

Из рисунка видно, что адаптивный шаговый алгоритм устойчив к вертикальному и горизонтальному дрейфу. Чем больше помехи измерений, тем больше отставание поиска от оптимума объекта управления.

В дальнейшем предполагается использование других методов идентификации, правил выбора направления, а также исследование алгоритма с переменным шагом  $a$ .

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Масальский Г.Б. Основы адаптивных систем: учебное пособие [Электронный ресурс] / сост. Г.Б. Масальский. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 1 диск.
2. Растринин Л.А. Системы экстремального управления. – М.: Наука, 1974
3. Либерзон Л.М., Родов А.Б. Системы экстремального регулирования / Под ред. проф. В.В. Казакевича. – М.: Энергия, 1965.

Научный руководитель: Г.Б. Масальский, к.т.н., профессор кафедры робототехники и технической кибернетики, Сибирский федеральный университет.

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕМ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ**

Н.С. Айкина

Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТП, группа 5БМ74

В соответствии с классической схемой теплоснабжения предполагается, что температура теплоносителя регулируется централизованно, и тепло поступает в здание независимо от реальной потребности, в соответствии с выполненными на этапе проектирования расчетами. Вследствие чего нередко наблюдается «перетоп», в особенности осенью и весной. Следствием этого является неэффективный расход тепла в случаях, когда не предусматривается регулирование теплотребления на объекте. Внедрение автоматических систем регулирования (АСР) температуры в контурах отопления, горячего водоснабжения и вентиляции является сегодня основным подходом к вопросам экономии тепловой энергии. Установка систем автоматического регулирования в тепловых пунктах снижает потребление тепла в административных помещениях до 45 %. Максимальный эффект достигается за счет оптимального регулирования в отопительный сезон, когда автоматика центральных тепловых пунктов практически не выполняет в полной мере свои функциональные возможности.

На сегодняшний момент сформулированная проблема имеет решения. Этим вопросом занимается большое число организаций. Предложенные техни-

ческие решения позволяют решить такие задачи как осуществление контроля параметров и автоматическое управление значениями показателей теплоносителя с целью оптимизации потребления тепловой энергии. В то же время установка узлов учета тепловой энергии позволяет контролировать и регистрировать качественные и количественные показатели расхода тепловой энергии, что снижает расходы на оплату энергоресурсов при расчете с теплоснабжающей организацией.

В решении поставленной проблемы заинтересованы объекты различных категорий, такие как нежилые здания, находящиеся в собственности муниципального образования, а также здания, находящиеся на балансе различных организаций: управлений здравоохранения, образования, администрации: жилые помещения, а также заводы и предприятия, так как использование систем учета и регулирования теплопотребления позволяет уменьшить теплопотребление, а, следовательно, снизить затраты на оплату услуг.

Целью работы является модернизация автоматической системы контроля и регулирования теплопотребления административного здания на базе микропроцессорного контроллера.

Объектом регулирования является общественное здание административного назначения по адресу улица Говорова 19Б в городе Томске, тепловая нагрузка которого составляет 0,5884 Гкал/ч, в том числе 0,2414 Гкал/ч – на нужды отопления, 0,3470 Гкал/ч– на нужды вентиляции. В тепловом пункте установлены пластинчатые теплообменники. Нагрузка здания рассчитана на температуру –39 °С. Схема подключения системы горячего водоснабжения – закрытая. Схема подключения системы отопления и приточной вентиляции – независимая. Расчетный температурный график – 150/70 °С со срезкой 125 °С. Давление в точке подключения P1=6,4 кгс/см<sup>2</sup>, P2=4,3 кгс/см<sup>2</sup>. Расход теплового потока на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также технологические нужды приведены в таблице 1.

Табл. 1. Расчетные тепловые потоки

| Наименование потребителя                     | Расход теплового потока,Вт/(ккал/час) |            |                       |                       |         |
|--|---------------------------------------|------------|-----------------------|-----------------------|---------|
|  | Отопление                             | Вентиляция | Горячее водоснабжение | Технологические нужды | Всего   |
| Административное здание по ул. Говорова, 19В | 280 785                               | 281 600    | 139 780               | —                     | 702 165 |
|  | 241 432                               | 242 132    | 120 189               |                       | 603 753 |
| Нагрузка на перспективу                      |                                       | 121 944    |                       | —                     | 824 109 |
|  |                                       | 104 853    |                       |                       | 709 706 |

В ходе работы выполнен расчёт расходов теплоносителя.

