

Г.И. ТИТОВ

Ю.Э. ДЕМИНА

Д.В. ЗЕЛЕНЦОВ

КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛИРУЮЩЕГО И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО-СБРОСНОГО КЛАПАНОВ

EQUALIZATION OF HEAT-TRANSFER AGENT TEMPERATURE EXPANSION IN HEATING SYSTEM WITH THE USE OF REGULATING AND SAFETY VALVES

Рассмотрено внедрение схемы компенсации температурного расширения теплоносителя в независимых системах отопления без использования расширительного бака. Для целей компенсации температурного расширения теплоносителя вместо расширительного бака используются регулирующий и предохранительно-сбросной клапаны, осуществляющие соответственно подпитку или сброс теплоносителя из системы. Подобная схема позволяет проводить компенсацию теплового расширения систем отопления с большим объемом теплоносителя с минимальными капитальными затратами.

The scheme of equalization of heat-transfer agent temperature expansion in independent heating system without temperature tank is viewed. To equalize heat-transfer agent temperature expansion regulating and safety valves are used in this scheme instead of temperature tank. The valves provide heat supply and heat rejection in- and out of heating system. The proposed scheme permits to equalize heat-transfer agent temperature expansion in heating systems with a large amount of heat-transfer agent and with minimal capital cost.

Ключевые слова: система отопления, температурное расширение, расширительный бак

Keywords: heating system, temperature expansion, temperature tank

При отсутствии в замкнутой (при независимом присоединении к тепловым сетям) системе отопления емкости, куда могут поступать излишки теплоносителя, даже незначительное повышение температуры приведет к возрастанию давления, величина которого может превысить предельное допустимое значение для элементов гидравлической системы [1–3].

Существуют различные схемы подпитки и компенсации температурных расширений теплоносителя в системах теплоснабжения с независимым присоединением к тепловым сетям СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов». В настоящее время для этих целей в основном применяются аккумулярующие емкости (расширительные баки) различных типов. Устанавливаются они на источнике тепла при зависимом подключении системы отопления, при независимом подключении – непосредственно у потребителя тепла. Баки бывают двух типов: открытые; закрытые, нагружаемые противодавлением газовой среды (мембранные).

Баки открытого типа, как правило, устанавливаются на чердачных перекрытиях. Это традицион-

ное давно применяемое оборудование и в настоящее время используется редко. Такие устройства устанавливаются в системах с естественной циркуляцией теплоносителя. Недостатком расширительной емкости открытого типа является насыщение теплоносителя кислородом, что приводит к образованию внутренней коррозии в системе отопления. Также возможен перелив и протечка теплоносителя, возникает угроза замерзания. При отсутствии герметичности в открытом баке происходит более интенсивное испарение воды, что требует постоянного контроля и ее дополнительного подлива.

Баки закрытого типа (мембранные) устанавливаются в помещении теплового пункта (рис. 1).

Они изготавливаются в виде стального герметичного резервуара, в котором предусмотрено два отсека. Одна половина служит для заполнения теплоносителем, а во второй находится воздух или азот. Отсеки разделены гибкой мембраной, которая способна сжиматься и растягиваться, изменяя тем самым соотношение между объемами первого и второго отсеков. Отсек с воздухом имеет вентиль

