Исследование системы отопления с зависимым присоединением к источнику тепла на основе автоматизированного индивидуального теплового пункта

Александрова Анна Федоровна
Сибирский федеральный университет

В данной работе исследовалась система отопления с зависимым присоединением к источнику тепла на основе автоматизированного индивидуального теплового пункта (далее —ИТП) (рисунок 1), в целях определения основных соотношений между расходами и температурами теплоносителя в системе отопления здания, а также параметров здания как объекта управления.

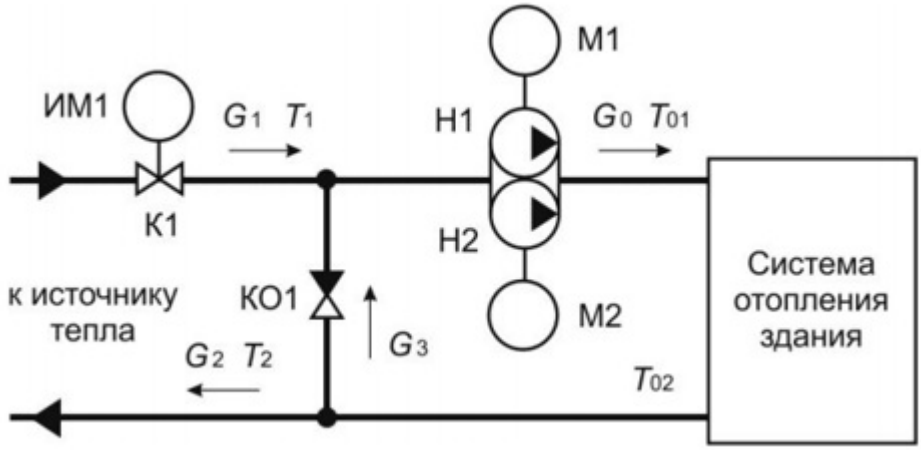


Рис. 1 — Блок-схема зависимого присоединения системы отопления здания на базе автоматизированного ИТП к источнику тепла

где: K1 — регулирующий клапан с электроприводом; KO1 — обратный клапан на перемычке; H1, H2 — моноблок циркуляционных насосов с электроприводами M1 и M2; G_1, T_1 и G_2, T_2— расходы и температуры теплоносителя на вводе в ИТП в подающем и обратном трубопроводах; T_{01}, $T_{0\ 2}$— температуры теплоносителя в системе отопления здания в подающем и обратном трубопроводах; G_0 — расход теплоносителя в системе отопления здания; G_3 — расход теплоносителя через перемычку с KO1.

Исследовав блок-схему, а также типовые динамические характеристики системы отопления здания, можно сделать вывод, что расход (G_1), определяемый положением штока регулирующего седельного клапана с исполнительным механизмом, а также температура теплоносителя (T_1), определяемая режимом работы источника тепла, являются входными переменными.

Регулирование температуры подаваемого в систему отопления теплоносителя (T_{01}) происходит за счет смешивания теплоносителя из тепловой сети с температурой T_1 и расходом G_1 и теплоносителя из обратного трубопровода через перемычку с температурой T_{02} и расходом G_3. Данный процесс объясняет последующую динамику температуры T_{01} в системе отопления. Так как, расход G_0, определяемый циркуляционными насосами H1 и H2, будет неизменен, то из закона сохранения массы следует соотношение:

$$G_3(t) = G_0 - G_1(t) \qquad (1)$$

На основании допущения о возможности пренебрежения переходными процессами на участке смешивания в связи с тем, что скорость протекания теплоносителя намного меньше скорости распространения звука в среде, закон сохранения количества теплоты в узле смешивания теплоносителя примет вид [5]:

$$G_0 T_{01}(t) = G_1(t) T_1(t) + G_3(t) T_{02}(t) \qquad (2)$$

Таким образом, существенной задачей управления системой отопления является регулирование температуры теплоносителя на вводе в систему отопления здания (T_{01}) путем смешивания теплоносителей с температурами T_1 и T_{02}. При этом основной управляющей величиной будет являться расход теплоносителя на вводе в ИТП (G_1). Вместе с тем, входящая в уравнение величина T_{02} определяется параметрами системы отопления и свойствами ограждающих конструкций здания, подвержена различным возмущающим воздействиям (к примеру, условия окружающей среды).

