

УДК 662.997:662.99:771.449.2:681.5

UDC 662.997:662.99:771.449.2:681.5

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

МОДУЛЬНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ГЕЛИОВОДОНАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

MODULAR AUTOMATED COMPLEX OF THE SOLAR WATER HEATING PLANT FOR AGRICULTURAL OBJECTS

Газалов Владимир Сергеевич
ведущий научный сотрудник отдела
электроэнергетики
РИНЦ SPIN-код=8031- 5708
*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение Северо-Кавказский научно-
исследовательский институт механизации и
электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ
СКНИИМЭСХ)*
д-р техн. наук, профессор кафедры энергетики
*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВПО ДГАУ в г.Зернограде, Зерноград,
Россия*
E-mail: gazalv@rambler.ru

Gazalov Vladimir Sergeyevich
senior research scholar of Energy Chair
RSCI SPIN-code=8031- 5708
*Federal State financed scientific institution North
Caucasus scientific- research institute of
mechanization and electrification of agriculture
(FSBSI NCSRIMEA),*
Dr.Tech.Sci., professor of the Energy department
*Azov-Blacksea engineering Institute FSBEI DSAU in
t.Zernograd, Zernograd, Russia*
E-mail: gazalv@rambler.ru

Брагинец Андрей Валерьевич
младший научный сотрудник отдела
электроэнергетики РИНЦ SPIN-код=6352-1932
*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение Северо-Кавказский научно-
исследовательский институт механизации и
электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ
СКНИИМЭСХ), Зерноград, Россия*
E-mail: al.55552015@yandex.ru

Braginets Andrey Valeryevich
junior research scholar of the Energy department
RSCI SPIN-code=6352-1932
*department Federal State financed scientific
institution North Caucasus scientific- research
institute of mechanization and electrification of
agriculture (FSBSI NCSRIMEA), Zernograd, Russia*
E-mail: al.55552015@yandex.ru

Моренко Константин Сергеевич
к. т. н., младший научный сотрудник отдела
электроэнергетики
РИНЦ SPIN-код=2485-0038
*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение Северо-Кавказский научно-
исследовательский институт механизации и
электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ
СКНИИМЭСХ), Зерноград, Россия*
E-mail: morenko_k@mail.ru

Morenko Konstantin Sergeyevich
Cand.Tech.Sci., junior research scholar of the Energy
department
RSCI SPIN-code=2485-0038
*Federal State financed scientific institution North
Caucasus scientific- research institute of
mechanization and electrification of agriculture
(FSBSI NCSRIMEA), Zernograd, Russia*
E-mail: morenko_k@mail.ru

Беленов Виталий Николаевич
к. т. н., доцент кафедры энергетики
РИНЦ SPIN-код=9492-4950
*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВПО ДГАУ в г.Зернограде, Зерноград,
Россия*
E-mail: vetal_belenov@mail.ru

Belenov Vitaly Nikolaevich
Cand.Tech.Sci., associate professor of the Energy
department
RSCI SPIN-code=9492-4950
*Azov-Blacksea engineering Institute FSBEI DSAU in
t.Zernograd, Zernograd, Russia*
E-mail: vetal_belenov@mail.ru

В статье рассмотрена система, обеспечивающая автоматическое управление системой гелиоводоподогрева с возможностью сохранения во внутренней памяти и передачи посредством сетей сотовой связи информации о режимах работы установки и возникающих аварийных

The article deals with the system, providing automatic control of the solar water heating system with the abilities to store in internal memory and to transmit by the cellular network the information about the conditions of the plant and the occurring failure conditions. The common principles of the

режимах. Рассмотрены общие принципы построения системы автоматизации согласно модульному принципу. Рассмотрен вопрос качества водоснабжения с точки зрения параметров качества, которые обеспечиваются рассматриваемой системой. Рассмотрены способы активной и пассивной минимизации потерь теплоты хранящейся в баке воды. Указана необходимость обязательного использования системы активной минимизации потерь энергии воды в накопительном баке. Приведена блочная схема реализации устройства автоматизации с рассмотренными возможностями. Указаны обязательные и вспомогательные элементы системы автоматического управления. Показан алгоритм контроля параметров качества водоснабжения. Рассмотрены способы фиксации параметров режима работы установки и возникающих аварийных режимов, а так же удалённого информирования обслуживающего персонала по сетям GSM-связи. Рассмотрены преимущества ведения системного журнала. Выполнен предварительный расчёт объёма памяти, необходимой для хранения журнала системы. Рассмотрены преимущества использования предлагаемой системы автоматизации с точки зрения конструирования, управления, обслуживания и исследования рассмотренных систем гелиоводоподогрева

