

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034941**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2020.04.09**

**(21)** Номер заявки  
**201800496**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2017.08.29**

**(51)** Int. Cl. **F24D 3/02** (2006.01)  
**F24D 10/00** (2006.01)  
**F24D 19/10** (2006.01)

---

**(54) СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛА ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ И СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ (ВАРИАНТЫ)**

---

**(31)** 2016140418

**(32)** 2016.10.14

**(33)** RU

**(43)** 2019.06.28

**(86)** PCT/RU2017/000625

**(87)** WO 2018/070901 2018.04.19

**(71)(72)(73)** Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**ПЯТИН АНДРЕЙ  
АЛЕКСАНДРОВИЧ (RU)**

**(56)** RU-C1-2196274  
CN-Y-201327104  
CN-U-202511357  
US-A1-20140284391

**(57)** Изобретение относится к теплоснабжению, а именно к регулированию процесса отопления здания и к схемам узлов отопления тепловых пунктов, обеспечивающих данное регулирование [F24D 10/00]. Техническим результатом изобретения является уменьшение затрат тепловой и гидравлической (механической) энергии на отопление и повышение качества процесса отопления, т.е. точности поддержания постоянной температуры внутреннего воздуха. Технический результат достигается системой регулирования отпуска тепла для отопления, в которой с помощью основного регулирующего клапана изменяют расход поступающего извне потока теплоносителя в точку смешения или в подогреватель отопления, регулируя, в основном, температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления, а регулирование расхода теплоносителя в систему отопления осуществляют изменением напорной характеристики подмешивающего или циркуляционного насоса при применении регулятора, либо изменением гидравлического сопротивления контура системы отопления здания дополнительным регулирующим клапаном (клапанами), причем изменение температуры и расхода теплоносителя, подаваемого в систему отопления, выполняется в соответствии с уравнением регулирования отопления, в том числе, как частный случай, с обеспечением минимального расхода и минимальных гидравлических потерь в системе отопления, с учетом как температур наружного и внутреннего воздуха, так и множества других влияющих в том числе и динамически изменяющихся величин: параметров расчетного режима работы системы, параметров внешней среды, внешнего теплоснабжения и характеристик системы отопления, теплозащиты здания, внутренних тепловыделений и оборудования теплового пункта.

**034941**  
**B1**

**034941**  
**B1**

Изобретение относится к теплоснабжению, а именно к регулированию процесса отопления зданий и к схемам узлов отопления тепловых пунктов обеспечивающих данное регулирование [F24D 10/00].

Отопление - технологический процесс теплоснабжения здания, который должен за счет получения тепловой энергии от теплоносителя обеспечивать в течение отопительного периода поддержание в отапливаемых помещениях постоянной заданной температуры воздуха не ниже значения нормативной (расчетной внутренней) температуры, определяемой Правилами предоставления коммунальных услуг гражданам [1], а также СП отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [2].

Подключение системы отопления здания к внешней сети или к источнику тепловой энергии может быть зависимым - с поступлением теплоносителя в систему отопления, а также независимым - с поступлением теплоносителя извне (от источника или сети) в подогреватель отопления [3], в котором нагревается теплоноситель системы отопления. Зависимое подключение, в свою очередь может быть непосредственное (с подачей внешнего теплоносителя прямо в отопительные приборы) или с элеваторным или насосным узлом смешивания (с подмешивающим насосом на перемычке или с циркуляционным насосом на трубопроводе системы отопления) [3].

Известно устройство для регулирования расхода тепла на отопление в системах теплоснабжения (патент RU2485407, МПК F24D 3/00, 2011 г.), содержащее подающий и обратный трубопроводы, переключку между ними с насосом смешения, регулятор расхода тепла на отопление с датчиками температуры воды на отопление и температуры наружного воздуха и регулирующий клапан с приводом на подающем трубопроводе, причем и регулирующий клапан и насос смешения имеют приводы с регуляторами скорости вращения в виде порошковых электромагнитных муфт, соединенных электрически, соответственно, с регистраторами температуры наружного воздуха и температуры воды на отопление, входящими в регулятор расхода тепла на отопление. Данное устройство позволяет снизить энергозатраты на привод насоса смешения за счет исключения регулирующего клапана на перемычке, а также повысить надежность.

Отличием данного устройства от предлагаемого является отсутствие учета множества влияющих на отопление величин, а также использование для регулирования отопления нормативного температурного графика, при котором температура внутреннего воздуха в помещениях здания завышена от нормативной (расчетной) при температурах наружного воздуха выше расчетной отопительной. Данное отличие вызывает избыточный расход тепловой энергии на отопление и снижает качество отопления, т.е. точность поддержания внутренней температуры.

Известен автоматизированный тепловой пункт системы отопления (патент RU2300709, МПК F24D 3/08, F24D 19/10, 2005 г.) содержащий подающий трубопровод тепловой сети с установленным на нем регулятором расхода; подающий и обратный трубопроводы системы отопления; насос смешивания на перемычке между ними, который подключен через частотный преобразователь; регулятор отопления, входы которого соединены с датчиками температур подаваемой и обратной воды системы отопления, температур наружного и внутреннего воздуха, а выходы соединены со входом привода регулятора расхода и входом частотного преобразователя. Данный тепловой пункт позволяет экономить электроэнергию на привод насоса смешивания и повысить срок службы и надежность благодаря исключению регулирующего трехходового клапана.

В отличие от предлагаемого, в данном решении имеется датчик температуры внутреннего воздуха в некотором (модельном) помещении здания, что требует соответствия теплового баланса этого помещения тепловому балансу здания для любого режима отопления, т.е. соотношение входящих в помещение тепловых потоков (от системы отопления помещения, внутренние тепловыделения и солнечная инсоляция) и уходящих потоков (потери теплопередачей и затраты тепла на инфильтрацию) должно соответствовать соотношению данных потоков (тепловому балансу) для здания. В этом случае температура воздуха в помещении будет соответствовать средней температуре воздуха в здании. Указанное условие сложно выполнимо и датчики температуры внутреннего воздуха редко применяются. Кроме того, в решении отсутствует учет множества влияющих на отопление и динамически изменяющихся величин.

В известном решении, выбранном в качестве прототипа (патент RU2473014, МПК F24D 3/00, 2011 г.) предлагается способ регулирования отпуска тепла в однетрубной системы теплоснабжения (отопления), в котором система отопления имеет отопительные приборы с термостатическими клапанами и с замыкающими участками (байпасами), а регулирование отпуска тепла выполняется изменением температуры подаваемого в систему отопления теплоносителя в зависимости от внешних параметров (наружной температуры и т.д.), а также изменением расхода через отдельные стояки и, соответственно, через систему отопления за счет работы установленных на выходящих участках стояков регуляторов расхода в зависимости от внутренней уставки (настройки) температуры данных регуляторов или уставки заданного (постоянного) расхода через них, и как вариант, управления ими по сигналам внешнего электронного регулятора (устройства). Данное решение позволяет эффективно управлять теплоснабжением здания, исключив чрезмерное завышение температуры теплоносителя после стояков и избыточный отпуск тепла на отопление.

Однако в отличие от предлагаемого решение прототипа имеет высокую сложность (множество термостатических клапанов на отопительных приборах и регуляторов расхода на стояках), значительную

стоимость и сниженную, вследствие сложности, надежность. Кроме того, в данном способе регулирования отпуска тепла у прототипа отсутствует решение об учете множества влияющих на процесс отопления величин и о снижении гидравлических потерь в системе отопления за счет максимально возможного снижения расхода через систему отопления, обеспечиваемым поддержанием максимальной температуры подаваемого теплоносителя или минимального расхода, т.е. регулирование отпуска тепла по расширенному отопительному температурному графику и графику расхода.

