

КОНСТАНТИНОВ И.С., ФЕДОРОВ С.С.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ МНОГОКОНТУРНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В статье проведен анализ динамики работы многоконтурной системы теплоснабжения зданий и сооружений при зависимом подключении к тепловым сетям. На основе построенной математической модели процесса управления системой теплоснабжения зданий и сооружений, предложен алгоритм работы исполнительных механизмов для блока отопления каждого фасада при постоянно изменяющихся погоднo-климатических условиях. Полученное решение позволяет сократить затраты на теплоснабжение при поддержании заданной температуры в отапливаемых помещениях.

Ключевые слова: система управление, алгоритм, выбор режима, математическая модель, ресурсосбережение, система теплоснабжения.

Система теплоснабжения (СТ) зданий и сооружений с зависимым подключением к тепловым сетям имеет свои особенности и сложности. Учитывая современные тенденции в регулирование тепловых потоков – переход от центрально к индивидуальному регулированию и реализуемые программы энергосбережения (Государственной программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 года), наибольший интерес вызывают СТ разделенные на отдельные контуры.

В общем случае отопительный контур любого здания или сооружения (группы зданий или сооружений) может быть представлен, как многоконтурная система отопления (рис.1), где каждая из ветвей в свою очередь может являться аналогичной самостоятельной, в том числе и многоконтурной системой отопления. То есть мы имеем дело с иерархической структурой с аналогичной системой управления на каждом из уровней, что требует построение единого алгоритма управления на каждом из уровней системы. Проблемам построения систем управления сложными многоуровневыми объектами обеспечивающие ресурсоэффективное управление просвещено достаточное количество работ [1-5]. В нашем случае расчетные формулы теплового баланса внутри контуров определяются как их назначением, геофизическим расположением, архитектурной формой и другими физико-техническими характеристиками.

Для создания алгоритма управления рассмотрим вариант построения системы отопления здания, где каждый контур (ветвь) соответствует заданному наружному фасаду. В этом случае систему отопления можно рассматривать, как пофасадную.

В работах [6, 7] были проанализированы нормативные схемы управления СТ при зависимом присоединении к тепловым сетям и предложен модифицированный вариант управления такими системами позволяющий повысить эффективность их работы.

Рассмотрим тепловой баланс в i -й ветви (i -м фасаде) СТ на рис.1. используя полученное в [6] соотношение:

$$t_{Ai} = t_{\kappa}(\bar{k} + 1) - \bar{k}t_{ni}, \quad (1)$$

где t_{Ai}, t_{ni} – соответственно температуры: точке A_i , наружного воздуха на i -м фасаде, $^{\circ}C$; t_{κ} – нормируемая температура внутреннего воздуха отапливаемого здания, $^{\circ}C$; \bar{k} – безразмерная константа, зависящая от теплофизических свойств i -го фасада. Изменение значения температуры t_{ni} на величину $Dt_{ni} = t_{ni2} - t_{ni1}$ согласно формулы (1) приведет к изменению температуры t_{Ai} на величину Dt_{Ai} :

$$Dt_{Ai} = t_{Ai2} - t_{Ai1} = t_{\kappa}(\bar{k} + 1) - \bar{k}t_{ni2} - t_{\kappa}(\bar{k} + 1) + \bar{k}t_{ni1} = -\bar{k}(t_{ni2} - t_{ni1}) = -\bar{k}Dt_{ni}, \quad (2)$$

где $t_{Ai1}, t_{Ai2}, t_{ni1}, t_{ni2}$ соответственно значения температур t_n и t_A в начальном и конечном состоянии при изменении. Изменение температуры Dt_{Ai} приводит к изменению DQ_i теплового

потока Q_i предназначенного для компенсации тепловых потерь на i -ом фасаде, что в свою очередь к изменению температуры внутреннего воздуха t_k .