Максимальный расход теплоносителя:

$$G_{\max} = \frac{Q_{\max} \cdot 10^{-3}}{c \cdot (T_{np} - T_{обp})} = \frac{0,5884 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot (125 - 70)} = 10,15 \quad \text{т/час,} \quad (1)$$

где  $Q_{\max} = 0,5884$  Гкал/час – расчетная максимальная тепловая нагрузка;

$c = 1$  Ккал/кг – удельная теплоемкость воды;

$T_{\text{обр}} = 70$  °С – температура воды в обратном трубопроводе;

$T_{\text{пр}} = 125$  °С – температура воды в подающем трубопроводе.

Средний расход теплоносителя:

$$G_{\text{cp}} = \frac{Q_{\text{cp}} \cdot 10^{-3}}{c \cdot (T_{\text{пр}} - T_{\text{обр}})} = \frac{0,39 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot (125 - 70)} = 7,091 \quad \text{т/час} \quad (2)$$

Средняя тепловая нагрузка:

$$Q_{\text{cp}} = \frac{Q_{\max} (T_{\text{вн}} - T_{\text{ср}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\min})} = \frac{0,5884 \cdot (20 - (-19,1))}{(20 - (-39))} = 0,39 \quad \text{т/ч}, \quad (3)$$

где  $T_{\text{вн}} = 20$  °С – внутренняя температура в помещении;

$T_{\min} = -39$  °С – минимальная температура наружного воздуха;

$T_{\text{ср}} = -19,1$  °С – температура наиболее холодного месяца (январь).

Минимальный расход теплоносителя вычисляем по формуле:

$$G_{\min} = \frac{Q_{\min} \cdot 10^{-3}}{c \cdot (T_{\text{пр}} - T_{\text{обр}})} = \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot (75 - 52)} = 4,35 \quad \text{т/час}. \quad (4)$$

Минимальная тепловая нагрузка:

$$Q_{\min} = \frac{Q_{\max} (T_{\text{вн}} - T_{\text{л}})}{(T_{\text{вн}} - T_{\min})} = \frac{0,5884 \cdot (20 - 10)}{(20 - (-39))} = 0,1 \quad \text{Гкал/ч}, \quad (5)$$

где  $T_{\text{л}} = 10$  °С – средняя температура летнего месяца;

$T_{\text{обр}} = 52$  °С – температура воды в обратном трубопроводе;

$T_{\text{пр}} = 75$  °С – температура воды в подающем трубопроводе.

Выбор структуры АСР контура отопления здания

Главной особенностью системы регулирования температурой теплоносителя в контуре отопления является его большая тепловая инерционность, тогда как инерционность системы горячего водоснабжения значительно меньше. Поэтому задача стабилизации температуры воздуха в отапливаемом помещении значительно сложнее, чем задача поддержания температуры горячей воды в системе горячего водоснабжения.