Задачей и техническим результатом изобретения является уменьшение затрат тепловой и гидравлической (механической) энергии на отопление и повышение качества процесса отопления, т.е. точности поддержания постоянной температуры внутреннего воздуха.

Указанная задача и технический результат достигается согласованным изменением температуры и расхода теплоносителя, подаваемого в систему отопления в соответствии с уравнением регулирования отопления, в том числе, как частный случай, с обеспечением минимального расхода и минимальных гидравлических потерь в системе отопления, с учетом как температур наружного и внутреннего воздуха, так и множества других влияющих, в том числе и динамически изменяющихся величин: параметров расчетного режима работы системы, параметров внешней среды, внешнего теплоснабжения и характеристик системы отопления, теплозащиты здания, внутренних тепловыделений и оборудования теплового пункта.

Выражено это тем, что заявлен способ регулирования отопления здания, характеризующийся подачей теплоносителя в систему отопления и его регулированием автоматизированным узлом управления путем открытия и закрытия регулирующего клапана(ов) и/или изменением напорной характеристики установленного насоса(ов) путем работы его регулятора(ов) и/или изменением количества работающих насосов в узле подготовки теплоносителя, отличающийся тем, что с помощью автоматизированного узла управления отоплением регулируют температуру подаваемого и/или обратного теплоносителя и/или его расход по уравнению регулирования отопления, выраженному формулой:

$$\tau_{\text{co1(2)}} \equiv \tau_{\text{co3(2)}} = \bar{t}_b + \Delta t' \cdot \frac{\sqrt[1+n]{(Q'_{\text{o.t}} k_{\text{co}} f_{\text{co}})^{p-1}}}{\sqrt[1+n]{(G_{\text{co}} \bar{c}'_t \theta)^p}} \times \\ \times \sqrt[1+n]{q_0 V_n a (\bar{t}_b - t_n) (1 + \mu) - (Q_{\text{тв}} + Q_{\text{инс}})} \\ \pm \frac{q_0 V_n a (\bar{t}_b - t_n) (1 + \mu) - (Q_{\text{тв}} + Q_{\text{инс}})}{2 G_{\text{co}} \bar{c}_t}$$

где:  $\tau_{\text{co1(2)}} \equiv \tau_{\text{co3(2)}}$  - определяемая датчиками температура теплоносителя, знак " $\pm$ " в формуле следует использовать как "+" для подаваемого теплоносителя и "-" для обратного теплоносителя;  $G_{\text{co}}$  - расход теплоносителя, определяемый датчиком или иным способом;  $\bar{t}_b, t_n$  - поддерживаемая регулированием заданная средняя температура внутреннего воздуха в здании и текущая температура наружного воздуха, соответственно; а также задаваемые или определяемые при проектировании или при энергоаудите здания и его системы отопления или иным способом величины:  $\theta, \Delta t', \bar{c}'_t, Q'_{\text{o.t}}$  - параметры расчетного (проектного) режима работы системы отопления: охлаждение теплоносителя, температурный напор, теплоемкость и теоретическая отопительная тепловая нагрузка, соответственно; а также  $n, p, k_{\text{co}}, f_{\text{co}}$  - характеристики отопительных приборов и системы отопления: показатели степени нелинейности теплопередачи от температурного напора и расхода, коэффициенты относительной теплопередачи и относительной площади системы, соответственно;  $q_0, V_n, a$  - характеристики здания: удельная отопительная характеристика, зависящая от его теплозащиты, объем здания, поправочный коэффициент, соответственно; и, кроме того, определяемые или вычисляемые на основе сигналов датчиков и/или ручного и/или программного задания или иным способом величины, характеризующие режим отопления:  $\bar{c}_t$  - текущая средняя теплоемкость теплоносителя;  $Q_{\text{тв}}$  - мощность внутренних тепловыделений;  $\mu, Q_{\text{инс}}$  - параметры внешней среды: коэффициент инфильтрации и тепловая мощность солнечной инсоляции, причем коэффициент инфильтрации зависит от площади неплотностей здания, скорости ветра, барометрического давления, температуры наружного воздуха и других параметров.

Допустимо, что с помощью узла управления отоплением регулируют температуру и расход подаваемого теплоносителя по температурному графику и графику расхода, поддерживая максимально возможную и/или допустимую температуру или, при невозможности этого, минимально возможный и/или допустимый расход, исходя из условия:

$$\tau_{\text{co1}} = \begin{cases} \tau_{\text{co1}}(\bar{G}_{\text{co}}^{\text{opt}}(t_n), t_n, \bar{t}_b, \dots) = \tau_{\text{co1}}^{\text{max}} \\ \tau_{\text{co1}}(\bar{G}_{\text{co}}^{\text{min}}, t_n, \bar{t}_b, \dots) < \tau_{\text{co1}}^{\text{max}} \end{cases},$$

где  $\tau_{\text{co1}}^{\text{max}}$  - максимально допустимая (по нормативам или другим условиям) или максимально возможная по условию внешнего теплоснабжения температура, не превышающая максимально допустимую;  $\bar{G}_{\text{co}}^{\text{opt}}$  - расход теплоносителя в систему отопления по уравнению регулирования отопления при подаче теплоносителя с максимальной температурой  $\tau_{\text{co1}}^{\text{max}}$ ;  $\bar{G}_{\text{co}}^{\text{min}}$  - определяемый из проектных расчетов или

энергоаудита здания и его системы отопления или иным способом минимально возможный и/или допустимый по условию тепловой и гидравлической устойчивости системы отопления расход теплоносителя через нее; другие величины аналогичны ранее рассмотренным.

Допустимо, что с помощью регулирующего клапана(ов) и/или повысительного насоса(ов) с регулятором(ми) или без него (них) и/или изменением количества включенных насосов изменяют и регулируют расход поступающего извне в систему отопления потока теплоносителя.

Допустимо, что с помощью основного регулирующего клапана(ов) или трехходового регулирующего клапана изменяют расход поступающего извне потока теплоносителя в точку смешения, регулируя, в основном, температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления, а регулирование, в основном, расхода теплоносителя в систему отопления осуществляют изменением напорной характеристики подмешивающего или циркуляционного насоса(сов) при применении регулятора(ов) и/или изменением количества включенных насосов, и/или изменением гидравлического сопротивления контура системы отопления здания дополнительным регулирующим клапаном(ми).

Допустимо, что с помощью основного регулирующего клапана(ов) изменяют расход поступающего извне потока теплоносителя в подогреватель отопления, регулируя температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления, а регулирование, в основном, расхода теплоносителя в систему отопления осуществляют изменением напорной характеристики циркуляционного насоса(ов) при применении регулятора(ов) и/или изменением количества включенных насосов, и/или изменением гидравлического сопротивления контура системы отопления здания дополнительным регулирующим клапаном(ми).

На основе способа могут функционировать несколько вариантов систем регулирования, описанных ниже.

Первый вариант - система регулирования отпуска тепла для отопления по заявленному способу, содержащая отопительные приборы, подключенные к трубопроводам системы отопления, в которых находится теплоноситель; систему управления отпуском тепла с автоматизированным узлом управления, отличающаяся тем, что в узле подготовки теплоносителя для отопления на подающем и/или обратном трубопроводах отопления размещен регулирующий клапан(ы) и/или повысительный насос(ы) с регулятором(ми) или без него, а также установлены датчики параметров теплоносителя.