Ключевые слова: СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ, ГЕЛИОРАДИАЦИЯ, ГЕЛИОТЕХНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ

building the automatic system with the modular principles are shown. The article solves the issue about the quality of the water supply through the quality parameters which provided by the considered system. The methods of the active and passive loss minimizing of the heat of the water in the tank are shown. The usage of the active loss minimizing system was considered. The block-scheme of the implementation of the automatic system with described abilities are shown. The compulsory and auxiliary blocks of the automatic system are shown. The algorithm of the checking of the water supply quality parameters was presented. The study considers methods of the storing of the parameters of the working conditions of the plant and the occurring failure modes as well as the remote information of the attending personnel by the cellular networks. The advantages of the conducting of the system log are shown. The preliminary calculation of the memory capacity for storing the system log was completed. The advantages of the described automatic system with relation to the constructing, controlling, service and research of the described solar water heating systems are shown

Keywords: SOLAR COLLECTORS, HELIORADIATION, HELIO TECHNICS, AUTOMATION

В настоящее время всё большую популярность набирают системы обеспечения энергией на основе возобновляемых источников энергии. Такие источники энергии используются всё шире; многие страны поставили государственные задачи, которые заключаются в обеспечении выработки определённой доли энергии только за счёт возобновляемых источников энергии.

Среди возобновляемых источников энергии наибольшее внимание уделяется солнечной энергии и энергии ветра, поскольку именно эти источники энергии можно использовать на всей территории планеты, несмотря на то, что в определённых районах их использование гораздо более выгодно с экономической точки зрения, нежели в других.

Одним из направлений использования солнечной энергии может

выступать нагрев воды для производственных или социально-бытовых нужд. Преобразование солнечной энергии в тепловую энергию позволяет получать солнечную энергию с гораздо большей эффективностью, нежели преобразование её в электрическую. Кроме этого, дополнительная ступень преобразования (солнечная энергия в электрическую и далее в тепловую) снижает эффективность получения тепловой энергии.

Для обеспечения электрической энергией подходят установки по использованию энергии ветра. В качестве одной из таких установок для обеспечения небольших потребителей, например, загородного дома, можно использовать ветроустановку с управляемым углом атаки лопасти [1].

Рассмотрим особенности горячего водоснабжения с применением солнечных коллекторов.

Первое, на что следует обратить внимание - качество воды. Под качеством водоснабжения в данном случае будем понимать выполнение следующих двух условий:

- достаточный для производственных или социально-бытовых нужд объём воды;
- температура воды соответствует установленным требованиям [2].

Остальные вопросы качества воды (как наличие механических и химических примесей и др.) не рассматриваются, поскольку не имеют прямого отношения к рассматриваемому вопросу.

Возможны четыре ситуации водоснабжения в этом случае:

- качественное снабжение качественной водой — подача воды не прерывается (то есть объём накопленной воды превышает её потребность за период времени) и её температура в любой момент времени соответствует требованиям.
- качественное снабжение некачественной водой — подача воды не прерывается, но её температура хотя бы в один момент времени не соответствует установленным требованиям (холодная вода);

