

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ: ИМПУЛЬСНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕМ – ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

**В.П. АЛЕКСАНДРОВ, А.В. АЛЕКСАНДРОВ, А.Е. ЖУРАВЛЁВ**  
(ОАО “Ивэлектроналадка”)



Рассмотрены предпосылки, особенности и преимущества импульсного способа управления теплотреблением здания при централизованном теплоснабжении.

**Ключевые слова:** коррекция расхода теплоносителя, электромагнитный клапан, температура теплоносителя, контроллер, диапазон регулирования, запорная арматура, точность.

Наличие значительных и регулярных колебаний среднесуточной температуры наружного воздуха в течение отопительного периода, особенно в межсезонье, а также известные инерционность и/или запаздывание источников тепловой энергии для централизованного теплоснабжения, обеспечивающих качественное регулирование (т.е. погодозависимую коррекцию температуры теплоносителя) теплотребления зданий, неизбежно вызывает локальные “перетопы”, ведущие к так называемому “форточному” регулированию, а значит фактически к нерациональному использованию тепловой энергии.

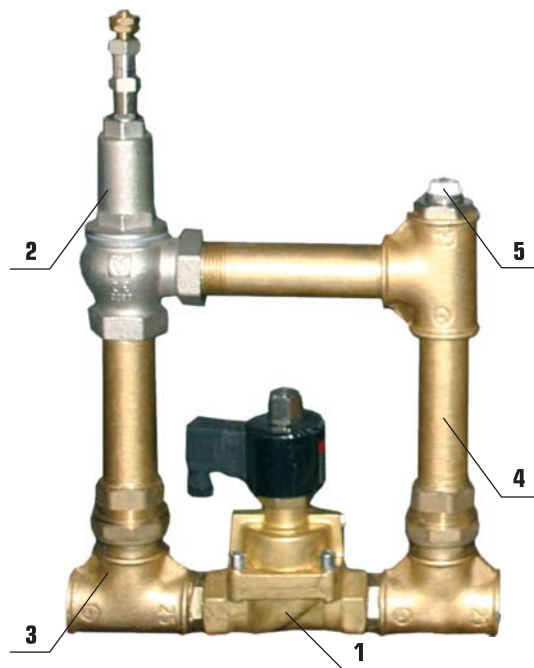
Очевидно также, что при **групповом качественном** погодозависимом регулировании теплотребления зданий обеспечить в каждом здании строгое соблюдение функциональной зависимости заданного значения температуры теплоносителя  $T_{o(3)}$  в обратной магистрали системы отопления здания от температуры наружного воздуха  $T_n$  (например, табличного температурного графика  $T_{o(3)} = \phi(T_n)$ ) практически невозможно.

Одним из вариантов радикального решения данной проблемы является оснащение тепловых узлов зданий локальными автоматическими системами управления теплотреблением, реализующими принцип **индивидуального количественного** погодозависимого регулирования теплотребления здания посредством коррекции расхода теплоносителя.

Тепловая инерция системы отопления здания даёт возможность применить известный,

но всё ещё малораспространённый широтно-импульсный метод регулирования величины расхода теплоносителя в системе отопления.

ОАО “Ивэлектроналадка”, успешно работающая в области российской энергетики уже более 40 лет, предлагает вариант конструкции простого, надёжного, экономичного и сравнительно недорогого импульсного регулятора расхода теплоносителя (ИРРТ), защищённого патентом РФ на полезную модель № 150892 и представленного на рис. 1.