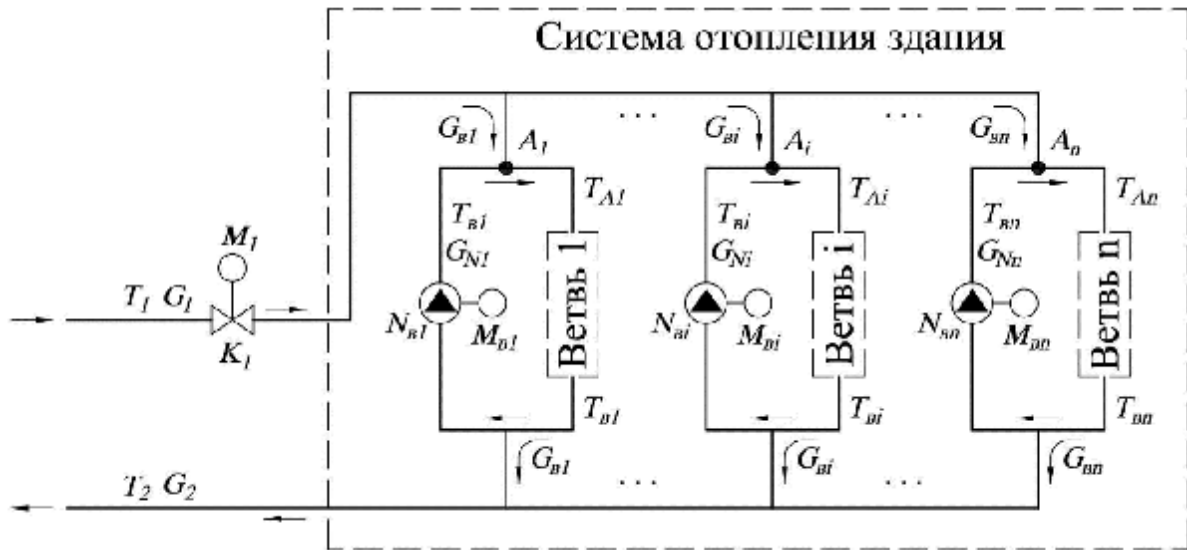


Рисунок 1 – Модифицированная схема с возможностью оптимального управления расходом теплоносителя по ветвям СО (n-количество ветвей СО (фасадов))

Соответствующее значение теплового потока в Q_i в начальном и конечном состояниях определяется по формулам:

$$Q_{i1} = G_{i1} t_{Ai1}, \tag{3}$$

$$Q_{i2} = G_{i2} t_{Ai2} = (G_{i1} + DG_i)(t_{Ai1} + Dt_{Ai}), \tag{4}$$

где $Q_{i1}, Q_{i2}, G_{i1}, G_{i2}, DG_i$ соответственно значения теплового потока, расхода теплоносителя и его изменение при переходе из начального в конечное состояние, Вт, $m^3/ч$. В этом случае, учитывая (3) и (4) найдем изменение теплового потока:

$$DQ_i = Q_{i2} - Q_{i1} = DG_i(t_{Ai1} + Dt_{Ai}) + G_{i1}Dt_{Ai}, \tag{5}$$

но принимая во внимание $t_{Ai1} + Dt_{Ai} = t_{Ai2}$ получим

$$DQ_i = DG_i t_{Ai2} + G_{i1}Dt_{Ai}. \tag{6}$$

Учитывая соотношение (2), имеем:

$$DQ_i = DG_i t_{Ai2} - G_{i1} \bar{k} Dt_{ni} \tag{7}$$

С другой стороны тепловой поток Q_i можно определить по формуле

$$Q_i = k_i(t_k - t_{ni})F_i, \tag{8}$$

где k_i - коэффициент теплопередачи i -го фасада, $Вт/м^2\text{ }^\circ C$; F_i - площадь наружных ограждений i -го фасада, $м^2$.

Соответственно изменение теплового потока DQ_i определяется аналогично формуле (5), используя (8) получим:

$$DQ_i = Q_{i2} - Q_{i1} = k_i(t_k - (t_{ni1} + Dt_{ni}))F_i - k_i(t_k - t_{ni1})F_i = -k_iDt_{ni}F_i. \tag{9}$$

