

АВТОМАТИЗАЦИЯ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГЕТИКИ

РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМОЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Р.А.Захидов, А.И.Анарбаев

Институт энергетики и автоматики, Узбекистан, anizan6004@mail.ru

В Узбекистане накоплен положительный опыт по использованию низкопотенциального тепла, вырабатываемого в солнечных коллекторах, для нужд горячего водоснабжения и отопления [1].

Задачи автоматического управления для солнечных систем теплоснабжения в общем виде могут быть сформулированы следующим образом:

- а) независимо от режима радиационных теплопоступлений должны поддерживаться требуемые значения регулируемых параметров (температуры воды в системе горячего водоснабжения) на объекте теплопотребления;
- в) энергетические потери при преобразовании солнечной энергии в тепловую, при транспорте и хранении произведенного тепла должны быть минимальными;
- с) работу гелиосистем необходимо организовать таким образом, чтобы затраты топливно-энергетических ресурсов при производстве теплоты дублирующим источником, а также ущерб от загрязнения окружающей среды были сведены к минимуму;
- д) должна быть обеспечена защита солнечных коллекторов, а также других элементов гелиосистем от замерзания, перегрева и механических повреждений.

Решение первой задачи можно представить как

$$\min \sum_{i=1}^N [\Delta t_i(\tau)]^2 \quad (1)$$

при условии, что

$$\Delta t_i(\tau) \leq \Delta t_{норм} \quad (2)$$

где τ - момент времени; T — изучаемый временной промежуток работы системы (год, отопительный сезон, месяц, сутки и т.п.); N — число измерений, проведенных за период времени T ; Δt_i — отклонение значения регулируемой температуры в момент времени τ_i от заданного значения; $\Delta t_{норм}$ -нормированное (максимально допустимое) отклонение регулируемой температуры от заданного значения.

Минимизация тепловых потерь в системе солнечного теплоснабжения имеет место при условии

$$\min \int_0^T [Q_{н.солн}(\tau) + Q_{н.тр}(\tau) + Q_{н.а}(\tau) + Q_{н.пл}(\tau)] d\tau \quad (3)$$

где $Q_{н.солн}(\tau)$ — потери энергии при улавливании солнечной радиации, ее преобразовании в тепловую и переносе (рассеивании) произведенной тепловой энергии из солнечного коллектора в окружающую среду;

$Q_{н.тр}(\tau)$ — потери полученной энергии при транспортировании в гелиосистеме;

$Q_{н.а}(\tau)$ — потери тепловой энергии в аккумуляторе;

$Q_{н.пл}(\tau)$ — потери тепловой энергии в прочих элементах системы солнечного теплоснабжения.

Минимизация затрат топливно-энергетических ресурсов будет обеспечена при

$$\max \frac{\int_0^T Q_{солн}(\tau) d\tau}{Q_{общ}(\tau) d\tau} \quad (4)$$

где $Q_{солн}(\tau)$ — количество энергии, вырабатываемое в солнечном коллекторе в момент времени τ ; $Q_{общ}(\tau)$ — суммарное количество энергии, вырабатываемое всеми видами теплоисточников.

При этом должны выполняться также экономические условия

$$\min \int_0^T Z_y(\tau) d\tau \quad (5)$$

$$\int_0^T Z_{солн}(\tau) d\tau \leq \int_0^T Z_a(\tau) d\tau \quad (6)$$

где $Z_y(\tau)$ — стоимостная характеристика экологического ущерба от работы комбинированной системы, $Z_{солн}(\tau)$ — затраты на эксплуатацию системы, использующей солнечную энергию; и $Z_a(\tau)$ — затрат на эксплуатацию альтернативного источника тепла при условии выработки одного и того же количества энергии за одинаковый период времени.

Задача поддержания требуемых параметров решается управлением потокораспределения через гелиоприемники и тепловые аккумуляторы, а также изменением включенной мощности дублирующего источника.