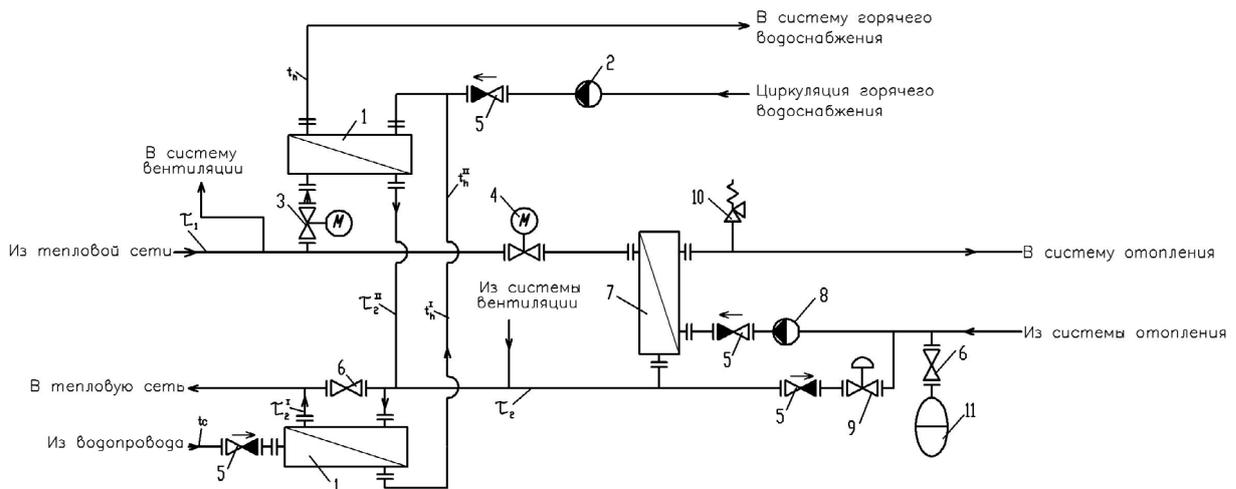


Рис. 1. Схема с независимым присоединением системы отопления к тепловой сети с закрытым расширительным баком мембранного типа:

- 1 – водоподогреватель горячего водоснабжения; 2 – повысительно-циркуляционный насос горячего водоснабжения;
 3 – регулирующий клапан с электроприводом для системы горячего водоснабжения;
 4 – регулирующий клапан с электроприводом для системы отопления; 5 – обратный клапан; 6 – задвижка;
 7 – водоподогреватель горячего водоснабжения; 8 – циркуляционный насос системы отопления;
 9 – регулятор подпитки; 10 – предохранительно-сбросной клапан; 11 – мембранный бак

с ниппелем, через который осуществляется регулирование давления воздуха, тем самым обеспечивается работа мембранного бака. Именно от давления воздуха будет зависеть, какой объем воды и под каким давлением сможет поступать в водяной отсек. Когда давление воды в системе возрастает, водяной отсек бака расширяется и заполняется большим объемом воды, а отсек с воздухом сжимается. При уменьшении объема давление воздуха возрастает до тех пор, пока не уравнивает давление воды. Когда давление в системе падает (и становится меньше, чем давление воздуха), под действием давления воздуха мембрана сокращается, отсек с водой уменьшается, выталкивая воду обратно в систему, восполняя потери давления. Это будет происходить до тех пор, пока давление воды и давление воздуха не уравновесят друг друга.

Расширительный бак покрывают краской порошкового типа, чтобы при высокой температуре теплоносителя избежать механических повреждений стенок сосуда. Одной стороной емкость крепится к системе отопления при помощи штуцера или фланца, а другая сторона служит для закачки воздуха. Давление в расширительном баке отопления позволяет автоматически регулировать подачу теплоносителя в систему или обратно в сосуд. Такие баки обладают рядом преимуществ: низкие эксплуатационные расходы, легкий монтаж, высокая безопасность и надежность, невозможность выливания воды из бака, отсутствие потерь тепла, удобство в использовании, отсутствие контакта воды и воздуха, не загрязняют воду.

Для того чтобы вычислить объем расширительного мембранного бака, нужно определиться с суммарным объемом отопительной системы, кото-

рый складывается из нескольких объемов: трубопровода, отопительных приборов, котла (если система теплоснабжения местная). Самый простой способ определения нужного объема бака заключается в том, чтобы вычислить 10 % от суммарного объема системы отопления. Например, если он составляет 400 л, то понадобится бак вместимостью 40 л. Однако при значительном объеме систем отопления необходимо устанавливать баки большего объема, что вызывает трудности при их размещении. Установка нескольких баков повышает стоимость оборудования, а также требует дополнительных помещений, что при современной стоимости строительства 1 м² увеличивает нагрузку на эффективное использование площади застройки и, как следствие, увеличивает стоимость строительства. Недостатком является и то, что мембрана имеет ограниченный срок службы.

Помимо установки расширительных баков существуют и другие способы компенсации температурных расширений. Например, схема подпитки системы теплоснабжения с устройством линии перепуска для компенсации теплового расширения без использования расширительного бака [4] (рис. 2).