Для объективной оценки характера связи между температурами T_{01} и T_{02}, принимая во внимание сложность системы отопления, необходимо выполнить идентификацию объекта управления по типовым экспериментальным динамическим характеристикам. В соответствии с [1] и на основании S-образного вида экспериментальных типовых динамических характеристик температур теплоносителя в системе отопления здания, уравнение объекта управления примет вид:

$$\tau_1 \tau_2 \frac{d^2 T_{02}(t)}{dt^2} + (\tau_1 + \tau_2) \frac{dT_{02}(t)}{dt} + T_{02}(t) = k T_{01}(t) \qquad (3)$$

Постоянные времени τ_1, τ_2 и коэффициент преобразования *k* зависят от разновидности системы отопления, свойств ограждающих конструкций здания, и климатических факторов [5].

В соответствии с вышеприведенными уравнениями, математическая модель системы отопления здания при зависимом присоединении к источнику тепла, как объекта управления, в виде структурной схемы имеет вид (рисунок 2).

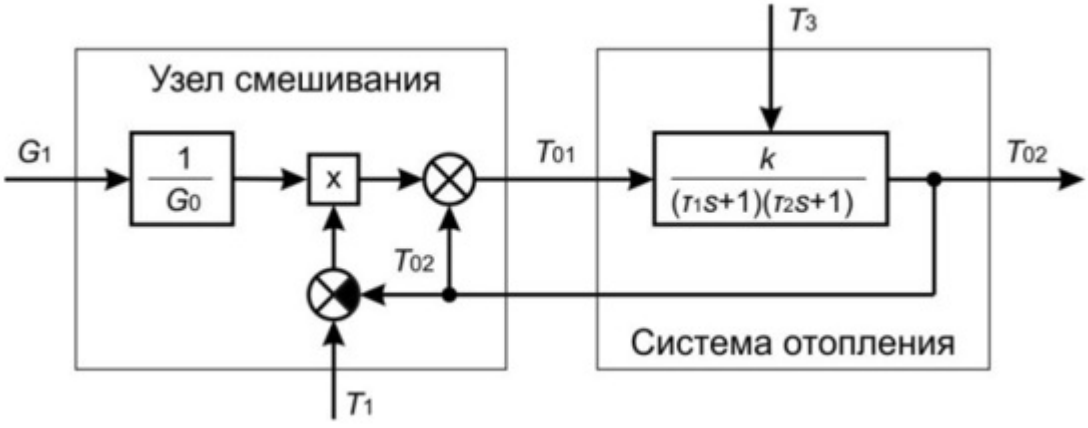


Рис. 2 — Структурная схема системы отопления здания как объекта управления

Исследование экспериментальных данных [1–4] на суточных выборках отражает изменение параметров *k,* τ_1, τ_2 в нешироких пределах, а также их зависимость от температуры наружного воздуха (T_3).

Список использованных источников

1. Потапенко Е.А., Солдатенков А.С. *Особенности управления процессом отопления*

распределенного комплекса зданий. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 163 с. [Potapenko E. A., Soldatenkov A. S._*Features of management of process of heating of the distributed complex of buildings*. Belgorod, «Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov», 2012, 163 p. (in Russian)].

2. Потапенко Е.А., Солдатенков А.С., Яковлев А.О. Исследование алгоритмов управления процессом отопления здания с зависимым теплоснабжением. *Журнал Научно-технические ведомости СПбГПУ*, 2011, 2 , 74-78.
3. Гридчин А.М. Опыт внедрения современных энергоэффективных технологий на основе автоматизации распределенных энергосистем зданий вуза. *Журнал Строительные материалы. «Строительные материалы: бизнес»*, 2005, 2, 2-5.
4. Потапенко Е.А., Солдатенков А.С. Возможности исследования процессов отопления распределенного комплекса зданий на основе стратифицированной модели теплоснабжения. *Журнал Известия Самарского научного центра 171 Российской академии наук*, 2011, Т13, 1 (2), 467-471.
5. Солдатенков А.С. *Математическое моделирование системы управления теплопотреблением комплекса зданий*. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 176 с. [Soldatenkov A. S._*Mathematical modeling of control system the heat consumption of buildings*. Belgorod, «Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov», 2015, 176 p. (in Russian)].