В Узбекистане на предприятии «QURILISHGELIOSERVIS» Ltd освоено производство двухконтурных солнечно-электрических систем горячего водоснабжения, которые при увеличенной площади теплоприемников могут использоваться для нужд отопления удаленных от централизованного теплоснабжения объектов. Системы имеют в качестве теплоносителя незамерзающую жидкость и специальную теплозащиту бака-аккумулятора и теплоприемников, что позволяет использовать систему круглогодично. Дублирующие системы нагрева предусмотрены на случай продолжительного отсутствия солнца в ненастную погоду, а в системах отопления — для поддержания температур в ночное время и при низких температурах наружного воздуха.

Так, например, в 2005 г. авторы разработали солнечно-электрическую систему теплоснабжения, выполненную для школы на 9 классов ст. Бузаубай. Система состоит из двух автономных систем — 1-я система отопления классов и пр. помещений с 47 радиаторами и 2-я система отопления коридоров и спортивного зала, состоящая из 36 радиаторов и 5 регистров. Обе системы выполняются в виде однотрубных систем с принудительной циркуляцией горячей воды, нагреваемой солнечной энергией. При необходимости производится подогрев воды в баках-накопителях по задаваемой температурой, а также линейными догревателями, расположенными по трассе систем отопления перед радиаторами и регистрами.

Оба бака-накопителя снабжены электрическими теплоэлектронагревателями мощностью по 24 кВт. в каждом баке, дополнительно в 1 системе устанавливаются 16 линейных догревателей с 4 температурными датчиками; во 2 системе соответственно 24 догревателя и 6 датчиков.

Предлагаемая система (рис. 1) солнечно-электрического отопления предполагает возможность различного по времени включения в работу систем отопления классов и коридоров. Кроме того, возможность поэтапного включения электрических дублей и линейных догревателей с различными вариантами задаваемых температур позволяет получить систему отопления с гибкой системой автоматизированного управления температурами в различных помещениях, что позволяет значительно снизить энергопотребление школы.

