УДК 69.05:697

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ АВТОНОМНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Серeda С.Н.

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Муром, e-mail: sereda-2010@mail.ru

Целью работы является исследование современных методов дистанционного управления автономной отопительной системой. Рассматривается структура системы автономного отопления, оснащенной средствами автоматизации, позволяющими осуществлять дистанционный контроль ее состояния и управлять режимом работы посредством мобильных устройств (смартфонов и планшетов), подключенных к сети сотовой связи GSM, или любого компьютера с доступом в интернет. Для создания стенда – макета системы проводится подбор необходимого оборудования: теплогенератора, радиаторов отопления, циркуляционного насоса, запорной и трубопроводной аппаратуры, а также средств автоматизации. Кроме того, в конструкции стенда реализован отопительный блок «теплый пол», динамическая характеристика которого, полученная экспериментальным путем, подтверждает его большую инерционность. Рассматриваются различные режимы автоматического управления работой системы отопления: ПИД-регулирование, расписание, погодозависимая автоматика. Приводятся результаты эксперимента по управлению стендом в дистанционном режиме работы. Показаны особенности адаптивного управления стендом в режиме поддержания целевой температуры воздуха в помещении. Дается сравнение эффективности работы радиаторов отопления с различными схемами включения. Разработанный стенд автономной системы отопления с дистанционным управлением предназначен для использования в учебном процессе.

Ключевые слова: система, отопление, микроклимат, автоматизация, дистанционное управление

REMOTE CONTROL OF THE SELF-CONTAINED HEATING SYSTEM

Sereda S.N.

Murom Institute (branch) of Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Murom, e-mail: sereda-2010@mail.ru

The aim of the work is to investigate the up-to-date methods of remote control of the self-contained heating system. The structure of an self-contained heating system equipped with automation equipment is under consideration, which allows remote control of its state and managing of the operation mode via mobile devices (smartphones and tablets), connected to the GSM cellular network, or by means of computer with Internet access. In order to create a stand – layout of the system, the necessary means are selected: a heat generator, heating radiators, a circulating pump, shut-off and pipeline equipment, and automation tools. Moreover, a heating unit «warm floor» is implemented in the stand design, whose dynamic characteristic, obtained experimentally, confirms its great inertness. Various modes of automatic control of the heating system are considered: PID – regulation, schedule mode, weather-dependent automation. The results of the experiment on remote control of a stand are presented. The features of adaptive control of the stand in the mode of maintaining the target air temperature in the room are shown. A comparison of the performance of heating radiators with different switching schemes is given. The developed stand of the self-contained heating system with remote control is to utilize in the educational process.

Keywords: system, heating, microclimate, automation, remote control

Климатические условия на территории Российской Федерации определяют продолжительный холодный сезон, что требует применения систем теплоснабжения и отопления жилых зданий, предприятий и других объектов инфраструктуры городской застройки. Проектирование, монтаж, наладка и эксплуатация систем как централизованного, так и автономного теплоснабжения должны проводиться технически грамотными специалистами. В связи с этим в учебных заведениях страны реализуются программы подготовки кадров по направлению «Строительство» и профилю «Теплогазоснабжение». Для успешного освоения образовательной программы студентами необходимо применение в учебном процессе наглядных учебных материалов, стендов и прочего оборудования, поясняющих структуру, функциональные возможности, принципы работы

и особенности эксплуатации отопительных приборов и систем. При этом особое внимание должно уделяться вопросам автоматизации их работы, контроля и оперативного управления с применением современных аппаратно-программных средств, и возможности предоставляемых инфокоммуникационными системами, сетями мобильной связи, а также сетью Интернет.

Стенд системы автономного отопления с дистанционным управлением

Автономная (децентрализованная) система отопления предназначена для обеспечения требуемых параметров микроклимата в жилых и производственных зданиях, установленных в нормативных документах [1–3]. Проектирование систем отопления должно проводиться в соответствии с Постановлением правительства РФ № 154 [4], Феде-

ральным законом № 190-ФЗ «О теплоснабжении» [5], действующими документами системы проектной документации строительства (СПДС) ГОСТ Р 21.1101-2013 [6], правилами выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования по ГОСТ 21.602-2003 [7], а также требованиями, определенными в СП 60.13330.2016 [8] и СП 41-104-2000 [9].

Внедрение средств автоматизации инженерных систем зданий и сооружений регламентируется ГОСТ 21.208-2013, ГОСТ 21.408-2013 и СП 77.13330.2016 [10, 11].