Подставляя (7) в (9) имеем:

$$DG_i t_{Ai2} - G_{i1} \bar{k} Dt_{ni} = -k_iDt_{ni}F_i \tag{10}$$

Преобразуем (10) к виду:

$$DG_i = -\frac{Dt_{ni}}{t_{Ai2}}(k_i F_i - \bar{k} G_{i1}). \tag{11}$$

Очевидно выполняется требования:

$$k_i F_i - \bar{k} G_{i1} \geq 0, \tag{12}$$

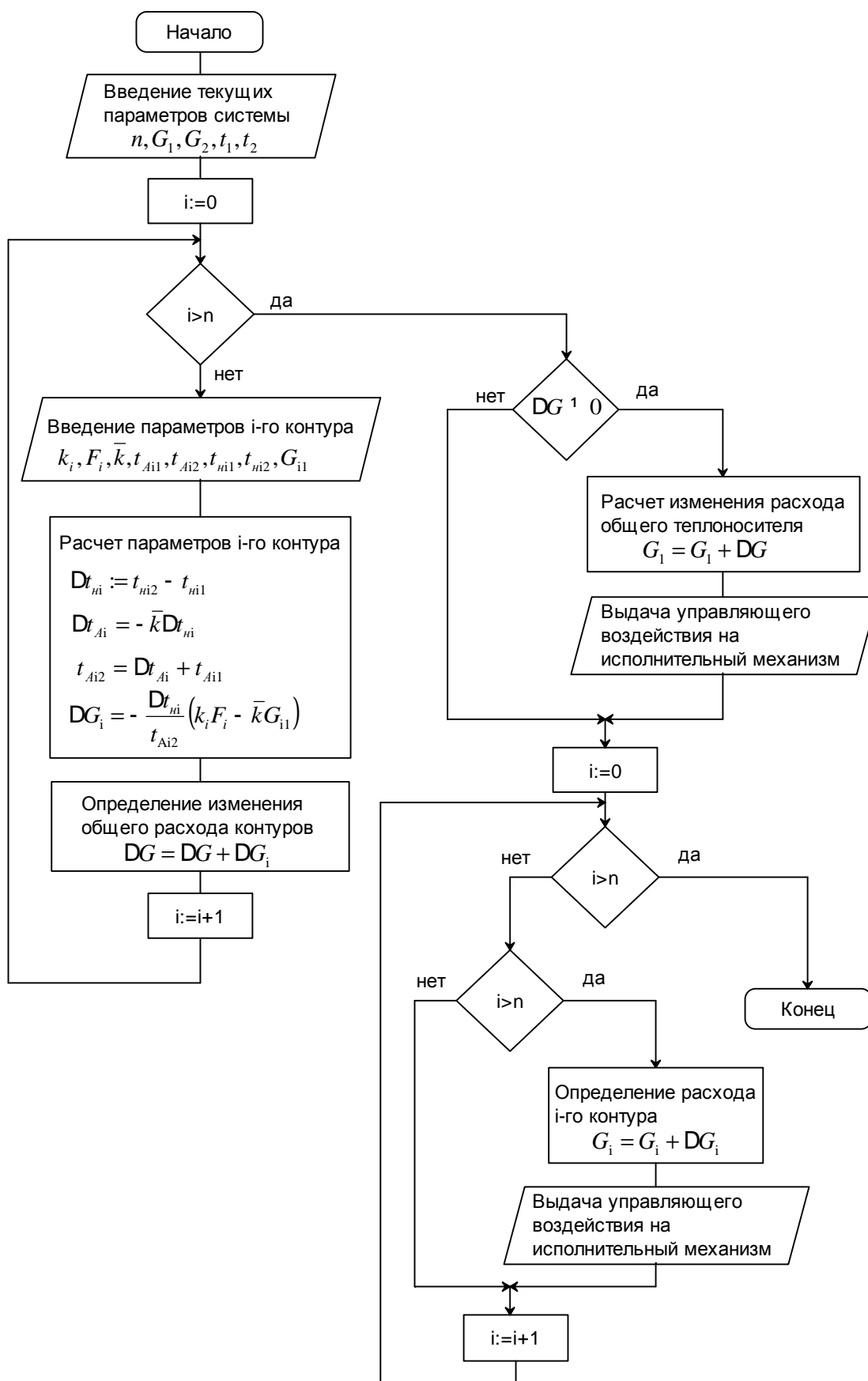


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма управления многоконтурной СТ при зависимом присоединении к тепловым сетям

тогда:

$$G_{i1} \propto \frac{k_i F_i}{k}, \quad (13)$$

что достигается за счет значительных значений суммарной площади F_i наружных ограждений i -го фасада.