▲ Рис. 1. Конструкция импульсного регулятора расхода теплоносителя

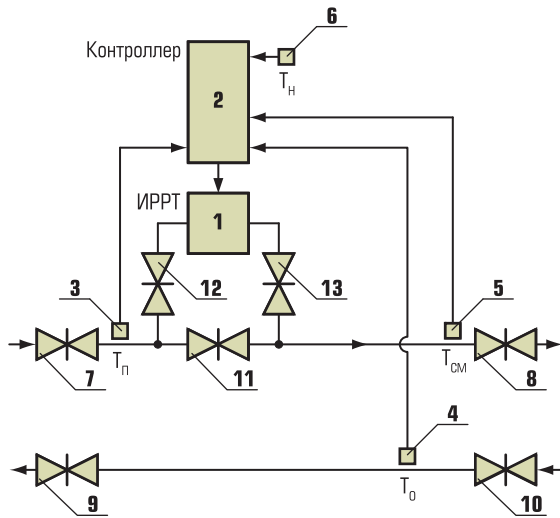


Рис. 2. Функциональная схема ИАСУТ здания с безэлеваторным тепловым узлом

Основу ИРРТ составляют нормально-открытый электромагнитный клапан **1** и предохранительный клапан **2**, соединённые между собой фитингами и/или патрубками **3** и **4** параллельно вход к входу и выход к выходу. Наличие воздухоотводчика **5** препятствует завоздушиванию конструкции ИРРТ, а применение нормально-открытого электромагнитного клапана **1** даёт возможность возврата ИРРТ в исходный нерегулируемый режим с максимальным (!) расходом теплоносителя при возникновении аварийной ситуации, например, при отключении электроэнергии.

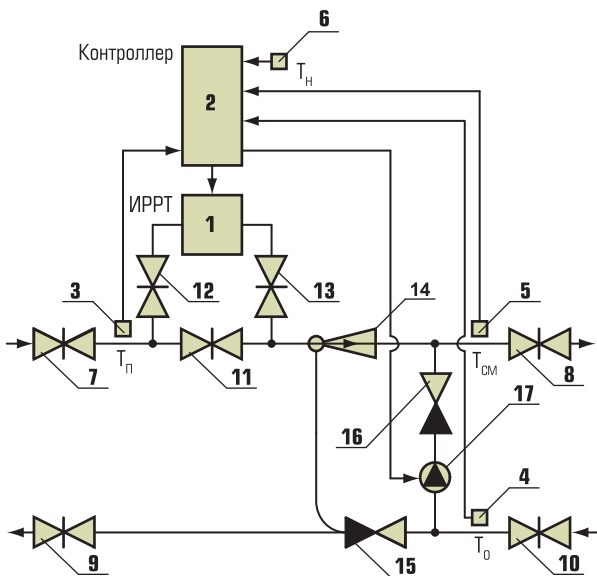


Рис. 3. Функциональная схема ИАСУТ здания с элеваторным тепловым узлом

Принцип действия ИРРТ заключается в том, что в течение периода регулирования  $\tau_p$  нормально-открытый электромагнитный клапан **1** остаётся открытым в течение отрезка времени  $t_{и} \leq \tau_p$ , после чего закрывается при подаче напряжения питания на его электромагнитную катушку, при этом теплоноситель поступает в систему отопления здания в форме импульса длительностью  $t_{и}$  с максимальным расходом  $g = g_{max}$ , и регулирование расхода теплоносителя осуществляется в среднем за период  $\tau_p$  посредством коррекции значения  $t_{и}$ , т.е. широтно-импульсным способом.

Гидравлические удары, возникающие в моменты закрытия нормально-открытого электромагнитного клапана **1**, практически нивелируются за счёт кратковременного открытия предохранительного клапана **2** и перепуска через фитинги и/или патрубки **4** относительно небольшой порции теплоносителя в обход нормально-открытого электромагнитного клапана **1**.

В тепловом узле здания ИРРТ устанавливается на подающей магистрали, при наличии элеватора – непосредственно перед ним. При этом для сохранения работоспособности исходной схемы теплового узла монтаж ИРРТ целесообразно выполнять параллельно запорной арматуре (задвижка, шаровый кран и т.д.), имеющейся или предварительно размещённой на подающей магистрали с учётом её соответствия условному проходу  $D_y$  трубы подающей магистрали.

В ИРРТ достигается предельно возможный диапазон регулирования среднего за период расхода теплоносителя  $0 \leq g_{cp} \leq g_{max}$  за счёт коррекции длительности  $t_{и}$  импульса теплоносителя:  $0 \leq t_{и} \leq \tau_p$ , а величина расхода теплоносителя в импульсе при правильном выборе электромагнитного клапана практически равна исходному (максимальному!) расходу  $g_{max/исх}$  теплоносителя в системе отопления здания до установки ИРРТ, что исключает возможность “опрокидывания регулирования”, поскольку не происходит сколько-нибудь значительного увеличения гидравлического сопротивления участка подающей магистрали после монтажа на нём ИРРТ.

На рис. 2 представлена упрощённая функциональная схема импульсной автоматической системы управления теплотреблением (ИАСУТ) здания с безэлеваторным тепловым узлом, а на рис. 3 – ИАСУТ здания с элеваторным тепловым узлом.