Структурная схема стенда системы автономного отопления с дистанционным управлением показана на рис. 1.

В состав системы входят: теплогенератор (электрический котел ЭВАН ЭПО 4); контроллер дистанционного управления отопительным оборудованием ZONT H-1; насос циркуляционный Unipump CP25-60 180; нагревательные приборы P1 и P2; датчики температуры DS18B20 (T1 – T7); блок «теплый пол»; не показанные на схеме элементы запорной аппаратуры, расширительный бак и группа безопасности котла.

Выбор электрического котла в качестве теплогенератора для стенда обусловлен: целевым назначением; наличием в здании по месту установки инженерных систем энергоснабжения; возможностями управления режимом работы котла; требованиями безопасности; стоимостью. Котел ЭПО-4 имеет отдельный пульт управления ЭПО-M1 [12] и управляется только в релейном режиме. Управление температурой нагрева теплоносителя в ручном режиме задается ручкой регулировки на пульте котла.

В качестве нагревательных приборов в стенде выбраны два алюминиевых радиатора отопления ECO AL350-80-4, име-

ющих диагональное (P1) и боковое подключение (P2) и соответствующих ГОСТ 31311-2005 [13].

Для автоматического управления работой стенда в дистанционном режиме в конструкции применен контроллер – автономный GSM термостат ZONT H-1 [14], который регулирует работу котла в режиме нагрева на поддержание либо целевой температуры воздуха в помещении, либо заданной температура теплоносителя, считывая показания термодатчиков. Для мониторинга уличной температуры дополнительно снаружи помещения устанавливается датчик T6, либо термостат может получить информацию о температуре воздуха на улице с погодного сервера (Gismeteo).

Кроме того, термостат позволяет контролировать техническое состояние котла и оповещать оператора при возникновении аварии котла, отключении напряжения питания, неисправности температурных датчиков или срабатывании дополнительных датчиков сигнализации посредством SMS сообщений на заданный номер мобильной связи.

Принцип дистанционного управления системой состоит в том, что с помощью ZONT по GSM каналу связи пользователь-оператор может задавать режим работы системы отопления, дистанционно включать и выключать систему и оперативно отслеживать показания термодатчиков посредством веб-сервиса в личном кабинете на сайте <https://zont-online.ru/>, на котором также проводится настройка работы термостата. Дистанционное управление работой системы отопления возможно как с мобильных устройств (смартфонов и планшетов) с установленным приложением ZONT, так и с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

Рис. 1. Схема стенда системы автономного отопления

Режимы управления котлом

Для автоматического управления работой котла, в настройках термостата необходимо назначить датчик температуры по которому будет контролироваться текущая температура. Термостат сравнивает текущую температуру с заданной и дает команду на включение или выключение котла. Назначение датчика для регулирования выполняется в веб-сервисе, настройка «Датчик температуры».

Если котел должен поддерживать заданную температуру воздуха в помещении (показания датчика T5), то в назначении датчиков нужно указать этот датчик в настройке «По воздуху». Если котел должен поддерживать заданную температуру теплоносителя (показания датчика T1), то в назначении датчиков нужно указать этот датчик в настройке «По теплоносителю».

При неисправности датчика температуры, назначенного для регулирования, управление на датчик, назначенный «резервным». Если резервный датчик не назначен, то термостат переходит в аварийный режим работы и включает нагрев котла через равные промежутки времени: 15 мин нагрев включен, 15 мин – котел остывает.

Алгоритм управления котлом в режиме регулирования по теплоносителю (ПИД) состоит в том, что термостат ZONT анализирует скорость изменения текущей температуры в помещении относительно заданной и вычисляет расчетную температуру теплоносителя, необходимую для ее плавного поддержания. Таким образом, включение и выключение котла осуществляется по показаниям датчика температуры теплоносителя и расчетной температуре воздуха в помещении.

Режим погодозависимой автоматики (ПЗА) предназначен для управления работой котла с учетом данных об изменении температуры на улице. В основе алгоритма ПЗА лежит использование определенных, заранее вычисленных зависимостей уличных температур и температуры теплоносителя, достаточных для поддержания в помещении целевой температуры равной 20 °С (рис. 2).

Для правильной работы режима ПЗА необходимо экспериментальным путём подобрать номер кривой, который зависит от самой системы отопления, от теплопотерь здания и от некоторых других факторов. Для управления работой котла в режиме ПЗА используются показания трех датчиков: температуры теплоносителя, температуры на улице и температуры воздуха в помещении.