Второй вариант - система регулирования отпуска тепла для отопления по заявленному способу, содержащая отопительные приборы, подключенные к трубопроводам системы отопления, в которых находится теплоноситель; систему управления отпуском тепла с автоматизированным узлом управления, отличающаяся тем, что узел подготовки теплоносителя для отопления имеет трубопровод подмешивания между подающим и обратным трубопроводами отопления с клапаном, выполненным с возможностью предотвращения обратного потока теплоносителя, и на подающем трубопроводе до точки смешения с потоком из трубопровода подмешивания размещен основной регулирующий клапан(ы) или в точке смешения установлен трехходовой регулирующий клапан, а на линии подмешивания расположен подмешивающий насос(ы) с регулятором(ми) или без него, и/или на подающем и/или обратном трубопроводах системы отопления расположен(ы) циркуляционный насос(ы) с регулятором(ми) или без него, и/или установлен дополнительный регулирующий клапан(ы), а также установлены датчики параметров теплоносителя.

Третий вариант - система регулирования отпуска тепла для отопления по заявленному способу, содержащая отопительные приборы, подключенные к трубопроводам системы отопления, в которых находится теплоноситель; систему управления отпуском тепла с автоматизированным узлом управления, отличающаяся тем, что узел подготовки теплоносителя для отопления имеет подогреватель отопления для подогрева теплоносителя, причем на трубопроводе внешнего теплоносителя, подключенном к подогревателю отопления, размещен основной регулирующий клапан(ы), а на подающем или обратном трубопроводе системы отопления расположен циркуляционный насос(ы) с регулятором(ми) или без него, и/или установлен дополнительный регулирующий(е) клапан(ы), а также установлены датчики параметров теплоносителя.

#### **Описание чертежей**

На фиг. 1 показан пример функциональной зависимости для одного режима отопления условного здания.

На фиг. 2 показан пример для отопительно-бытового температурного графика, графика отопительной тепловой нагрузки и температуры внутреннего воздуха, в котором показывается увеличение температуры внутреннего воздуха вследствие роста доли внутренних тепловыделений в тепловом балансе отопления с возрастанием наружной температуры.

На фиг. 3 показан пример оптимального - расширенного температурного графика глубокого охлаждения и соответствующего ему графика расхода, обеспечивающих минимальные затраты тепловой и гидравлической (механической) энергии на отопление.

На фиг. 4 представлен способ регулирования отпуска теплоты от теплового пункта в систему отопления здания с использованием уравнения регулирования отопления при отсутствии возможности снижения в тепловом пункте температуры теплоносителя и с осуществлением регулирования за счет изменения расхода теплоносителя.

На фиг. 5 представлен способ регулирования отпуска теплоты от теплового пункта в систему отопления здания с использованием уравнения регулирования отопления, в том числе по расширенному температурному графику отопления при наличии возможности снижения в тепловом пункте температуры теплоносителя за счет использования схемы со смешиванием или подогревателя отопления и с осуществлением регулирования за счет изменения температуры и расхода теплоносителя.

На фиг. 6 показана схема теплового пункта без снижения температуры теплоносителя подаваемого в систему отопления здания и с регулированием расхода через систему отопления в соответствии с уравнением регулирования.

На фиг. 7 показана схема теплового пункта с возможностью снижения температуры подаваемого в систему отопления здания теплоносителя за счет работы узла смешивания с расположением подмешивающего насоса(ов) на трубопроводе в точку смешивания и регулирования отпуска тепла по уравнению регулированию отопления и/или по расширенному температурному графику отопления и графику расхода.

На фиг. 8 показана схема узла теплового пункта с возможностью снижения температуры подаваемого в систему отопления здания теплоносителя за счет работы узла смешивания с расположением циркуляционного насоса(ов) на подающем трубопроводе отопления и регулирования отпуска тепла по уравнению регулированию отопления и/или по расширенному температурному графику отопления и графику расхода.

На фиг. 9 показана схема узла теплового пункта с возможностью снижения температуры подаваемого в систему отопления здания теплоносителя за счет работы узла смешивания с расположением циркуляционного насоса(ов) на обратном трубопроводе отопления и регулирования отпуска тепла по уравнению регулированию отопления и/или по расширенному температурному графику отопления и графику расхода.

На фиг. 10 показана схема узла теплового пункта с возможностью снижения температуры подаваемого в систему отопления здания теплоносителя при независимом подключении системы через подогреватель отопления и регулирования отпуска тепла по уравнению регулированию отопления и/или по расширенному температурному графику отопления и графику расхода.

#### Осуществление изобретения

Заявленное изобретение основано на следующей теории.

На основе известных формул охлаждения теплоносителя, процесса теплопередачи и теплового баланса процесса отопления получены уравнение режимов отопления [4] и, на его основе, уравнение регулирования отопления [5], связывающее основные параметры процесса отопления:

$$\begin{aligned} & \tau_{o1} \\ & = \bar{t}_g \\ & + \frac{\Delta t' \cdot {}^{1+n} \sqrt{(Q_{o,m} k_{co} f_{co})^{p-1}}}{\sqrt[{}^{1+n}]{(G_{yo1}(1+u - \alpha_{ym}) \bar{c}_{m32} \theta)^p}} \cdot {}^{1+n} \sqrt{q_o V_n a (\bar{t}_g - t_n)(1+\mu) - (Q_{ms} + Q_{unc})} + \\ & + \frac{\bar{c}_{m32}(1+u) - 0,5 \bar{c}_{m12}}{G_{yo1}(1+u - \alpha_{ym}) \bar{c}_{m12} \bar{c}_{m32}} (q_o V_n a (\bar{t}_g - t_n)(1+\mu) - (Q_{ms} + Q_{unc})) = \\ & t_g, t_n, G_{yo1}, u, \theta, \Delta t', c_{m32}, Q_{o,m}, n, p, k_{co}, f_{co}, \alpha_{ym}, c_{m12}, c_{m32}, q_o, V_n, a, Q_{ms}, \mu, Q_{unc} \end{aligned}$$

где  $\bar{t}_g, t_n$  - средняя температура внутреннего воздуха в здании и температура наружного воздуха;

$G_{yo1}, u$  - расход сетевого теплоносителя и коэффициент инжекции узла смешивания;

$\theta, \Delta t', \bar{c}_{m32}, Q_{o,m}$  - параметры расчетного режима работы системы отопления (охлаждение теплоносителя, температурный напор, теплоемкость и теоретическая отопительная тепловая нагрузка);

$n, p, k_{co}, f_{co}, \alpha_{yt}$  - характеристики системы отопления (показатели нелинейности теплопередачи от температурного напора и расхода, коэффициенты относительной теплопередачи и площади системы, коэффициент утечек);  $\bar{c}_{m12}, \bar{c}_{m32}$  - текущая средняя теплоемкость теплоносителя (до и после узла смешивания);

$q_o, V_n, \alpha, Q_{ТВ}$  - характеристики здания (удельная отопительная характеристика, зависящая от его теплозащиты, объем здания, поправочный коэффициент, мощность внутренних тепловыделений);  $\mu, Q_{unc}$  - параметры внешней среды (коэффициент инфильтрации, зависящий от площади неплотностей, скорости ветра, барометрического давления, других параметров и тепловая мощность солнечной инсоляции).