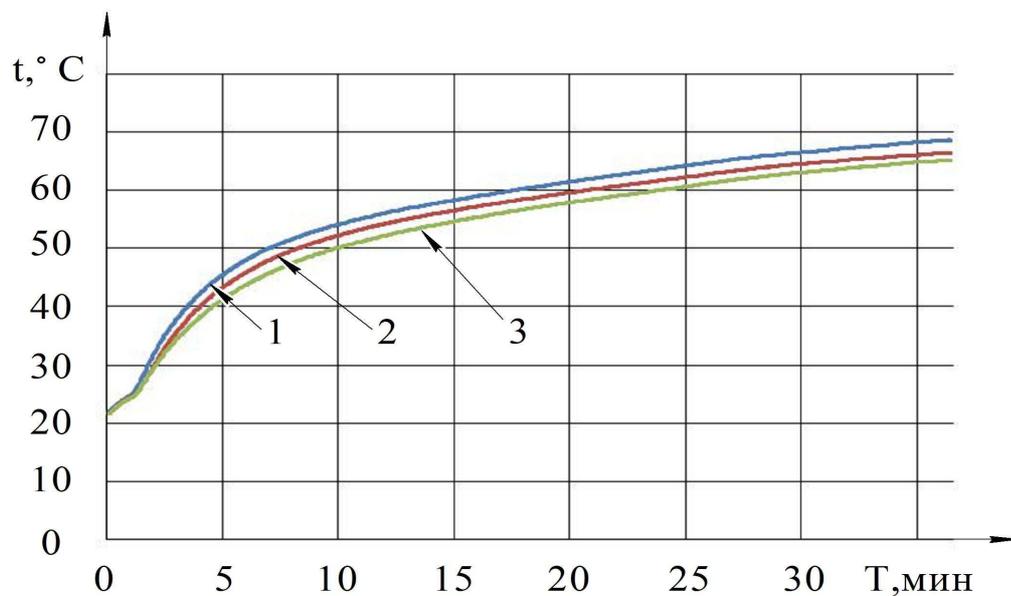
- некачественное снабжение качественной водой — подача воды прерывается из-за опустошения бака, но температура воды всегда соответствует установленным требованиям;
- некачественное снабжение некачественной водой — подача воды прерывается и температура воды хотя бы в один момент времени не соответствует установленным требованиям.

Таким образом, качество водоснабжения оценивается по двум независимым критериям:

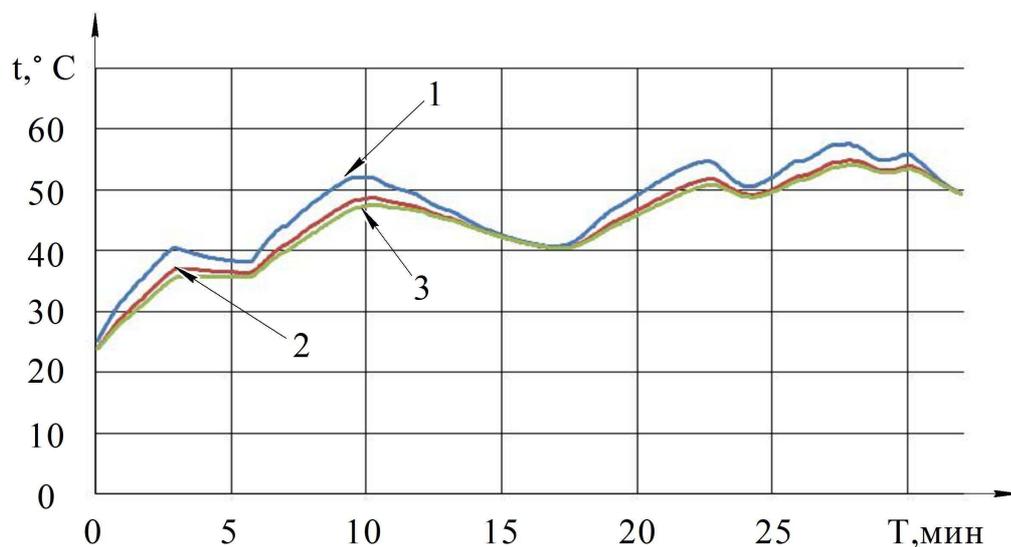
- обеспечение достаточного количества воды соответственно графику водопотребления;
- обеспечение температуры воды в установленных требованиями пределах.

Перейдём к рассмотрению и описанию установки для гелиоводоподогрева: она чаще всего состоит из двух основных частей: блока нагрева и блока накопления.

Блок нагрева представляет собой солнечный коллектор той или иной конструкции, наиболее эффективными на наш взгляд являются солнечные коллекторы, имеющие развитую тепловоспринимающую поверхность [3,4,5]. На рисунке 1 показаны графики зависимости температуры нагрева от времени нагрева опытных образцов имитирующих тепловоспринимающую поверхность солнечного коллектора. Опытные образцы предварительно покрыты селективным покрытием для лучшего сбора тепловой составляющей солнечного излучения.