Но если рабочее давление в обратном трубопроводе теплосети превышает статическое давление в системе, применение схемы подпитки с линией перепуска вызывает трудности, так как требуется разгрузочный насос с большим напором, что увеличивает стоимость строительства. В рамках проводимой политики энергосбережения, масштабной политики проведения капитального ремонта жилого фонда [5] возникает необходимость применения энергоэффективных и экономичных решений [6, 7].

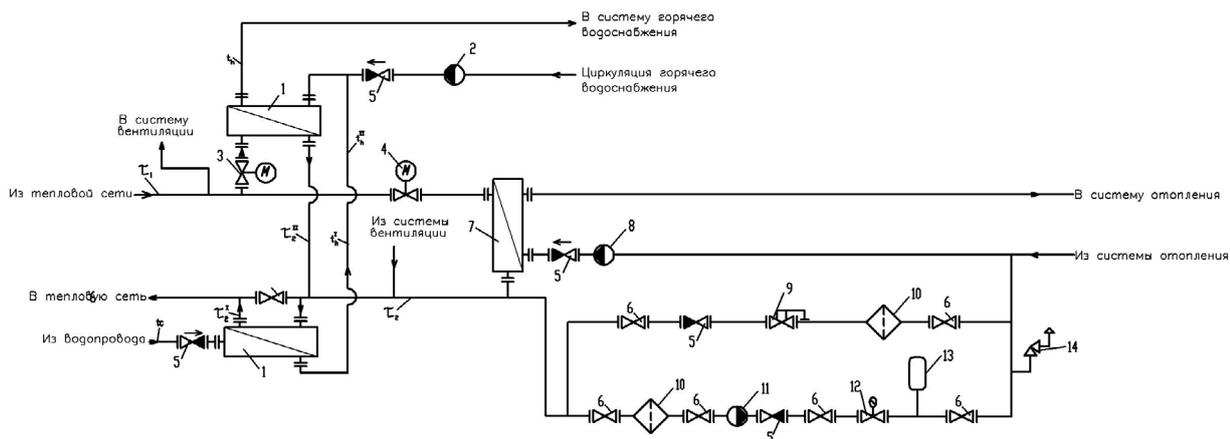


Рис. 2. Схема с независимым присоединением системы отопления к тепловой сети с закрытым расширительным баком мембранного типа с устройством линии перепуска:
 1 – водоподогреватель горячего водоснабжения; 2 – повысительно-циркуляционный насос горячего водоснабжения; 3 – регулирующий клапан с электроприводом для системы горячего водоснабжения; 4 – регулирующий клапан с электроприводом для системы отопления; 5 – обратный клапан; 6 – задвижка; 7 – водоподогреватель горячего водоснабжения; 8 – циркуляционный насос системы отопления; 9 – клапан перепуска; 10 – фильтр; 11 – насос; 12 – электрифицированная задвижка; 13 – демпфирующая емкость; 14 – предохранительный клапан