Используемые в теплоснабжении стандартные уравнения нормативных температурных графиков регулирования отпуска тепла для температур прямой и обратной сетевой воды, а также для температуры воды подаваемой в систему отопления выводятся из этого уравнения как частный случай при многих допущениях [4].

При отсутствии утечек ( $\alpha_{yt} = 0$ ) и узла смешивания ( $u = 0$ ) из общего уравнения режимов получаем уравнение регулирования отопления для теплоносителя, непосредственно поступающего в систему ото-

пления [5]:

$$\tau_{co1(2)} \equiv \tau_{o3(2)} = \bar{t}_g + \Delta t' \cdot \frac{1+n \sqrt{(Q'_{o,m} k_{co} f_{co})^{p-1}}}{1+n \sqrt{(G_{co} \bar{c}_m \theta')^p}} \times \\ \times \frac{1+n \sqrt{q_o V_n a (\bar{t}_g - t_n) (1 + \mu) - (Q_{ms} + Q_{unc})}}{\pm \frac{q_o V_n a (\bar{t}_g - t_n) (1 + \mu) - (Q_{ms} + Q_{unc})}{2 G_{co} \bar{c}_m}}$$

где  $\tau_{co1(2)} \equiv \tau_{co3(2)}$  и  $G_{co}$  - температура теплоносителя поступающего в систему отопления (или выходящего из нее) и его расход.

Уравнение регулирования отопления связывает между собой температуру и расход подаваемой в систему отопления воды, т.е. определяет при заданном расходе  $G_{co}$  требуемую температуру подаваемой воды  $\tau_{co1}$ , при которой будет обеспечена необходимая средняя внутренняя температура  $\bar{t}_g$  в здании при текущей наружной температуре  $t_n$ , т.е. определяет взаимосвязь  $\tau_{co1} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$ , причем в данную зависимость прямо или косвенно входят и другие влияющие величины: внутренние тепловыделения и солнечная инсоляция, скорость ветра, площадь неплотностей здания, барометрическое давление, характеристики теплопередачи отопительных приборов и т.д. Кроме того, существуют ограничения на максимальную температуру подаваемого в систему отопления теплоносителя (например, по санитарным нормам) и минимального расхода (например, по условию гидравлической и тепловой устойчивости системы отопления).

Таким образом, по уравнению регулирования для любой температуры наружного воздуха и заданной внутренней температуры имеется множество пар значений температуры и расхода подаваемого в систему отопления теплоносителя, связанных функциональной зависимостью  $\tau_{co1} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$ , причем данная зависимость не является постоянной, а изменяется при изменении других влияющих величин, т.е. является динамической, что должно учитываться при регулировании отопления.

Пример указанной функциональной зависимости для одного режима отопления условного здания приведен в [5] и на фиг. 1, где показаны линии зависимости температуры прямой и обратной воды системы отопления для разных температур наружного воздуха от относительного расхода воды с учетом ограничений по максимально допустимой температуре 95°C и по минимально допустимому расходу подаваемого теплоносителя в 40% от расчетного расхода.

Для осуществления качественного отопления, т.е. точного поддержания постоянной и заданной внутренней температуры в здании соотношение температуры и расхода подаваемого в систему отопления теплоносителя должно быть связано соотношением  $\tau_{co1} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$  и система управления должна регулируя указанные параметры обеспечивать данное условие в любом режиме отопления.

Анализ режимов отопления используемого в теплоснабжении качественного метода регулирования отопления (изменением температуры подаваемого в систему отопления теплоносителя при постоянном его расходе) по нормативному отопительному температурному графику показывает, что данный метод приводит к перегреву помещения в течение отопительного периода [3, 6], к завышенной внутренней температуре и к перетоку, т.е. избыточному отпуску тепла. Это объясняется возрастанием доли внутренних тепловыделений в тепловом балансе отопления с возрастанием наружной температуры, см. пример фиг. 2 для отопительно-бытового температурного графика.

Использование регулирования отопления по приведенной формуле  $\tau_{co1} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$ , соответственно, приведет к постоянной внутренней температуре и к экономии тепловой энергии на отопление за счет исключения перетопа.

При этом, возможно задание графика изменения одного параметра, например, температуры подаваемого в систему отопления теплоносителя - по нормативному отопительному графику и, в соответствии с уравнением регулирования отопления и с учетом всех влияющих величин определение требуемого расхода теплоносителя позволяющего поддерживать заданную среднюю внутреннюю температуру в здании при любой текущей наружной температуре. Аналогично, возможно задание графика изменения другого параметра - расхода теплоносителя по системе отопления, например, задать его постоянное значение и, в соответствии с уравнением регулирования отопления и с учетом всех влияющих величин определение требуемой температуры подаваемого теплоносителя. В общем случае, возможно задание произвольного графика согласованного изменения температуры и расхода подаваемого в систему отопления теплоносителя, связанных по уравнению регулирования, который обеспечивает поддержание постоянной и заданной средней внутренней температуры в здании.

Так как, вся тепловая энергия, отдаваемая теплоносителем в системе отопления, используется без потерь для целей отопления, максимальная энергетическая эффективность процесса обеспечивается максимальным снижением расхода воды через систему с более глубоким ее охлаждением. Вследствие того, что уменьшение расхода требует повышения температуры подаваемой в систему отопления воды (и наоборот), возможности снижения расхода ограничены либо максимально допустимой температурой воды

либо минимально допустимым расходом воды в системе отопления.

Так формируется оптимальный - расширенный температурный график (график глубокого охлаждения) и соответствующий ему график расхода для регулирования отопления [5], фиг. 3, обеспечивающий минимальные затраты тепловой и гидравлической (механической) энергии на отопление.

При расширенном температурном графике в систему отопления подается теплоноситель с максимально допустимой или с максимально возможной по условию внешнего теплоснабжения температурой и, соответственно, с минимально возможным - оптимальным расходом по уравнению регулирования отопления. При достижении значения расхода минимально возможного уровня по гидравлике или допустимого уровня по условию тепловой или гидравлической устойчивости системы отопления расход теплоносителя устанавливается минимальным, а температура подаваемого теплоносителя определяется по уравнению регулирования отопления.

При данном способе график регулирования отопления не является постоянным (фиксированным), а является адаптивным (динамическим), т.е. зависит от текущего значения многих влияющих на отопление величин, входящих в уравнение регулирования.

Это означает, что при поддержании максимальной температуры подаваемой в систему отопления воды ее расход будет определяться не только температурой наружного и внутреннего воздуха, но и указанными выше влияющими и изменяющимися величинами. Аналогично, при поддержании минимального расхода подаваемой в систему отопления воды значение ее температуры зависит как от наружной и внутренней температуры, так и от других влияющих величин.

Таким образом, для осуществления качественного отопления, т.е. точного поддержания заданной средней температуры внутреннего воздуха в здании нужно иметь возможность автоматического регулирования температуры и расхода подаваемого в систему отопления теплоносителя по уравнению регулирования отопления и с учетом многих влияющих величин, значение которых передается в систему автоматического управления отоплением сигналами с различных датчиков и/или задается вручную/программно (например, по периодам суток), а для повышения энергетической эффективности отопления регулирование должно проводиться с поддержанием минимального расхода через систему.

При этом, согласно [3], возможности для снижения расхода в системах отопления даже при использовании нормативного отопительного температурного графика имеются. В частности, для насосной системы с верхней подачей воды допускается снижение расхода до 11.. .38%.