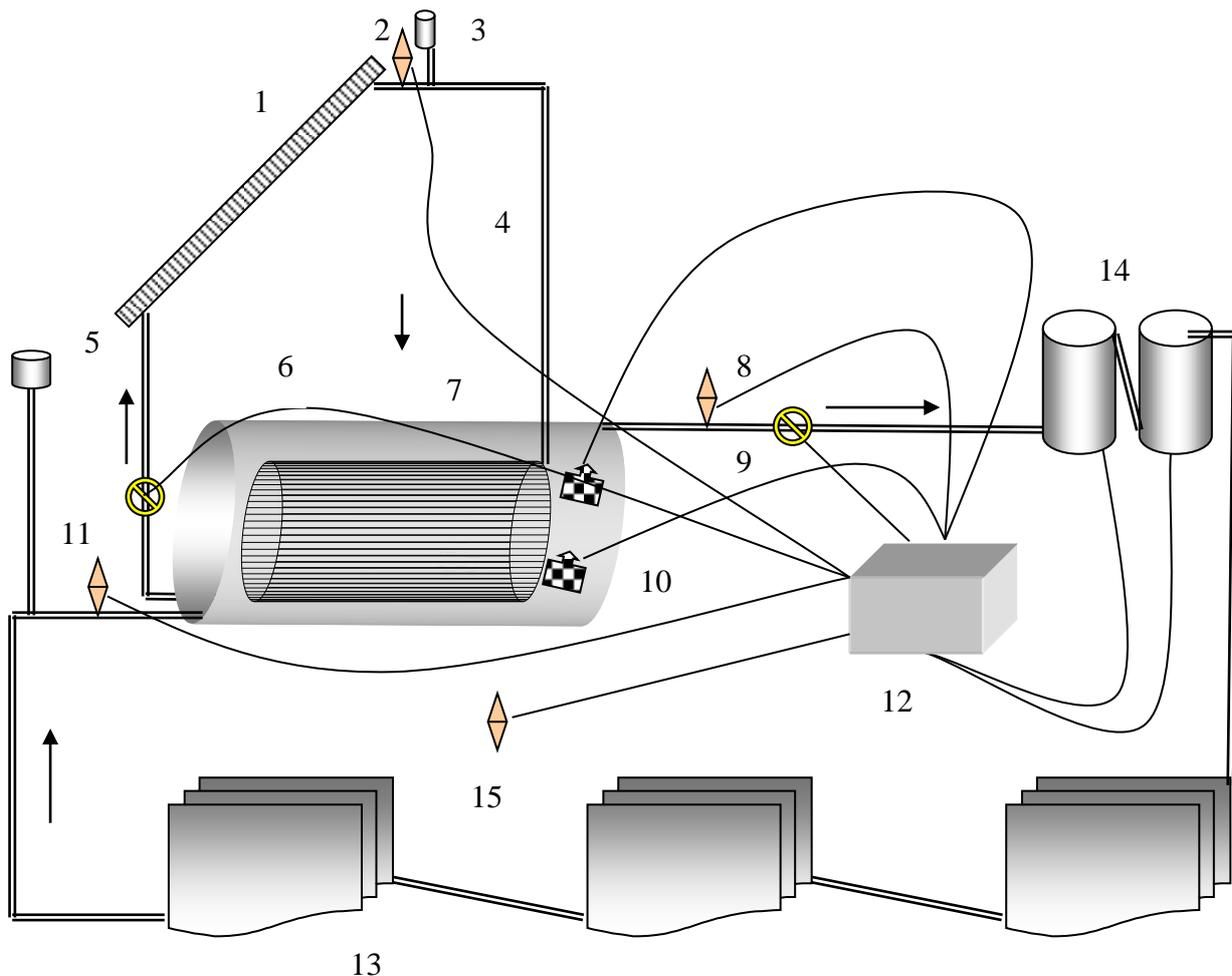


Рис.1. Принципиальная схема солнечно-электрической системы отопления:

1. Солнечный коллектор-теплоприемник
2. Температурный датчик 1 контура
3. Расширительный бачок 1 контура
4. Циркуляционный насос 1 контура, включающийся при наличии положительной разности температур датчиков 2 и 11.
5. Расширительный бак системы отопления
6. Бак-аккумулятор системы отопления
7. Теплообменник 1 контура
8. Температурный датчик, управляющий работой электрического дубля отопления по задаваемым параметрам
9. Циркуляционный насос системы отопления
10. Электрический дубль системы отопления
11. Температурный датчик конца линии отопления
12. Комплексный автоматизированный пульт управления
13. Группа радиаторов системы отопления
14. Электрические котлы КЕА-250, включаемые многоступенчато по устанавливаемым показателям температурного датчика
15. Температурный датчик системы отопления

В данном варианте система предусматривает восемь основных режимов работы отопительных приборов, не считая возможности поступенчатой регулировки температур с помощью температурных датчиков.

Каждая система включает в себя три комплекса основных частей.

1. Два 1-х контура систем, состоящих из:
 - 20 коллекторов, установленных на кровле спортивного зала;
 - двух теплообменников, вмонтированных в два бака-накопителя;
 - 2-х циркуляционных насосов WILO;
 - водомеров;
 - запорно-регулирующей арматуры;
 - термометров;соединительных трубопроводов, имеющих теплоизоляцию.
2. Два 2-х контура систем отопления, состоящих из:
 - двух баков-накопителей емкостью 2,0 м³ с теплоэлектронагревателями, датчиками температуры и уровня воды, установленных в тепловом узле;
 - регистров и радиаторов, установленных вдоль стен помещений и оборудованных устройствами для выпуска воздуха;
 - линейных догревателей, установленных по трассе системы отопления;

 - датчиков температуры, установленных по трассе и соединенных с пультом управления;
 - циркуляционных насосов WILO либо «PELRILLO»;
 - расширительных баков;
 - водомеров;
 - запорно-регулирующей арматуры;
 - термометров;
 - силовых кабелей и сигнальной проводки;
 - предохранительных клапанов;
 - трубопроводов.
3. Автоматизированные пульты управления, задающие режимы и контролирующие работу систем отопления.