а) безоблачно



б) средняя облачность

- 1 – опытный образец с ячеисто вогнутой поверхностью;
- 2 – опытный образец с хаотично нанесённой поверхностью;
- 3 – опытный образец с плоской поверхностью

Рисунок 1 – Зависимости температуры нагрева от времени нагрева опытных образцов имитирующих тепловоспринимающую поверхность солнечного коллектора.

Из рисунка видно, что наибольший нагрев происходит у образцов имеющих развитую поверхность, следовательно, и нагрев воды внутри коллектора будет осуществляться интенсивнее.

Блок накопления представляет собой бак (баки [6]), в котором накапливается нагретая вода. Эта вода используется для нужд в системе горячего водоснабжения.

В качестве блока нагрева используется солнечный коллектор [7]. Основными особенностями данного коллектора являются:

- модульность, которая позволяет на этапе проектирования выбирать мощность солнечного коллектора выбором необходимого количества секций;
- особая конструкция поверхности в виде концентрирующих элементов специальной формы, что позволяет повысить эффективность утилизации солнечной энергии;
- хорошо теплоизолированный корпус позволяет сократить потери тепловой энергии.

Как отмечено выше, блок накопления представляет собой бак для воды. Для того, чтобы обеспечить минимальные потери энергии (и потери температуры воды) в процессе её накопления, в этом блоке может быть реализовано два пути минимизации этих потерь.

Пассивный путь состоит в обеспечении поверхности бака достаточной тепловой изоляцией от окружающей среды, что сведёт к минимуму потери энергии.

Активный путь минимизации потерь энергии воды состоит в установке устройства подогрева воды внутри бака. Такой способ требует дополнительных затрат электрической энергии, но только с помощью этого способа можно обеспечить второй пункт качества водоснабжения, а именно, температуру воды в установленных пределах.

В первую очередь система активной минимизации потерь тепловой

энергии необходима из-за того, что поступление солнечной энергии нестабильно и может отличаться день ото дня. Для сглаживания этих флуктуаций можно прибегнуть к увеличению площади солнечного коллектора, что приведёт к несоизмеримому с экономическим эффектом росту затрат. В этом случае гораздо более эффективно можно использовать подогрев воды с помощью электрической (или любой другой) энергии.

Вторая причина, по которой эта система так же необходима, заключается в том, что для обеспечения температурного качества воды бак должен быть изолирован от окружающей среды. Линейное увеличение толщины теплоизоляции приводит к обратному уменьшению теплопередачи в окружающую среду, то есть:

$$h \propto \frac{1}{dP}$$

где h — толщина изоляции; dP — мощность потерь в окружающую среду.

Следует отметить, что тепловые потери в холодные месяцы при установке накопителя в неотапливаемом помещении, будут значительно превышать аналогичные потери в тёплые месяцы. Таким образом, тепловая изоляция будет рассчитываться на наиболее холодные периоды, и иметь значительную толщину. В то же время, можно снизить толщину изоляции путём компенсации потерь тепловой энергии с помощью нагревателей.

Рассмотрим алгоритм работы на примере схемы движения воды в системе гелиоводоподогрева, которая приведена на рисунке 2. В этой системе холодная вода через регулирующий клапан 1 поступает в нагреватель (солнечный коллектор) 3, где её температура увеличивается за счёт поступления солнечной энергии. Нагретая вода поступает в накопительный бак 6, где при необходимости её температура доводится до кондиционной путём подогрева. Из бака горячая вода отбирается

соответственно нуждам горячего водоснабжения.