При применении предлагаемого расширенного температурного графика с низким расходом, вследствие возрастания разности температур теплоносителя и естественного циркуляционного давления в системе показатель  $\Gamma$  гидравлической характеристики системы отопления [3] возрастает, что усиливает явление саморегуляции отпуска тепла от отопительных приборов, т.е. гидравлическую и тепловую устойчивость системы отопления и, соответственно, увеличивает возможность уменьшения расхода воды.

Теплоноситель для системы отопления готовится в индивидуальном тепловом пункте (ИТП) здания, в который поступает теплоноситель либо от собственного теплогенератора здания (котельной), либо из внешней для здания тепловой сети от источника теплоснабжения (котельной, ТЭЦ, центрального теплового пункта - ЦТП сети и т.д.).

Если максимальная (расчетная) температура поступающего в здание теплоносителя превышает допустимое для системы отопления значение, перед подачей теплоносителя в систему отопления возникает необходимость снижения его температуры. Для этого в ИТП устанавливают узел смешивания, в котором за счет подмешивания к поступающей извне воде (теплоносителю) охлажденной обратной воды (теплоносителя) температура воды (теплоносителя) подаваемой в систему отопления снижается до меньших значений или в ИТП устанавливают подогреватель отопления.

При отсутствии в ИТП здания узла смешивания, т.е. при непосредственном подключении системы отопления к источнику теплоты (теплогенератору здания, ЦТП) источник, для осуществления качественного и энергоэффективного отопления должен отпускать в систему отопления теплоноситель согласно уравнения регулирования, в том числе, как частный случай, согласно расширенного температурного графика и графика расхода с учетом значений влияющих на отопление величин.

Если в ИТП здания без узла смешивания поступает теплоноситель с некоторой температурой, отличающейся от требуемой по уравнению регулирования при его имеющемся расходе, в том числе, как частный случай, отличающейся от расширенного температурного графика (например, вследствие охлаждения в сети или применения в сети нормативного температурного графика), то система регулирования должна стремиться обеспечить подачу в систему отопления здания воды с расходом в соответствии с уравнением  $\tau_{co1} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$ , что может быть достигнуто работой регулирующего клапана(ов) и/или повышающего насоса(ов) с регулируемым приводом (регулятором) на подающем или обратном трубопроводе или изменением количества работающих насосов, а также работой автоматизированного узла управления.

При наличии в ИТП узла смешивания, т.е. если, например, максимальная температура внешнего теплоносителя может быть выше допустимой для отопления, требование возможности снижения температуры и поддержания взаимосвязи температуры и расхода подаваемого в систему отопления теплоносителя

ля по уравнению регулирования  $\tau_{co1} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$ , в том числе, как частный случай, по расширенному температурному графику и графику расхода, обуславливает наличие и работу по меньшей мере двух устройств регулирования - двух регулирующих клапанов, основного и дополнительного или одного регулирующего клапана(ов) и регулируемого привода (регулятора) подмешивающего или циркуляционного насоса(ов) системы отопления, а также работу автоматизированного узла управления. В общем случае, возможна установка нескольких регулирующих клапанов и насосов с изменением количества работающих насосов при регулировании.

При наличии в ИТП здания подогревателя отопления подача в систему отопления теплоносителя с заданной температурой и расходом осуществляется в соответствии с уравнением регулирования отопления, в том числе, как частный случай, по расширенному температурному графику и графику расхода, что выполняется за счет работы регулирующего клапана(ов) потока греющего внешнего теплоносителя и регулирующего клапана(ов) для потока теплоносителя системы отопления и/или регулируемого привода (регулятора) циркуляционного насоса(ов) или изменения количества работающих насосов, а также работы автоматизированного узла управления.

Автоматизированный узел управления отоплением оперирует регулирующим клапаном(ми) и/или регулируемым приводом (регулятором) насоса(ов) по введенному в его алгоритм работы уравнению регулирования, исходя из динамически меняющихся сигналов датчиков, а также заданных параметров (рабочее/нерабочее время, периоды по часам суток, температура внутреннего воздуха, границы изменения расхода и температуры теплоносителя, площадь отопительных приборов, их коэффициент теплопередачи, отопительная характеристика здания и т.д.).

При этом во всех рассмотренных вариантах системы управление отоплением с учетом всех влияющих величин и контроль качества регулирования отопления по уравнению  $\tau_{co1} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$  осуществляется по параметрам теплоносителя входящего и выходящего из системы отопления по соответствующим датчикам (расхода, температуры, давления), в том числе, но не исключительно, по температуре обратной воды после системы отопления согласно уравнению  $\tau_{co2} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$ .

В схеме без смешивания при поступлении теплоносителя с некоторой температурой  $\tau_{co1}$  его расход  $G_{co}$  должен изменяться таким образом, чтобы, но не исключительно, температура обратной воды была  $\tau_{co2}$ , либо датчик расхода должен показывать значение требуемое значение расхода  $G_{co}$ .

Аналогично, в схемах со смешиванием или с подогревателем отопления работа по меньшей мере двух регулирующих устройств (двух регуляторов клапанов или одного регулятора клапана и регулятора насоса) должна обеспечивать заданные значения температур воды поступающей в систему отопления  $\tau_{co1} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$  и выходящей из нее  $\tau_{co2} = f(G_{co}, \bar{t}_g, t_n, \dots)$ , контролируемые сигналами с соответствующих датчиков, либо датчик расхода должен показывать значение требуемое значение расхода  $G_{co}$ .

Способ регулирования отпуска теплоты от теплового пункта в систему отопления 1 здания 2 по фиг. 4 при отсутствии снижения температуры воды  $T1=T1_{co}$  из внешней тепловой сети заключается в создании работой узла подготовки теплоносителя 3 теплового пункта 4, содержащего автоматизированный узел управления 5 и оборудование, влияющее на расход, на основании сигналов датчиков 6 (в том числе и датчика температуры обратной воды  $T2_{co}$ ) и заданных параметров такого расхода теплоносителя через систему отопления  $G_{co}$  в соответствии с уравнением регулирования отопления, за счет которого обеспечивается постоянная средняя температура воздуха в здании.

Уменьшение затрат энергии объясняется следующим образом. Поддержание постоянной средней внутренней температуры в отапливаемом здании обеспечивает уменьшение избыточных затрат тепловой энергии (перетопа), возникающих вследствие перегрева помещений при использовании нормативного отопительного температурного графика.

Способ регулирования отпуска теплоты от теплового пункта в систему отопления 1 здания 2 по фиг. 5 при наличии снижения температуры  $T1$  теплоносителя извне заключается в создании работой узла 3 подготовки теплоносителя (узел со смешиванием по трубопроводу подмешивания 7 из потока обратного теплоносителя 8, либо узел с подогревателем отопления) на основании сигналов датчиков 6, в том числе датчика температуры обратной воды  $T2_{co}$ , потока теплоносителя по подающему трубопроводу 9 в систему отопления 1 со значениями температуры  $T1_{co} < T1$  и расхода  $G_{co}$  согласно уравнения регулирования отопления, что обеспечивается работой автоматизированного узла управления 5 по исходным сигналам датчиков 6 и другим параметрам, в том числе заданной температуры внутреннего воздуха.

Другой способ регулирования отпуска теплоты от теплового пункта в систему отопления 1 здания 2 по фиг. 5, заключается в использовании расширенного температурного графика и соответствующего графика расходов, что обеспечивает минимальный расход теплоносителя через систему отопления.