Работа 1-х контуров. Теплоноситель, нагретый в теплоприемниках-коллекторах солнечной радиацией, по трубопроводам поступает в теплообменник бака-накопителя, отдает тепло воде, находящейся в баке. Затем циркуляционным насосом теплоноситель возвращается в теплоприемники-коллекторы для последующего нагрева.

Система замкнутая, циркуляция обеспечивается насосом. Оптимальный режим циркуляции обеспечивается при 400 – 500 литрах в час, установка расхода производится регулировкой байпаса, соединяющего выходной и входной патрубки насоса, по показаниям водомера – 7-8 л/минут.

Работа 2-х контуров. Вода в баке-накопителе объемом 2,0 м³ нагревается теплоносителем 1 контура через теплообменник, вмонтированный в бак-накопитель и, при необходимости, двухступенчатым электрическим дублем, расположенным в баке. Температура выходящей из бака воды задается терморегулятором пульта управления.

После заполнения системы водой и полного удаления воздуха из системы через расширительный бак и воздухоотводные пробки на регистрах на пульте управления загорается сигнальная лампа «Уровень в норме». После этого автоматика дает возможность включить циркуляционный насос, электрический дубль в баке и линейные догреватели. Степень нагрева воды в системе задается и контролируется регуляторами линейных догревателей и регулятором электрического дубля бака-накопителя. Система обеспечивает нагрев радиаторов и регистров до 90°С, что обеспечивает тепловой режим помещений при экстремальных температурах наружного воздуха.

Оптимальный режим циркуляции воды в системе отопления обеспечивается при 900 – 1100 литрах в час, установка расхода производится регулировкой байпаса, соединяющего выходной и входной патрубки циркуляционного насоса, по показаниям водомера – 15 – 18 литров в минуту.

Работа автоматических пультов управления. Пульты вступают в работу только при условии полного удаления воздуха из системы и загорания сигнальной лампы «Уровень в норме».

При падении уровня воды за счет утечки или протечек циркуляционного насоса автоматика отключает работу всего 2-го контура во избежание закипания воды и повышения давления в системе.

Выбор режима температур в баке-накопителе с теплообменником осуществляется с помощью индикатора, установленного в лицевой части пульта управления.

Выбор режима температуры в регистрах и радиаторах осуществляется с помощью регуляторов температуры линейных догревателей, имеющих диапазон 10-90⁰С и установленных внутри пультов управления.

Для экономии электроэнергии, используемой для работы дублирующих систем, периодически определяется температура воздуха в помещениях школы. При превышении ею норматива либо иных установленных параметров, следует произвести регулирование режима установки с помощью регуляторов дублирующих систем - линейных догревателей и, при достаточной температуре воздуха, теплоэлектронагревателей бака-накопителя, переведя работу системы отопления только на тепло от гелиоприемников. При понижении температуры воздуха при работе системы отопления только от гелиоприемников производится включение электрических дублей в обратной последовательности.

Для получения горячей воды при работе системы в режиме отопления, используется малый теплообменник-спираль, установленный в баке-накопителе. Теплообменник имеет вход и выход, выполненные из труб $D= \frac{1}{2}$ " и выведенные наружу в торце бака-накопителя. При этом система отвода горячей воды должна быть теплоизолирована.

Для летнего использования системы в режиме только горячего водоснабжения следует отключить бак-накопитель с теплообменником от системы отопления с помощью вентиля, установленных на входе и выходе из бака-накопителя, закрыть вентиль расширительного бака, подсоединить трубопровод подачи холодной воды в теплообменник горячего водоснабжения, подсоединить систему расхода горячей воды к установленному теплообменнику горячего водоснабжения.

Разработанная схема автоматического управления солнечной системой теплоснабжения успешно внедряется на объектах лечебно-оздоровительного назначения в республике.

Литература

1. А.И.Анарбаев, Р.А.Захидов. Комбинированные солнечно-топливные системы теплоснабжения в Узбекистане. International Investment Forum SCM-2007 Saint-Petersburg, 25-27 June 2007 pp.209-212.