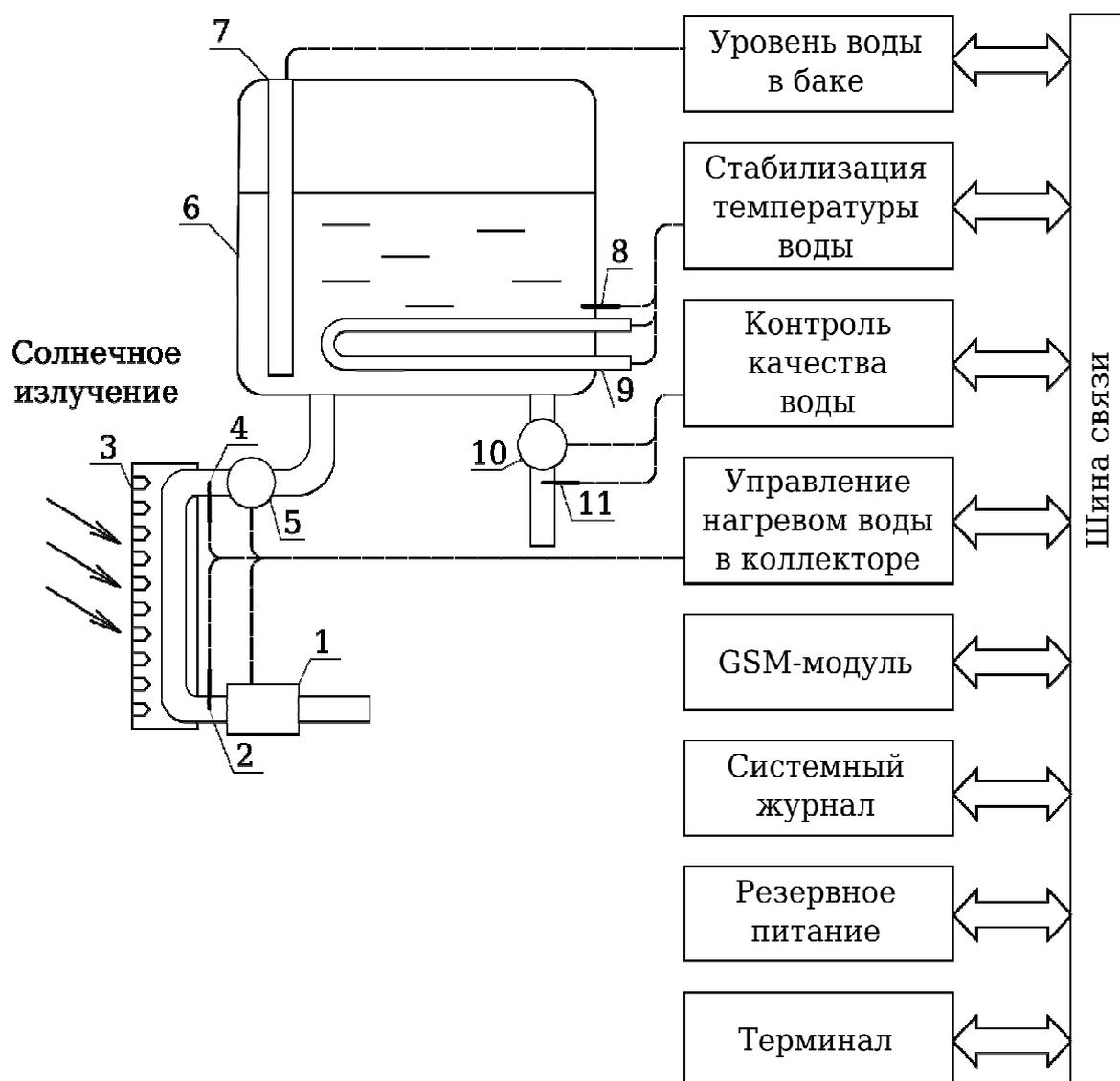


Рисунок 2 – Схема движения воды в системе гелиоводоподогрева с блоками системы управления и контроля

Основная функция системы автоматики в блоке нагрева состоит в том, чтобы обеспечить на выходе блока соответствующую температуру воды. Этот параметр контролируется с помощью датчика температуры выходящей из нагревателя воды 4, а регулирующим органом служит клапан, с помощью которого дискретно регулируется поступление воды в

коллектор. Для повышения качества работы системы регулирования установлен так же датчик температуры входящей воды 2 и устройство измерения скорости протекания жидкости 5.

Накопительный бак служит для выравнивания поступления горячей воды от солнечного коллектора (которое в солнечный день происходит непрерывно с небольшой скоростью) с отбором горячей воды на производственные нужды (которое происходит в виде явно выраженных пиков, между которыми отбор воды отсутствует). Применение накопительного бака позволяет наиболее полно использовать установленную мощность солнечного коллектора.

Для предотвращения переполнения накопительного бака, а так же работы системы активной компенсации потерь энергии в виде датчика температуры 8 и нагревателя 9 установлен датчик уровня воды в баке 7. Контроль количества и качества отобранной воды производится с помощью устройства измерения скорости протекания жидкости 10 и датчика температуры 11.