Далее достаточно просуммировать все значения DG_i за полный цикл проверки всех фасадов по формуле:

$$DG_1 = \sum_{i=1}^n DG_i \quad (14)$$

Для реализации теоретических положений, изложенных выше и принимая во внимание решения [8, 9] мы предлагаем алгоритм управления регулированием параметров теплоносителя учитывающую потребление тепловой энергии всеми фасадами.

Процесс управления включает в себя три этапа. На первом этапе происходит мониторинг состояния наружных температур на каждом фасаде

На (рис.2) представлена блок-схема алгоритма управления электроприводами исполнительных механизмов СТ M_1 и $M_{в1}, \dots, M_{ви}, \dots, M_{вн}$ соответственно исполнительного механизма K_1 и исполнительных механизмов $N_{в1}, \dots, N_{ви}, \dots, N_{вн}$.

Предполагается, что в общих подающем и обратном трубопроводах СТ созданы номинальные - безаварийные условия.

Выводы:

1. Проведенный анализ динамики работы системы многоконтурного теплоснабжения зданий и сооружений при зависимом подключении к тепловым сетям позволяет определить параметры необходимые для построения алгоритма управления данной системой.

2. Предложен алгоритм управления исполнительными механизмами системы теплоснабжения для каждого контура системы при постоянно изменяющихся погодноклиматических условиях.

3. Разработанный алгоритм управления позволяет перераспределять тепловую энергию по системам отопления фасадов, в зависимости от текущей температуры на конкретном фасаде, и оптимизировать затраты на теплоснабжение и эффективнее поддерживать заданную температуру в отапливаемых помещениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Константинов, И.С. Особенности построения и интеллектуализация системы экомониторинга в составе автоматизированной системы управления экологической безопасностью [Текст] / И.С. Константинов, О.Д. Иващук // Информационные системы и технологии. – 2010. - №6. – С. 113-118.
2. Ivashchuk O.A. Human resources potential as an object of automated control[Text] / O. A. Ivashchuk, I.S. Konstantinov // International journal of applied engineering research. – 2015. - №12. – С. 371-380.
3. Иващук, О.А. Моделирование автоматизированной системы управления экологической безопасностью территории жилой [Текст] / О.А. Иващук, И.С. Константинов, О.Д. Иващук // Жилищное строительство. – 2012. - №3. – С. 32-34.
4. Клюева, Н.В. Ресурсоэнергосберегающая конструктивная система жилых и общественных зданий с заданным уровнем конструктивной безопасности [Текст] / Н.В. Клюева, В.И. Колчунов, А.С. Бухтиярова. // Промышленное и гражданское строительство. – М.: Изд.-во ПГС, 2014. - № 2. – С.37-40.
5. Клюева, Н.В. К оценке теплотехнической однородности конструкции I-образного несущего ригеля наружного стенового ограждения здания со смешанной конструктивной системой [Текст] / Н.В. Клюева, А.В. Малахов, С.И. Горностаев // Строительство и реконструкция. – 2014. - №5 (55). – С. 23-28.
6. Федоров, С.С. Управление системой отопления зданий с позиции ресурсосбережения [Текст] / С.С. Федоров, Д.Н. Тютюнов, Н.В. Клюева // Строительство и реконструкция. – 2013. - №5. – С. 36-40.
7. Федоров, С.С. Оптимизация процесса управления системой теплоснабжения зданий [Текст] / С.С. Федоров, Н.В. Клюева, Н.В. Бакаева // Строительство и реконструкция. – 2015. - №5(61). – С. 90-95.
8. Патент РФ № 2485407, 20.06.2013 С.Г. Емельянов, Н.С. Кобелев, С.С. Федоров, Д.Н. Тютюнов, В.Н. Кобелев / Устройство для регулирования расхода тепла на отопление в системах теплоснабжения [Текст] // Патент России №2485407, 2013. Бюл. № 17.