Для обоих типов тепловых узлов ИАСУТ включает в свой состав модуль ИРРТ **1**, контроллер **2**, датчик температуры  $T_n$  теплоносителя в подающей магистрали **3**, датчик температуры  $T_o$  теплоносителя в обратной магистрали **4**, датчик температуры  $T_{см.}$  смеси **5**, датчик температуры  $T_n$  наружного воздуха **6**, запорную арматуру **7** и **8** подающей магистрали, запорную арматуру **9** и **10** обратной магистрали, запорную арматуру **11**, **12** и **13** для подключения модуля ИРРТ **1** и элеватор **14** (для элеваторного теплового узла). В данных ИАСУТ датчик температуры  $T_o$  теплоносителя в обратной магистрали **4** и датчик температуры  $T_n$  наружного воздуха **6** являются основными, а датчик температуры  $T_n$  теплоносителя в подающей магистрали **3** и датчик температуры  $T_{см.}$  смеси **5** – информационными.

На рис. 4 и рис. 5 приведены варианты монтажа ИАСУТ соответственно с безэлеваторным тепловым узлом (не показан контроллер) и с элеваторным тепловым узлом (не показан контроллер и элеватор).

Функционирование разработанной в ОАО «Ивэлектроналадка» ИАСУТ основано на стабилизации температуры  $T_o$  теплоносителя в обратной магистрали в соответствии с её заданным значением  $T_{o(з)}$ , определяемым контроллером **2** по предварительно занесённому в его память табличному температурному графику  $T_{o(з)} = \phi(T_n)$ .

В зависимости от соотношения значений  $T_o$  и  $T_{o(з)}$  контроллер **2** в начале каждого периода регулирования  $\tau_p$  рассчитывает по заданному алгоритму величину и знак шага  $\Delta t_n$  изменения длительности  $t_n$  импульса теплоносителя.

При  $T_{o(з)} > T_o$  контроллер **2**, воздействуя на модуль ИРРТ **1**, обеспечивает увеличение длительности  $t_n$  импульса теплоносителя с шагом  $\Delta t_n$  что ведёт к росту температуры  $T_o$  теплоносителя в обратной магистрали системы отопления здания, а при  $T_{o(з)} < T_o$  по аналогии производится снижение температуры  $T_o$  теплоносителя в обратной магистрали системы отопления здания за счёт уменьшения длительности  $t_n$  импульса теплоносителя.

Необходимая точность регулирования температуры  $T_o$  теплоносителя в обратной магистрали системы отопления здания достигается при  $|T_{o(з)} - T_o| < \delta$ , где  $\delta$  – зона нечувствительности. В этом случае длительность  $t_n$  импульса теплоносителя сохраняется неизменной ( $\Delta t_n = 0$ ).

Предварительное задание, коррекция и контроль параметров ИАСУТ в процессе её работы осуществляется при помощи перенос-



▲ Рис. 4. Вариант монтажа ИАСУТ с безэлеваторным тепловым узлом

ного или удалённого компьютера с использованием специальной программы-конфигуратора в режиме реального времени.

Дополнительно в ИАСУТ как для безэлеваторного, так и для элеваторного тепловых узлов зданий могут быть введены обратные клапаны **15** и **16**, а также циркуляционный насос **17** (рис. 3), предназначенные для выполнения вспомогательной функции поддержания циркуляции теплоносителя в системе отопления здания при прекращении поступления в неё теплоносителя через модуль ИРРТ **1** во время паузы ( $t_n = \tau_p - t_n$ ) с целью выравнивания значений температуры теплоносителя в обратных трубопроводах системы отопления здания, что, как показывает практика, положительно влияет на точность и быстрдействие ИАСУТ.



