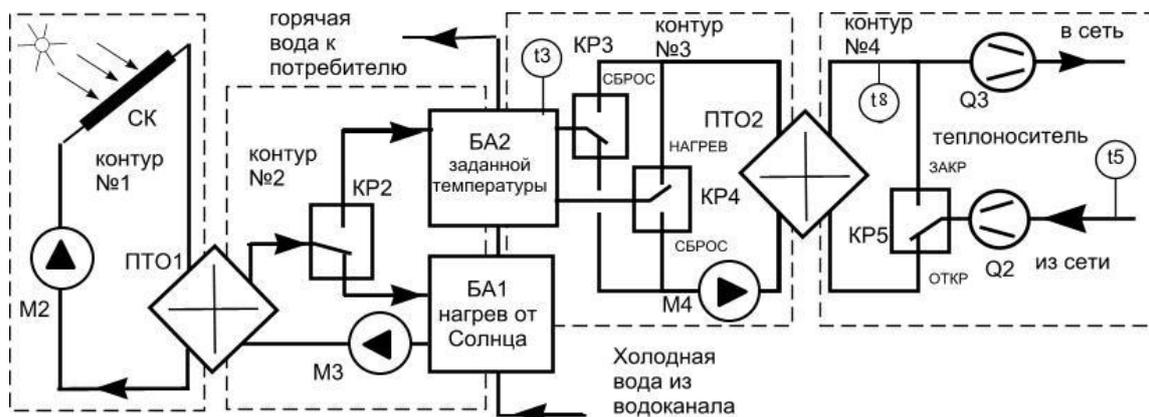


Рис.1 Технологическая схема гелиоустановки

Для реализации предлагаемого принципа в энергокомплексе установлено два теплообменника по классической схеме: один – для отбора энергии Солнца от теплоносителя солнечных коллекторов – ПТО1, и теплообменник для связи с магистралью городской теплосети – ПТО2. Управление нагревом от солнечной энергии – традиционное, поэтому детально далее не рассматривается. Единственная особенность здесь заключается в учете переходных процессов в контуре солнечных коллекторов в утренние часы начала работы. При применяемом релейном регулировании процесса циркуляции теплоносителя - включение насоса вторичного контура M3 необходимо производить после включения насоса M2 и устоявшегося процесса в первичном контуре. Одновременное включение приводит к неоправданному выхолаживанию теплоносителя вторичного контура через не успевший нагреться первичный контур. Очевидно, эта задача может решаться установкой дополнительного датчика температуры перед теплообменником в первичном контуре и дополнительным условием в алгоритме управления насосом M3, но с экономической точки зрения это нецелесообразно.

Рассмотрим наиболее важный процесс реверсивного теплообмена между баком-накопителем кондиционной воды BA2 и магистралью подачи горячей воды от теплосети, отображенный в виде алгоритма на рис.3.



5 ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

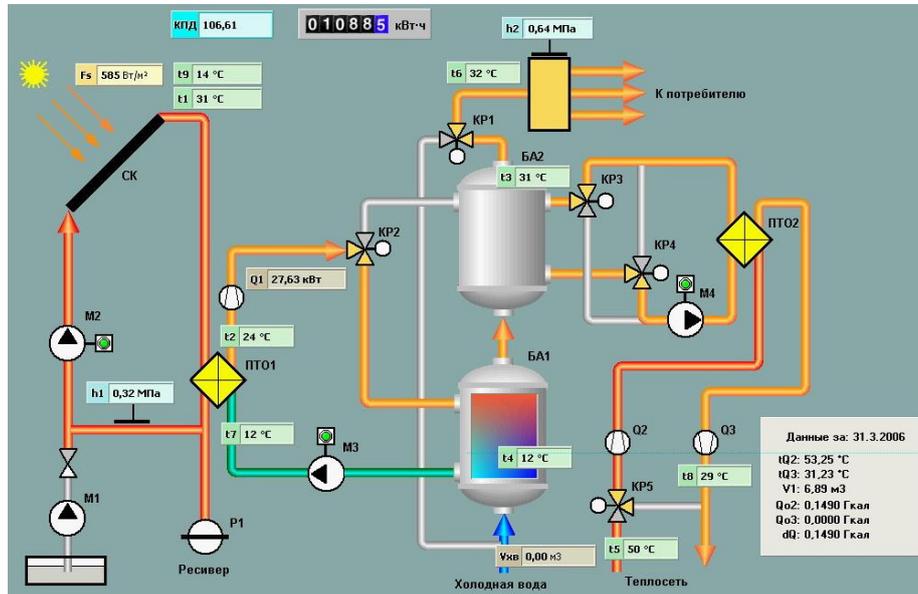


Рис. 2 Технологическая схема геолоустановки на экране монитора

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 (KP5), теплообменник ПТО2, циркуляционный насос М4, и трёхходовые клапаны KP3, KP4, переключенные на подачу нагретой воды в нижнюю часть БА2.

Т.е. если $t_3 < t_{задан.}$, то KP5 –откр., М4 –вкл, KP3, KP4 – на нагрев (1) где: $t_{задан.} = 50-60^\circ\text{C}$

При достижении условия температурной кондиции нагрев прекращают: $t_3 = t_{задан.}$, KP5 – закр., М4 – выкл (режим отражен на рис.1). (2)

При недоразборе воды возможен её перегрев от тепла Солнца в верхней части бака накопителя БА2. Тогда условия передачи избытка тепла в обратную ветвь теплосети: $t_3 > t_{задан.}$ и $t_3 > (t_5 + \Delta t)$, то KP5 –откр., М4 –вкл, KP3, KP4 – сброс тепла (3) (KP3, KP4 переключают на подачу нагретой воды с верхней части БА2.) где: t_5 - температурой воды в прямой ветви магистрали теплосети; $\Delta t = 5-10^\circ\text{C}$ (задаётся температурным графиком теплоснабжающей организацией)

При охлаждении воды в верхней части БА2 до условия $t_3 = t_{задан.}$ и $t_3 < (t_5 + \Delta t)$ то выполняется условие останова (2).