9. Патент РФ № 2431781, 20.10.2011 С.Г. Емельянов, Н.С. Кобелев, С.С. Федоров, Т.В. Алябьева, В.Н. Кобелев / Устройство для регулирования температуры воздуха в помещении [Текст] // Патент России №2431781, 2011. Бюл. № 29.

И.С. Константинов

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород
Доктор технических наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности,
директор института инженерных технологий и естественных наук
E-mail: ViceRectorScience@bsu.edu.ru

С.С. Федоров

Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Преподаватель, кафедра теплогазоводоснабжение
E-mail: ssfedorov@list.ru

I. KONSTANTINOV, S. FEDOROV

**ALGORITHM OF MANAGEMENT OF SYSTEM OF MULTICIRCUIT
HEAT SUPPLY OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS**

In this article the analysis of dynamics of work of multicircuit system of heat supply of buildings and constructions at dependent connection to thermal networks is carried out. The algorithm of control of executive mechanisms of system of heat supply for the block of heating of each facade at constantly changing weather climatic conditions is offered. That allows to reduce costs of heat supply at maintenance of the set temperature in the heated rooms.

Keywords: system management, algorithm, mode choice, mathematical model, resource-saving, system of heat supply.

BIBLIOGRAPHY

1. Konstantinov, I.S. Features of construction and intellectualization of system of ecomonitoring as a part of an automated control system for ecological safety of [Text] / I.S. Konstantinov, O. D. Ivashchuk//Information systems and technologies. – 2010. - No. 6. – Page 113-118.
2. Ivashchuk O.A. Human resources potential as an object of automated control [Text]/O. A. Ivashchuk, I.S. Konstantinov//International journal of applied engineering research. – 2015. - No. 12. – Page 371-380.
3. Ivashchuk, O. A. Modeling of an automated control system for ecological safety of the territory inhabited [Text] / O. A. Ivashchuk, I.S. Konstantinov, O. D. Ivashchuk//Housing construction. – 2012. - No. 3. – Page 32-34.
4. Klyueva, N. V. Resursoenergoberegayushchaya constructive system of residential and public buildings with the set level of constructive safety [Text] / N. V. Klyueva, V. I. Kolchunov, A.S. Bukhtiyarova.//Industrial and civil engineering. – М.: Prod. - in PGS, 2014. - No. 2. – Page 37-40.
5. Klyueva, N. V. K to an assessment of heattechnical uniformity of a design of the l-shaped bearing crossbar of an external wall protection of the building with the mixed constructive system [Text] / N. V. Klyueva, A.V. Malakhov, S. I. Gornostayev//Construction and reconstruction. – 2014. - No. 5 (55). – Page 23-28.
6. Fedorov, S. S. Management of heating of buildings of system from a position of resource-saving [Text] / S. S. Fedorov, D. N. Tyutyunov, N. V. Klyueva//Construction and reconstruction. – 2013. - No. 5. – Page 36-40.
7. Fedorov, S. S. Optimization of management of system of heat supply of buildings [Text] / S. S. Fedorov, N. V. Klyueva, N. V. Bakayeva//Construction and reconstruction. – 2015. - No. 5(61). – Page 90-95.
8. The patent Russian Federation No. 2485407, 20.06.2013 S.G. Yemelyanov, N. S. Kobelev, S. S. Fedorov, D. N. Tyutyunov, V.N. Kobelev/Ustroystvo for regulation of an expense of heat on heating in systems of heat supply [Text]//the Patent of Russia No. 2485407, 2013. Bulletin No. 17.
9. The patent Russian Federation No. 2431781, 20.10.2011 S.G. Yemelyanov, N. S. Kobelev, S. S. Fedorov, T.V. Alyabyeva, V.N. Kobelev/Ustroystvo for regulation of air temperature indoors [Text]//the Patent of Russia No. 2431781, 2011. Bulletin No. 29.

I. Konstantinov

Belgorod state national research university, Belgorod
Doctor of Engineering, professor, vice rector for scientific and innovative activity,
director of institute of engineering technologies and natural sciences
E-mail: ViceRectorScience@bsu.edu.ru

S. Fedorov

South Western state university, Kursk
Lecturer of the department of heat and gas supply
E-mail: ssfedorov@list.ru