Уменьшение затрат энергии в способе применения по фиг. 5 объясняется следующим образом. При использовании управления расходом и температурой подаваемого теплоносителя по уравнению регулирования отопления поддержание постоянной температуры в отапливаемом здании обеспечивает уменьшение избыточных затрат тепловой энергии (перетопа) аналогично способу по фиг. 4, а применение в

способе по фиг. 5 управления по уравнению регулирования отопления и, как частный случай, с использованием расширенного температурного графика и графика расходов обеспечивает минимальные затраты энергии на транспортировку теплоносителя, так как при этом имеются минимальные расход и гидравлические (механические) потери мощности.

Устройство теплового пункта по фиг. 6 без изменения температуры теплоносителя содержит основной регулирующий клапан(ны) 10 и/или повышающий насос(сы) 11 с регулятором(ми) 12, расположенные на подающем и/или на обратном трубопроводах системы отопления, а также датчики температур теплоносителя  $T_{co1}$  и  $T_{co2}$  на данных трубопроводах. Указанные устройства позволяют изменять расход теплоносителя через систему отопления 1 здания по управляющим сигналам от автоматизированного узла управления 5 после обработки им исходных сигналов датчиков 6, в том числе датчиков температур  $T_{co1}$  и  $T_{co2}$ , и других параметров.

В качестве регулятора 12 какого-либо насоса в данном случае и далее понимается, в общем случае, или электронный частотно-регулируемый привод, или электромагнитная порошковая муфта, или гидромуфта, или любое другое устройство, изменяющее частоту вращения ротора (вала) гидравлической части насоса и его напорную характеристику. Кроме того, при наличии нескольких насосов их суммарная напорная характеристика может изменяться отдельным включением насосов в работу.

В данной схеме реализуется способ по фиг. 4, при котором расход через систему отопления изменяется в соответствии с уравнением регулирования отопления, в том числе и по расширенному температурному графику, за счет чего обеспечивается постоянная температура воздуха в здании. При этом в здании поддерживается постоянная температура и происходит уменьшение или исключение затрат (потерь) тепловой энергии, возникающих вследствие перетопа (перегрева помещений) при использовании нормативного отопительного или отопительно-бытового температурного графика.

Устройство теплового пункта по фиг. 7 с уменьшением температуры теплоносителя в узле насосного смешивания 13 имеет расположение подмешивающего насоса(ов) 14 на трубопроводе подмешивания с предотвращающим обратный поток теплоносителя (обратным) клапаном 16 между трубопроводом 17 поступающего извне теплоносителя, на котором до точки смешения 18 размещен основной регулирующий клапан(ны) 10, и обратным трубопроводом системы отопления 19, причем для регулирования предлагаемым способом по фиг. 5 в схему введен дополнительный регулирующий клапан(ны) 20 на подающем и/или обратном трубопроводе системы отопления и/или регулятор(ы) 12 насоса(ов) 14, а вместо регулирующего клапана(ов) 10 может устанавливаться в точке смешения 18 трехходовой регулирующий клапан, и на подающем и обратном трубопроводах системы отопления установлены датчики параметров теплоносителя, в том числе, но не исключительно, датчики температур  $T_{co1}$  и  $T_{co2}$ .

Устройство теплового пункта по фиг. 8 и 9 с уменьшением температуры теплоносителя в узле насосного смешивания 13 имеет трубопровод 17 поступающего извне теплоносителя, на котором до точки смешения 18 с потоком обратного теплоносителя по трубопроводу подмешивания 15 через предотвращающий обратный поток теплоносителя (обратный) клапан 16, размещен основной регулирующий клапан(ы) 10, а циркуляционный насос(ы) 21 расположен(ы) на подающем трубопроводе 9 (фиг. 8) или обратном трубопроводе 19 (фиг. 9) системы отопления, причем для регулирования в схему введен дополнительный регулирующий клапан(ы) 20 на подающем или обратном трубопроводе системы отопления и/или регулятор(ы) 12 циркуляционного насоса(ов) 21, а вместо основного регулирующего клапана(ов) 10 в точке смешения 18 может устанавливаться трехходовой регулирующий клапан и на трубопроводах системы отопления установлены датчики параметров теплоносителя, в том числе, но не исключительно, датчики температур  $T_{co1}$  и  $T_{co2}$ .

Схемы устройства тепловых пунктов по фиг. 7, 8 и 9 реализуют способ регулирования отпуска тепла на отопление по фиг. 5. Они работают следующим образом. Основной регулирующий клапан(ы) 10, изменяя расход поступающего извне потока теплоносителя 17 в точку смешения 18 регулирует, в основном, температуру потока теплоносителя 9, подаваемого в систему отопления, а дополнительный регулирующий клапан(ы) 20, изменяя гидравлическое сопротивление контура системы отопления 1 здания 2 и расход через подмешивающий насос(ы) 14 (фиг. 7) и предотвращающий обратный поток теплоносителя (обратный) клапан 16 в точку смешения 18 или расход через циркуляционный насос(ы) 21 (фиг. 8, 9) регулирует, в основном, расход потока теплоносителя в подающем трубопроводе 9 в систему отопления 1. Также, расход теплоносителя через подмешивающий насос(ы) 14 (фиг. 7) или через циркуляционный насос(ы) 21 (фиг. 8, 9) и, соответственно, расход потока теплоносителя 9 в систему отопления 1 могут регулироваться изменением напорной характеристики подмешивающего насоса(ов) 14 или циркуляционного насоса(ов) 21 при применении регулятора(ов) 19 насоса(ов), а также изменением количества работающих насосов.

Устройство теплового пункта по фиг. 10 с уменьшением или с сохранением (пренебрегая температурным напором теплопередачи) температуры подаваемого теплоносителя при независимом подключении системы отопления к внешней сети (источнику теплоты) через подогреватель отопления 22 имеет трубопровод 17 поступающего извне теплоносителя, на котором до и/или после подогревателя 22 размещен основной регулирующий клапан(ы) 10, а циркуляционный насос(ы) 21 расположен на трубопроводе контура системы отопления, причем для регулирования способом по фиг. 5 в схему введен дополнитель-

ный регулирующий клапан(ы) 20 на подающем и/или на обратном трубопроводах системы отопления и/или регулятор(ы) 12 циркуляционного насоса(ов) 20, а на трубопроводах системы отопления установлены датчики параметров теплоносителя, в том числе, но не исключительно, датчики температур  $T_{co1}$  и  $T_{co2}$ .

Схема по фиг. 10 работает следующим образом. Основной регулирующий клапан(ы) 10, изменяя расход поступающего извне потока теплоносителя 17 в подогреватель отопления 22 регулирует температуру потока 9, подаваемого в систему отопления, а дополнительный регулирующий клапан(ы) 20, изменяя гидравлическое сопротивление контура системы отопления регулирует расход потока 9 в системе отопления 1. Также, расход теплоносителя через циркуляционный насос(ы) 21 и, соответственно, в системе отопления может регулироваться изменением напорной характеристики циркуляционного насоса(ов) 21 при применении регулятора(ов) 12 насоса(ов), а также изменением количества работающих насосов.