▲ Рис. 5. Вариант монтажа ИАСУТ с элеваторным тепловым узлом

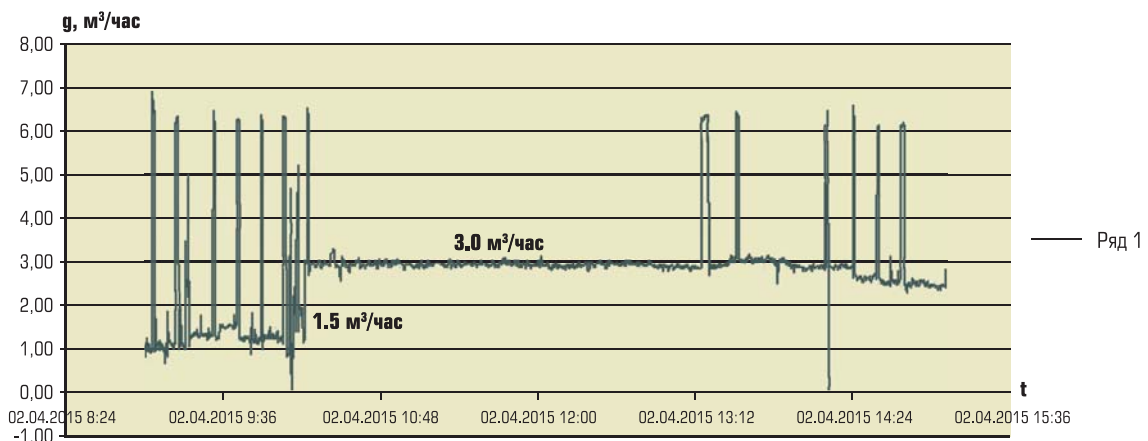


Рис. 6. Диаграмма работы ИАСУТ здания с безэлеваторным тепловым узлом

Кроме того, в модулях ИРРТ 1 безэлеваторного и элеваторного тепловых узлов байпасный канал, содержащий предохранительный клапан, может быть настроен на обеспечение заданного постоянного расхода  $g < g_{\max}$  теплоносителя в системе отопления здания при закрытии на время паузы  $t_{\text{н}}$  нормально-открытого электромагнитного клапана модуля ИРРТ 1, что позволяет поддерживать непрерывную циркуляцию теплоносителя в системе отопления здания без применения циркуляционных насосов, хотя и существенно сужает диапазон регулирования расхода теплоносителя. Данное техническое решение может быть рекомендовано главным образом для безэлеваторных тепловых узлов, где в отличие от элеваторных тепловых узлов мала вероятность «опрокидывания регулирования».

На рис. 6 в качестве иллюстрации работы ИАСУТ административного здания с безэлеваторным тепловым узлом приведена диаграмма, из которой следует, что для  $\tau_p = 10$  минут при постоянном расходе теплоносителя в системе отопления здания  $g \approx 1,5 \text{ м}^3/\text{час}$  установилась длительность импульсов теплоносителя  $t_{\text{н}} = 1$  минута, а при задании  $g \approx 3,0 \text{ м}^3/\text{час}$  ИАСУТ уже при пуске оказалась в зоне нечувствительности, поэтому  $t_{\text{н}} = 0$ , а далее ИАСУТ вышла из зоны нечувствительности и осуществляла работу с переменной длительностью  $t_{\text{н}}$  импульсов теплоносителя.

Помимо погодозависимого управления теплотреблением здания с возможностью индивидуальной настройки температурного графика  $T_{o(s)} = \phi(T_{\text{н}})$  ИАСУТ также позволяет дополнительно корректировать теплотребление здания в периоды отсутствия в нём людей (например в выходные дни), причём коррекция может выполняться отдельно в каждом часовом интервале времени.

Простота конструкции, высокая надёжность, быстрая окупаемость, широкий диапазон регулирования, сохранение работоспособности действующих исходных схем тепловых узлов зданий и малое энергопотребление позволяют разработанной в ОАО «Ивэлектронладка» ИАСУТ успешно и достойно конкурировать с известными аналоговыми системами управления теплотреблением зданий.

В настоящее время ОАО «Ивэлектронладка» ведёт активную работу по внедрению ИАСУТ на различных объектах от промышленного производства до жилого сектора.

Опыт эксплуатации ИАСУТ показал, что экономический эффект может достигать до 30-40 %, причём наиболее выгодно её применение в административных, производственных, учебных, лечебных и т.п. зданиях за счёт автоматического снижения, в разумных пределах, температуры теплоносителя в обратной магистрали, а следовательно, и температуры воздуха в помещениях здания, в нерабочее время и последующего заблаговременного восстановления температуры теплоносителя на прежнем уровне.

**ОАО «Ивэлектронладка».**

*Александров Виктор Петрович* — канд. техн. наук, ведущий специалист,

*Александров Александр Викторович* — заместитель начальника управления подготовки производств,

*Журавлёв Алексей Евгеньевич* — коммерческий директор.