Описывая, систему управления и контроля отдельных блоков, рекомендуется её строить по модульному принципу, что позволит при необходимости добавлять и убирать элементы системы.

К обязательным элементам системы солнечный коллектор–накопительный бак относятся:

- блок управления подачей холодной воды в коллектор, обеспечивающий стабилизацию температуры выходящей из коллектора воды (обеспечивает качество воды);
- блок контроля уровня воды в накопительном баке (обеспечивает безопасность эксплуатации и надёжность работы системы);
- блок контроля количества отобранной горячей воды (обеспечивает регулирование количества проходящей через коллектор воды, тем самым обеспечивая качество водоснабжения).

Дополнительные элементы системы управления:

- резервное электропитание системы управления;
- терминал для обеспечения возможности программирования параметров системы и получения данных о состоянии системы;
- GSM-модуль, позволяющий получать данные о состоянии системы удалённо;
- журнал операций и состояний системы;
- датчик измерения интенсивности солнечного излучения.

Устройство контроля уровня воды в баке предотвращает переполнение бака в случае, когда поступление солнечной энергии позволяет получить гораздо большее количество качественной воды, нежели будет израсходовано. В случае наполнения бака устройство посылает пакет по широковещательному адресу, который фиксируется устройством управления коллектором.

После того, как уровень воды в баке снижается, устройство посылает пакет с информацией о наличии в баке свободного места для воды, что воспринимается устройством управления коллектором и разрешает подачу горячей воды из коллектора в бак.

Снижение уровня воды в баке до нижней отметки ("опустошение бака") так же посылает пакет по широковещательному адресу, что может быть зафиксировано системой журналирования, GSM-модулем или терминалом. Система так же может обнаружить "утечку бака", если при уровне воды в баке будет несоизмеримо изменяться при наполнении бака водой после солнечного коллектора и отборе для нужд.

Устройство контроля и управления температурой и количеством прошедшей через коллектор воды служит для стабилизации температуры выходящей из солнечного коллектора воды, что позволяет получать воду, удовлетворяющую требованию качества по температуре.

Данная система управления с обратной связью по температуре

осуществляет регулирование скорости тока воды через коллектор, при этом расход воды ограничен снизу качеством водоснабжения, т. е. приоритет обеспечения качественного снабжения водой выше, чем обеспечение качества воды, которое выражается её температурой.

Кроме того, возможно достижение заданного качества воды путём её подогрева в накопительном баке, но если в баке не будет накоплено достаточное количество воды к необходимому времени, качество водоснабжения не будет обеспечено.

Аварийные режимы работы, такие как:

- отсутствие повышения температуры воды при наличии солнечного излучения;
- отсутствие тока воды через коллектор при открытом клапане;
- низкий напор воды,

и другие фиксируются в журнале, а сообщения об ошибках выводятся на терминал управления и могут передаваться по GSM-сети в аварийно-ремонтную службу.

Контроль температуры и количества воды, отобранной из бака производится для ведения журнала системы. В первую очередь это позволяет установить действительные потребности в горячей воде и, при необходимости, скорректировать конфигурацию системы для обеспечения непрерывного водоснабжения соответствующей температуры. Как было отмечено, это так же позволяет установить "утечку бака". Кроме этого, ведение журнала открывает широкие возможности по дальнейшему изучению практической работы системы в реальных условиях.

Устройство активной минимизации потерь в баке представляет собой электрический нагреватель, управляемый электронным блоком. Этот блок анализирует текущую температуру воды в баке и в окружающей среде, определяет величину тепловых потерь и осуществляет регулирование потока тепловой энергии от нагревателя, которое компенсирует величину

тепловых потерь и, в случае необходимости, дополнительный нагрев воды в баке.

Пассивная минимизация потерь осуществляется путём теплового изолирования бака от окружающей среды, величина которой отражается в программе управления нагревателем.

Информация об аварийных режимах работы, например:

- отсутствие повышения температуры воды при включённом нагревателе;
- охлаждение бака при включённом нагревателе;
- превышение температуры воды установленного предела (слишком горячая вода),

и другие так же могут фиксироваться в журнале и отправляться на терминал и удалённый сервер с помощью GSM-сети.