Для учёта переходных процессов в теплосети команды на управление по условиям (1), (2), (3) выполняются с задержкой –ST3=120с.

Немаловажным следствием применения реверсивного режима является возможность установки на прямой и обратной ветви магистрали теплосети тепломера из серии «2-в одном» (в нашем случае ВКТ7-03), на рис.1и 2 это 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

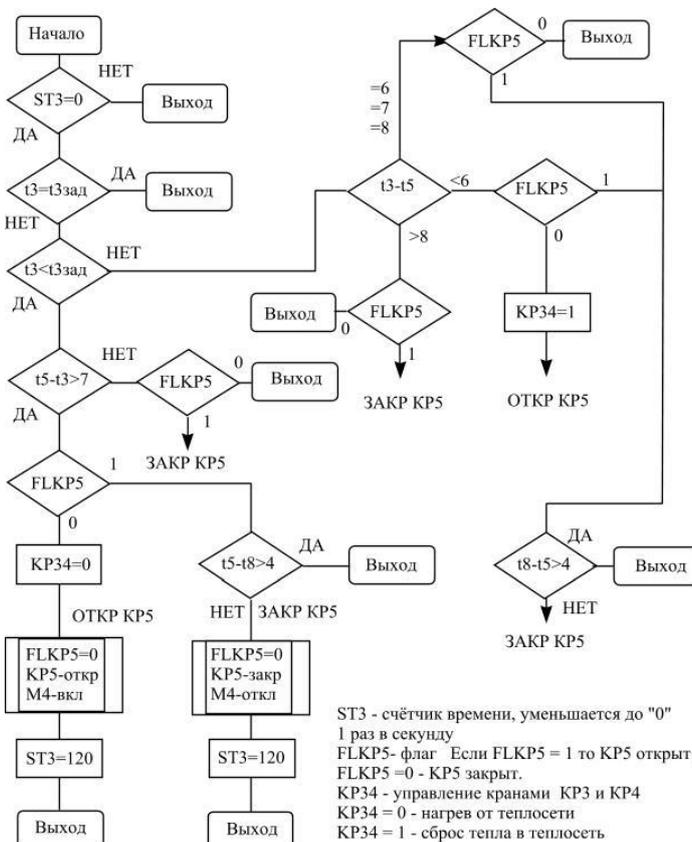


Рис.3 Алгоритм реверсивного теплообмена

**5 ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АВТОМАТИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

засчитывается во взаиморасчётах по отпускной цене тепла. Первый теплоэнергокомплекс на базе гелиоустановки оборудован научным блоком на базе персонального компьютера, ведущим мониторинг режимов в контрольных точках технологической схемы, а также параметры солнечного сияния. Это позволило 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.

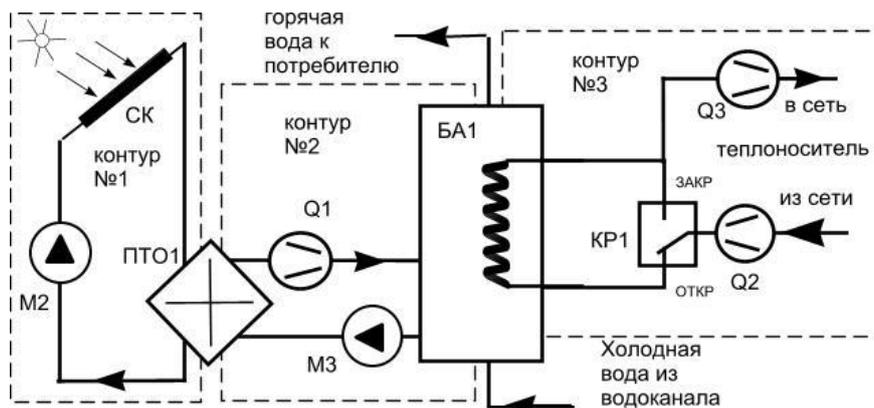


Рис.4. Трёхконтурная схема, реализующая разработанный алгоритм

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, сама технологическая схема упрощена за счёт применения одного бака-аккумулятора вместо двух с сохранением основы описанного выше алгоритма реверсивного теплообмена, который был «зашит» в серийный регулятор российского производства ТРМ138 (технологическая схема на рис.4). Это позволило в два раза снизить стоимость оборудования.

Анализ научных материалов, собранных автором за восемь лет работы установки позволяет рекомендовать схему подобного теплоэнергокомплекса на базе гелиоустановки горячего водоснабжения к массовому оборудованию небольших компактных жилых и производственных комплексов, расположенных в отрыве от мощных центральных теплосетей, - дачных поселков, гаражных кооперативов и т.п., везде, где имеется достаточное солнечное сияние.

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.

Литература:

1. Чумаков В. Под солнечной крышей [Текст]// Вокруг света- 2006-№10 (2793);
2. Петренко В.Н., Садиллов П.В. Опыт параллельной работы гелиоустановки и теплосети в регионе г. Сочи [Текст]// Пром. энергетика. – 2005. – №10. – С.47-50;
3. Садиллов 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 научно-технической конференции. “Социально-экономическое развитие курортов России“, 19-22.04. 2007г. – Сочи: СНИЦ РАН. – 2007.с.156-158;
4. Садиллов П.В., Петренко В.Н., Логинова С.А., Ильин И.К. Опыт использования ВИЭ в регионе Сочи [Текст]// Пром. энергетика. – 2009. – №5. – С. 50-53.