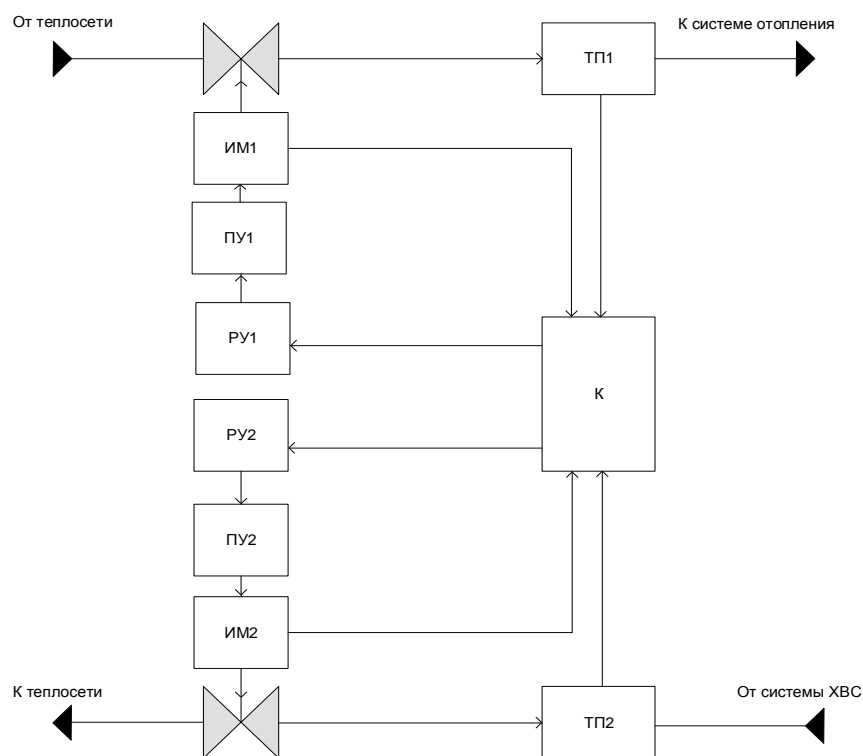


Рис. 1. Структурная схема АСР температуры теплоносителя в контуре отопления здания

Основными возмущающими воздействиями являются внешние метеоусловия, в том числе ветер, солнечная радиация. В работе выбрана схема регулирования по возмущению внешних параметров.

Структурная схема разработанной системы показана на рисунке 1. Условные обозначения, принятые на рисунке 1 приведены в таблице 3.

Табл. 3. Условные обозначения (рис.1)

| Обозначение | Расшифровка                        |
|-------------|------------------------------------|
| ТП          | Термоэлектрический преобразователь |
| К           | Контроллер                         |
| РУ          | Устройство ручного управления      |
| ПУ          | Пусковое устройство                |
| РО          | Регулирующий орган                 |
| ИМ          | Исполнительный механизм            |

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 21.602-2003 «Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования» (введен в действие постановлением Госстроя РФ от 20 мая 2003 г. № 39).
2. ГОСТ 21.403-80. Система проектной документации для строительства. Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое. – М: Изд-во стандартов, 1981. – 34 с.

3. ГОСТ 21.408-93. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – М: Изд-во стандартов, 1993. – 53 с.
4. Программируемый логический контроллер Элсима. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elesy.ru/products/products/elsyma/elsyma-m01/ti.aspx>. – Загл. с экрана.

Научный руководитель: Ю.К. Атрошенко, к.т.н., старший преподаватель каф. АТП ЭНИН ТПУ.

## **РЕКОНСУКЦИЯ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ПАРОВОГО КОТЛА ТИПА ТГМ-84 ПРИ ПЕРЕВОДЕ НА АВТОМАТИЧЕСКИЙ РОЗЖИГ**

Е.А. Андрианова  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТП, группа 5Б4В

ТЭЦ-1 входит в комплекс предприятий Нижнекамского нефтехимического промышленного узла, который расположен в районе республики Татарстан. Промышленный узел находится юго-восточнее г. Казань. ТЭЦ обеспечивает теплом и электроэнергией промышленный комплекс и г. Нижнекамск. ТЭЦ была введена в эксплуатацию в 1967 году.

Основное оборудование ТЭЦ включает в себя 16 энергетических, 5 водогрейных котлов и 11 турбоагрегатов.

Объектом автоматизации является паровой котел типа ТГМ-84. Его технические характеристики приведены в таблице 1.

Табл. 1.

| Технические характеристики котла ТГМ-84             |               |
|---|---------------|
| Паропроизводительность, т/ч                         | 420           |
| Давление перегретого пара, кгс/см <sup>2</sup>      | 140           |
| Температура перегретого пара, °С                    | 560           |
| Температура питательной воды, °С                    | 230           |
| Температура уходящих газов, °С                      | 117           |
| Вид топлива   | Природный газ |
| Расход природного газа на котел, нм <sup>3</sup> /ч | 34100         |
| Давление газа перед котлом, кПа                     | 150           |
| Давление газа за регулирующим клапаном, кПа         | 50            |
| Количество горелок                                  | 4             |

Основными целями модернизации системы автоматического розжига горелок в части управления оборудованием газоснабжения котла являются:

- обеспечение жесткого соблюдения технологии розжига, сокращение или исключение ручных операций, предотвращение ошибок оперативного персонала при выполнении операций по пуску котла;