Источники информации:

1. Правила предоставления коммунальных услуг гражданам.
2. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (акт. ред. СНиП 41-01-2003).
3. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление. Учебник для вузов. - М: Издательство АСВ, 2008 г., 576 с. ил.
4. Пятин А.А. Уравнение режимов отопления здания. Часть 2. Вывод и проверка соответствия [Электронный ресурс] ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ. (НПК-2015): Всерос. ежегод. науч.-практ. конф.: сб. статей, 13-24 апреля 2015 г. ВятГУ. Киров, 2015 г. 2794 с. - с.873-878.
5. Пятин А.А. Уравнение режимов отопления здания. Часть 3. Оптимальное управление [Электронный ресурс] ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ. (НПК-2016): Всерос. ежегод. науч.-практ. конф.: сб. статей, 18-29 апреля 2016 г. ВятГУ. Киров, 2016 г. 5660 с. - с. 1812-1823.
6. Пятин А.А. Уравнение режимов отопления здания и его применение для анализа теплоснабжения [Электронный ресурс] ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ. (НПК-2014): Всерос. ежегод. науч.-практ. конф.: сб. статей, 15-26 апреля 2014 г. ВятГУ. Киров, 2014 г. 2206 с. -с. 1910-1916.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ регулирования отопления здания, характеризующийся подачей теплоносителя в систему отопления и его регулированием автоматизированным узлом управления путем открытия и закрытия регулирующего клапана(ов) и/или изменением напорной характеристики установленного насоса(ов) путем работы его регулятора(ов) и/или изменением количества работающих насосов в узле подготовки теплоносителя, отличающийся тем, что с помощью автоматизированного узла управления отоплением регулируют температуру подаваемого и/или обратного теплоносителя и/или его расход по уравнению регулирования отопления, выраженному формулой

$$\tau_{co1(2)} \equiv \tau_{co3(2)} = \bar{t}_b + \Delta t' \cdot \frac{\sqrt[1+n]{(Q'_{o,t} k_{co} f_{co})^{p-1}}}{\sqrt[1+n]{(G_{co} \bar{c}_T \theta')^p}} \times$$

$$\times \frac{\sqrt[1+n]{q_o V_H a (\bar{t}_b - t_H)(1 + \mu) - (Q_{ТВ} + Q_{инс})}}{\pm \frac{q_o V_H a (\bar{t}_b - t_H)(1 + \mu) - (Q_{ТВ} + Q_{инс})}{2G_{co} \bar{c}_T}}$$

где  $\tau_{co1(2)} \equiv \tau_{co3(2)}$  - определяемая датчиками температура теплоносителя;

знак "±" в формуле следует использовать как "+" для подаваемого теплоносителя и "-" для обратного теплоносителя;  $G_{co}$  - расход теплоносителя, определяемый датчиком или иным способом;  $\bar{t}_b, t_H$  - поддерживаемая регулированием заданная средняя температура внутреннего воздуха в здании и текущая температура наружного воздуха, соответственно; а также задаваемые или определяемые при проектировании или при энергоаудите здания и его системы отопления или иным способом величины:  $\theta', \Delta t', \bar{c}_T, Q'_{o,t}$  - параметры расчетного (проектного) режима работы системы отопления: охлаждение теплоносителя, температурный напор, теплоемкость и теоретическая отопительная тепловая нагрузка, соответственно; а также  $n, p, k_{co}, f_{co}$  - характеристики отопительных приборов и системы отопления: показатели степени нелинейности теплопередачи от температурного напора и расхода, коэффициенты относительной теплопередачи и относительной площади системы, соответственно;  $q_o, V_H, a$  - характеристики здания: удельная отопительная характеристика, зависящая от его теплозащиты, объем здания, поправочный коэффициент, соответственно; и кроме того определяемые или вычисляемые на основании сигналов датчиков и/или ручного и/или программного задания или иным способом величины, характеризующие режим отопления:  $\bar{c}_T$  - текущая средняя теплоемкость теплоносителя;  $Q_{ТВ}$  - мощность внутренних тепло-

выделений;  $\mu$ ,  $Q_{\text{инс}}$  - параметры внешней среды: коэффициент инфильтрации и тепловая мощность солнечной инсоляции.

2. Способ регулирования отопления здания по п.1, отличающийся тем, что с помощью узла управления отоплением регулируют температуру и расход подаваемого теплоносителя по температурному графику и графику расхода, поддерживая максимально возможную и/или допустимую температуру или при невозможности этого минимально возможный и/или допустимый расход, исходя из условия:

$$\tau_{\text{co1}} = \begin{cases} \tau_{\text{co1}}(\bar{G}_{\text{co}}^{\text{опт}}(t_{\text{н}}, t_{\text{в}}, \dots)) = \tau_{\text{co1}}^{\text{max}} \\ \tau_{\text{co1}}(\bar{G}_{\text{co}}^{\text{min}}, t_{\text{н}}, t_{\text{в}}, \dots) < \tau_{\text{co1}}^{\text{max}} \end{cases},$$

где  $\tau_{\text{co1}}^{\text{max}}$  - максимально допустимая или максимально возможная по условию внешнего теплоснабжения температура, не превышающая максимально допустимую;  $\bar{G}_{\text{co}}^{\text{опт}}$  - расход теплоносителя в систему отопления по способу п.1 при подаче теплоносителя с максимальной температурой  $\tau_{\text{co1}}^{\text{max}}$ ;  $\bar{G}_{\text{co}}^{\text{min}}$  - определяемый из проектных расчетов или энергоаудита здания и его системы отопления или иным способом минимально возможный и/или допустимый по условию тепловой и гидравлической устойчивости системы отопления расход теплоносителя через нее; другие величины соответствуют способу по п.1.

3. Способ регулирования отопления здания по п.1 или 2, отличающийся тем, что с помощью регулирующего клапана(ов) и/или повысительного насоса(ов) с регулятором(ами) или без него и/или изменением количества работающих насосов изменяют и регулируют расход поступающего извне в систему отопления теплоносителя.

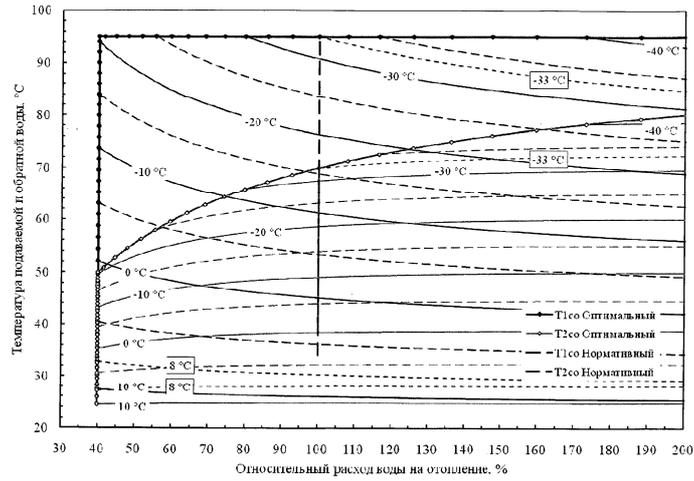
4. Способ регулирования отопления здания по п.1 или 2, отличающийся тем, что с помощью основного регулирующего клапана(ов) или трехходового регулирующего клапана изменяют расход поступающего извне потока теплоносителя в точку смешения, регулируя, в основном, температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления, а регулирование, в основном, расхода теплоносителя в систему отопления осуществляют изменением напорной характеристики подмешивающего и/или циркуляционного насоса(ов) при применении регулятора(ов) и/или изменением количества работающих насосов, и/или изменением гидравлического сопротивления контура системы отопления здания дополнительным регулирующим клапаном(нами).