Ведение журнала работы установки производится в отдельном модуле, который осуществляет запись на SD-карту. Затраты памяти на фиксацию состояния системы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Затраты памяти на фиксацию состояния системы

Тип данных	Количество символов
Дата и время	12
Устройство управления коллектором (датчики температуры: входящей воды, выходящей воды; счётчик количества воды; положение заслонки входного клапана)	3+3+7+2
Устройство управления температурой воды в баке (температура воды в баке, мощность нагревателя в процентах)	3+2
Устройство контроля температуры и количества отобранной воды (температура воды; счётчик количества отобранной воды)	3+7
Контроль уровня воды в баке (высота уровня воды, см)	2
Разделители полей	6
Итого	50

Таким образом, одна строка займёт 50 символьных позиций. Применение однобайтной кодировки позволит использовать ровно 50 байт в текстовом файле. Таким образом, годовой журнал работы системы займёт $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 50 \approx 25 \text{ Мб}$ плюс дополнительные сообщения, регистрируемые при специальных режимах (например, `опустошение бака`, `бак полный`, `доступ по сети GSM` и другие).

Ведение журнала позволяет решить сразу ряд задач:

- быстро диагностировать текущее состояние системы;
- определять причины тех или иных аварий на основании данных о предшествующих состояниях системы;
- контролировать ресурс отдельных узлов системы и своевременно предупреждать о необходимости проведения технического обслуживания и ремонта;
- диагностировать медленно развивающиеся аварии на основании изменения параметров системы во времени.

Удалённый доступ к системе может осуществляться с помощью GSM-сети. Это позволяет удалённо контролировать и диагностировать состояние системы сервисной службой, осуществляющей обслуживание группы коллекторов различных объектов.

Обеспечение связи по этой сети требует наличия выделенного адреса в сети Интернет, к которому будут получать доступ установленные устройства связи. Своевременное информирование обслуживающего персонала об аварийных или предаварийных режимах позволяет минимизировать экономические потери.

Терминал подключается к общей шине передачи данных и позволяет получать состояние и установленные параметры системы и задавать новые значения. Удобство применения терминала заключается в том, что он может быть установлен удалённо как от накопительного бака, так и от

солнечного коллектора.

Терминал может выводить пользователям информацию о работе системы, например:

- количество оставшейся воды в баке;
- прогнозируемое время наполнения бака до заданного уровня;
- расход электрической энергии на подогрев бака (в случае необходимости);
- информацию о возникающих неполадках, и другую, которая может быть полезна для персонала.

В качестве датчика для измерения интенсивности солнечного излучения может выступать фототранзистор или фоторезистор. Измерение падающей на солнечный коллектор мощности солнечного излучения позволяет устранить запаздывание регулирования потока воды через коллектор, вызванное временем, в течение которого наступает реакция системы, выражающаяся в изменении температуры горячей воды, на изменение потока солнечного излучения.

Кроме этого, данные об интенсивности солнечного излучения могут быть внесены в журнал для дальнейшего прогнозирования и экономического обоснования эффективности применения солнечных коллекторов, а так же выбора оборудования в случае изменения конфигурации системы.

Снижение эффективности нагрева воды при том же потоке солнечной энергии может свидетельствовать о неполадках в блоке коллектора, повреждениях изоляции и других неисправностях, о которых обслуживающему персоналу может быть сообщено с помощью модуля GSM и через терминал контроля и программирования.

Таким образом, рассмотренная система управления позволяет обеспечить следующие преимущества в конструировании систем гелиоводоподогрева:

- осуществлять подключение к системе более одного солнечного коллектора, в том числе, разных типов;
- осуществлять подключение к системе нескольких баков, что позволяет разделить водоснабжение для независимых объектов или технологических процессов; одновременно такой подход позволяет обеспечить гарантированное водоснабжение наиболее важных процессов даже при авариях в других секциях.

С точки зрения обслуживания эта система обладает следующими преимуществами:

- позволяет передавать данные через GSM сеть с удалённых объектов, что позволяет квалифицированному персоналу контролировать состояние объектов с помощью центрального сервера;
- ведение журнала позволяет обеспечить высокий уровень информационной обеспеченности о состоянии и режиме работы системы, как в настоящем, так и в прошлом, что значительно ускоряет поиск неисправностей и адаптацию системы к изменениям условий работы.