Режим «Расписание» управления котлом предназначен для поддержания целевой температуры в соответствии с заданным расписанием. В настройках расписания задаются временные участки, на которых будут поддерживаться заданные температуры или будет включаться выбранный режим работы термостата «Эконом», «Комфорт», «Пользовательский».

Результаты экспериментов

Эксперимент со стендом проводился в лабораторных условиях при следующих условиях: уличная и комнатная температуры +22 °С; целевая температура в помещении +25 °С. В ходе эксперимента необходимо оценить температуру нагрева теплоносителя, теплоотдачу радиаторов отопления, время выхода системы в стационарный режим (поддержания целевой температуры).

Рис. 2. Кривые настройки режима погодозависимой автоматики

Рис. 3. Кривые разгона котла

Рис. 4. Кривая разгона теплого пола

На рис. 3 представлены кривые температур теплоносителя на выходе из котла (подача, T1) и в обратном трубопроводе (обратка, T7). Разница между указанными температурами составляет 2 °С, что характеризует незначительные тепловые потери до 8 кВт в радиаторах отопления в силу их малых размеров, компактности стенда и малое отклонение начальной температуры от заданной. Максимальная теплоотдача радиатора отопления может быть при разности температур $T1 - T7 = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Время нагрева теплоносителя от комнатной до заданной температуры (35 °С) составило около 10 мин. При этом следует отметить нелинейный ступенчатый характер кривой разгона котла – динамической характеристики, отражающей алгоритм работы автоматики.

Блок теплого пола обладает большой инерцией. На его прогрев и остывание после отключения питания требуется время до четырех часов (рис. 4).

Сравнение кривых разгона радиаторов отопления (рис. 5) позволяет сделать вывод,

что радиатор 1 с диагональной схемой подключения прогревается немного быстрее и имеет большую теплоотдачу, чем радиатор 2 с боковым подключением.

Рис. 5. Кривые разгона радиаторов отопления

Заключение

В работе представлена конструкция стенда системы автономного отопления с дистанционным управлением, предназначенной для учебных целей. Стенд оснащен средствами автоматизации, позволяющими осуществлять дистанционный контроль ее состояния и управлять режимом работы посредством мобильных устройств (смарт-фонов и планшетов), подключенных к сети сотовой связи GSM, или любого компьютера с доступом в интернет. Рассмотрены различные режимы автоматического управления работой системы отопления: ПИД-регулирование, режим расписания, режим погодозависимой автоматики.

Приведены результаты экспериментов по исследованию динамики компонентов системы, кривых разгона теплогенератора, отопительных приборов и блока «теплый пол», динамическая характеристика которого, полученная экспериментальным путем, показывает его большую инерционность.

Из приведенных результатов эксперимента по управлению стендом в дистанционном режиме работы выявлены особенности адаптивного управления стендом в режиме поддержания целевой температуры воздуха в помещении. Приведено сравнение эффективности работы радиаторов отопления с различными схемами включения.

Список литературы

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.

2. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. [Электронный ресурс]. URL: http://metrolog-spb.ru/wp-content/uploads/sanpin_2.2.4.3359-16.pdf (дата обращения: 06.06.2020).

3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99. М.: Минстрой России, 2013. 120 с.

4. Постановление Правительства РФ от 22.02.2012 г. № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/616/154.pdf> (дата обращения: 06.06.2020).

5. Федеральный закон «О теплоснабжении» от 27 июля 2010 года № 190-ФЗ (ред. от 29.07.2018). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902227764> (дата обращения: 06.06.2020).

6. ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации. М.: Стандартинформ, 2013. 84 с.

7. ГОСТ 21.602-2016. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. М.: Стандартинформ, 2016. 31 с.

8. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Минстрой России, 2016. 104 с.

9. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения М.: Минстрой России, 2008. 22 с.

10. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. М.: Стандартинформ, 2014. 42 с.

11. СП 77.13330.2016 Системы автоматизации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85. М.: Минстрой России, 2016. 134 с.

12. Котел ЭВАН ЭПО-4. [Электронный ресурс]. URL: https://www.evan.ru/products/kotly_elektricheskie/epo-2_5-30/epo_4 (дата обращения: 06.06.2020).

13. ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2007. 15 с.

14. GSM термостат Zont H-1. [Электронный ресурс]. URL: <https://zont-online.ru/internet-magazin/termostat/zont-h1> (дата обращения: 06.06.2020).