5. Способ регулирования отопления здания по п.1 или 2, отличающийся тем, что с помощью основного регулирующего клапана(ов) изменяют расход поступающего извне потока теплоносителя в подогреватель отопления, регулируя температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления, а регулирование, в основном, расхода теплоносителя в систему отопления осуществляют изменением напорной характеристики циркуляционного насоса(ов) при применении регулятора(ов) и/или изменением количества работающих насосов, и/или изменением гидравлического сопротивления контура системы отопления здания дополнительным регулирующим клапаном(нами).

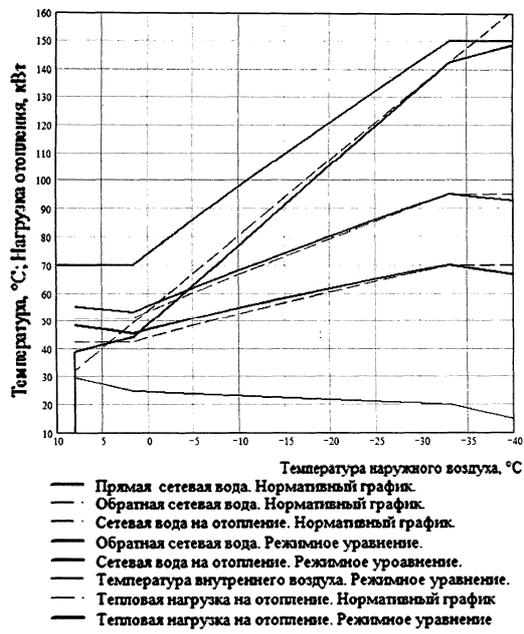
6. Система регулирования отпуска тепла для отопления по способу п.1 или 2, содержащая отопительные приборы, подключенные к трубопроводам системы отопления, в которых находится теплоноситель; систему управления отпуском тепла с автоматизированным узлом управления, отличающаяся тем, что в узле подготовки теплоносителя для отопления на подающем и/или обратном трубопроводах отопления размещен регулирующий клапан(ы) и/или повысительный насос(ы) с регулятором(ми) или без него, а также установлены датчики параметров теплоносителя.

7. Система регулирования отпуска тепла для отопления по способу п.1 или 2, содержащая отопительные приборы, подключенные к трубопроводам системы отопления, в которых находится теплоноситель; систему управления отпуском тепла с автоматизированным узлом управления, отличающаяся тем, что узел подготовки теплоносителя для отопления имеет трубопровод подмешивания между подающим и обратным трубопроводами отопления с клапаном, выполненным с возможностью предотвращения обратного потока теплоносителя, и на подающем трубопроводе до точки смешения с потоком из трубопровода подмешивания размещен основной регулирующий клапан или в точке смешения установлен трехходовой регулирующий клапан, а на линии подмешивания расположен подмешивающий насос(ы) с регулятором или без него, и/или на подающем и/или обратном трубопроводах системы отопления расположен(ы) циркуляционный насос(ы) с регулятором или без него, и/или установлен дополнительный регулирующий клапан(ы), а также установлены датчики параметров теплоносителя.

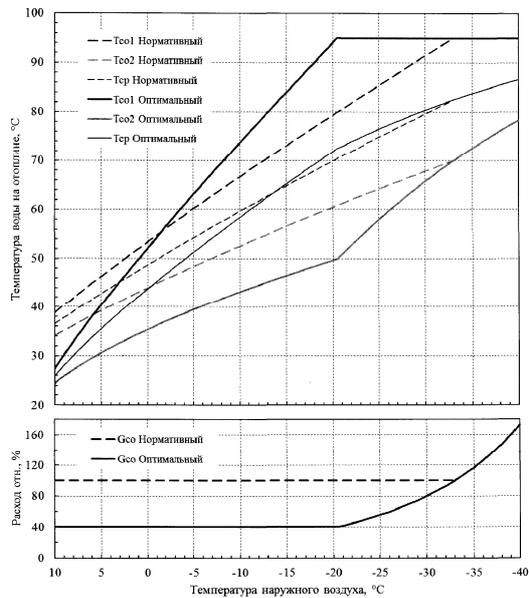
8. Система регулирования отпуска тепла для отопления по способу п.1 или 2, содержащая отопительные приборы, подключенные к трубопроводам системы отопления, в которых находится теплоноситель; систему управления отпуском тепла с автоматизированным узлом управления, отличающаяся тем, что узел подготовки теплоносителя для отопления имеет подогреватель отопления для подогрева теплоносителя, причем на трубопроводе внешнего теплоносителя, подключенном к подогревателю отопления, размещен основной регулирующий клапан(ы), а на подающем или обратном трубопроводе системы отопления расположен циркуляционный насос(ы) с регулятором или без него, и/или установлен дополнительный регулирующий(е) клапан(ы), а также установлены датчики параметров теплоносителя.



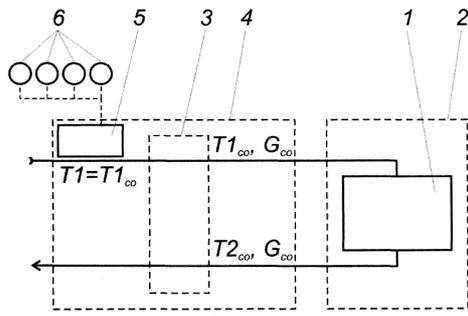
Фиг. 1



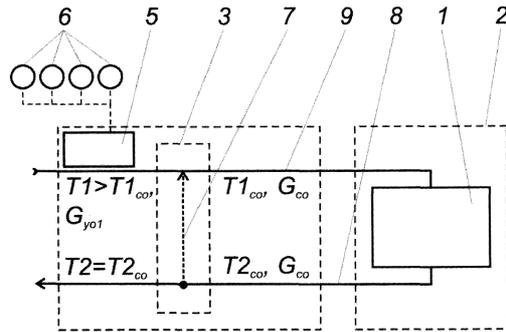
Фиг. 2



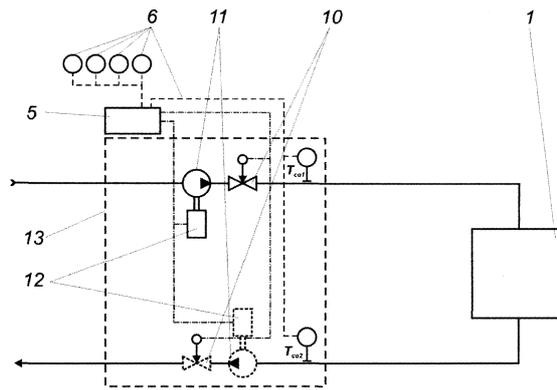
Фиг. 3



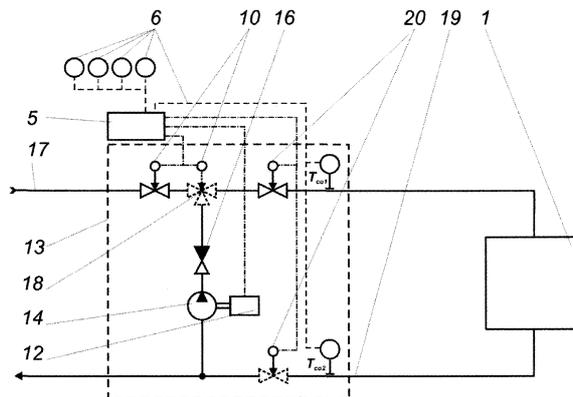
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