С точки зрения проведения научных исследований режимов работы системы данная модульная конструкция и журналирование позволяют:

- добавлять дополнительные датчики без необходимости перестройки системы;
- ведение журнала фиксирует состояния системы во времени, что позволяет изучать как поведение систем автоматики, так и фиксировать реально происходившие возмущения.

Литература

1. Моренко, К. С. Перспективы применения двухроторного генератора для ветроустановки с управляемым углом атаки лопасти [Текст] / К. С. Моренко // Вестник ВИЭСХ. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2013. — №2(11). — С. 71–73.
2. ГОСТ Р 51595-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Общие технические условия. – М.: Госстандарт, 2000.

3. Патент на полезную модель № 146885 РФ, МПК F24 J2/26. Солнечный коллектор/ В.С. Газалов, А.В. Брагинец (ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии). – №2014123052/06, заявл.: 05.06.2014, опубл.: 20.10.2014, Бюл. №29. – 2с.: ил.

4. Патент № 2550289 РФ, МПК F24 J2/26. Солнечный коллектор с концентратором для гелиоводоподогрева/ В.С. Газалов, А.В. Брагинец (ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии). – №2013146771/06, заявл.: 18.10.2013, опубл.: 10.05.2015, Бюл. №13. – 4с.: ил.

5. Газалов, В.С. Повышение эффективности поглощения энергии солнечного излучения развитой поверхностью солнечного коллектора / В.С. Газалов, А.В. Брагинец// Инновации в сельском хозяйстве. – 2014. – № 3 (8). – С. 119-123.

6. Патент №2471129 RU, МПК F24 J2/34. Всесезонный электрогелиоводонагреватель / В.С. Газалов, Е.Ю. Абеленцев (Северо-кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии). – №2011125361/06, заявл.: 20.06.2011, опубл.: 27.12.2012.

7. Патент № 2540192 РФ, МПК F24 J2/26. Модульный солнечный коллектор/ В.С. Газалов, А.В. Брагинец (ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии). – №2013127491/06, заявл.: 17.06.2013, опубл.: 27.12.2014, Бюл. №36. – 4с.: ил.

References

1. Morenko, K. S. Perspektivy primeneniya dvuhrotornogo generatora dlja vetroustanovki s upravljaemym uglom ataki lopasti [Tekst] / K. S. Morenko // Vestnik VIJeSH. — М.: GNU VIJeSH, 2013. — №2(11). — S. 71–73.

2. GOST R 51595-2000. Netradicionnaja jenergetika. Solnechnaja jenergetika. Kollektory solnechnye. Obshhie tehicheskie uslovija. – М.: Gosstandart, 2000.

3. Patent na poleznuju model' № 146885 RF, MPK F24 J2/26. Solnechnyj kollektor/ V.S. Gazalov, A.V. Braginec (GNU SKNIIMJeSH Rossel'hozakademii). – №2014123052/06, zajavl.: 05.06.2014, opubl.: 20.10.2014, Bjul. №29. – 2s.: il.

4. Patent № 2550289 RF, MPK F24 J2/26. Solnechnyj kollektor s koncentratorom dlja geliovodopodogreva/ V.S. Gazalov, A.V. Braginec (GNU SKNIIMJeSH Rossel'hozakademii). – №2013146771/06, zajavl.: 18.10.2013, opubl.: 10.05.2015, Bjul. №13. – 4s.: il.

5. Gazalov, V.S. Povyshenie jeffektivnosti poglashhenija jenerгии solnechnogo izluchenija razvitoj poverhnost'ju solnechnogo kollektora / V.S. Gazalov, A.V. Braginec// Innovacii v sel'skom hozjajstve. – 2014. – № 3 (8). – S. 119-123.

6. Patent №2471129 RU, MPK F24 J2/34. Vsesezonnyj jelektrogeliovodonagrevatel' / V.S. Gazalov, E.Ju. Abelencev (Severo-kavkazskij nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii i jelektrifikacii sel'skogo hozjajstva Rossel'hozakademii). – №2011125361/06, zajavl.: 20.06.2011, opubl.: 27.12.2012.

7. Patent № 2540192 RF, MPK F24 J2/26. Modul'nyj solnechnyj kollektor/ V.S. Gazalov, A.V. Braginec (GNU SKNIIMJeSH Rossel'hozakademii). – №2013127491/06, zajavl.: 17.06.2013, opubl.: 27.12.2014, Bjul. №36. – 4s.: il.