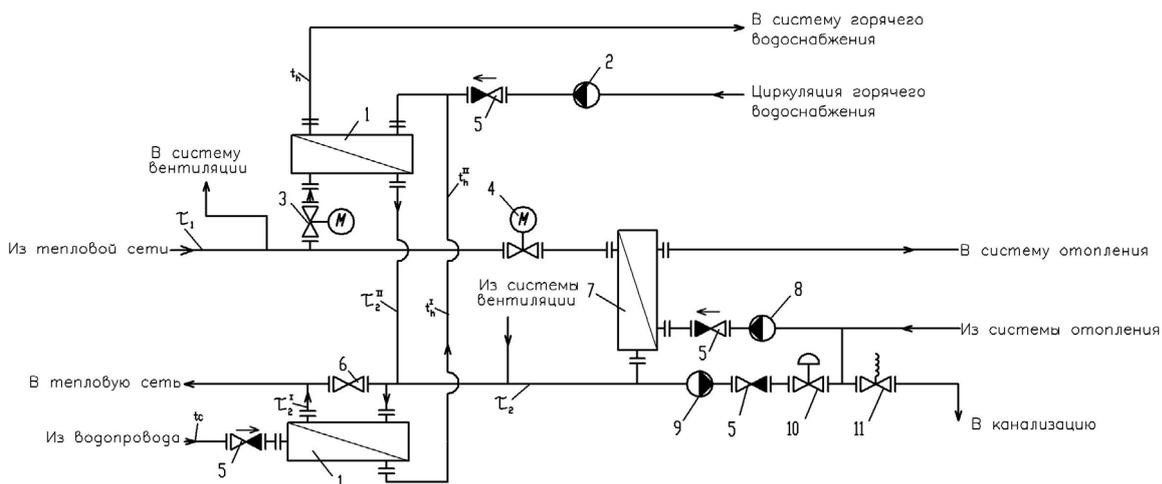


Рис. 3. Схема с независимым присоединением системы отопления к тепловой сети с закрытым расширительным баком мембранного типа с установкой клапана перепуска:
 1 – водоподогреватель горячего водоснабжения; 2 – повысительно-циркуляционный насос горячего водоснабжения; 3 – регулирующий клапан с электроприводом для системы горячего водоснабжения; 4 – регулирующий клапан с электроприводом для системы отопления; 5 – обратный клапан; 6 – задвижка; 7 – водоподогреватель горячего водоснабжения; 8 – циркуляционный насос системы отопления; 9 – подпиточный насос отопления; 10 – регулятор подпитки; 11 – клапан перепуска

При проектировании, строительстве и монтаже систем теплоснабжения и теплопотребления крупного ТЦ «Гудок» в Самаре применен следующий подход для компенсации температурного расширения теплоносителя (рис. 3).

Рабочее давление в обратном трубопроводе теплосети объекта составляет 9 кгс/см², статическое давление в системе теплопотребления – 4 кгс/см². На подпиточной линии устанавливается регулирующий клапан, осуществляющий подпитку системы при понижении давления в обратном трубопроводе меньше 4 кгс/см². При повышении давления в системе теплопотребления

больше 9 кгс/см² вступает в работу предохранительно-сбросной клапан (клапан перепуска) и излишки воды сбрасываются в приямок теплового пункта, остьвочный колодец или ливневую канализацию.

Подбор регулирующего клапана и клапана перепуска проводится по приведенной ниже методике.

Определяется требуемый расход теплоносителя $G_{пер}$ м³/ч, через клапан перепуска

$$G_{пер} = dV / \tau,$$

где dV – увеличение объема жидкости в системе, м³; τ – время нагрева, ч.

Увеличение объема жидкости в системе dV , м³, определяется по формуле

$$dV = \beta \cdot V_c \cdot dT,$$

где β – коэффициент объемного расширения, 1/°С; V_c – полная емкость системы отопления, м³; dT – разность температур при возможном полном нагреве теплоносителя, °С.

Время нагрева τ , ч, рассчитывается по формуле

$$\tau = V_c \cdot C \cdot \rho \cdot dt / Q_T, \text{ч},$$

где C – теплоемкость, кДж/(кг·°С); ρ – плотность теплоносителя, кг/м³; dt – разность температур по температурному графику в системе теплоснабжения, °С; Q_T – расчетная тепловая нагрузка, МВт.

Подбор регулирующего клапана (клапана подпитки) осуществляется по формуле

$$G_{\text{подп}} = 0,025 \cdot V_c \cdot \rho, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По полученным расходам теплоносителя и известным перепадам давления по данным производителей подбирается соответствующее оборудование. При этом отсутствует необходимость установки такого дорогостоящего и занимающего большие площади оборудования, как расширительные баки.

Вывод. Предлагаемая схема компенсации температурного расширения теплоносителя в системе отопления с использованием регулирующего и сбросного клапанов применима для объектов со значительным объемом системы теплоснабжения, в том числе в случае, если давление в системе теплоснабжения меньше рабочего давления тепловой сети. Она позволяет проводить компенсацию теплового расширения с минимальными затратами на оборудование и монтаж.

Об авторах:

ТИТОВ Геннадий Иванович

профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 337-81-03

ДЕМИНА Юлия Эрнестовна

старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 337-81-03

ЗЕЛЕНЦОВ Данила Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 337-81-03
Email: dvzelentsov@mail.ru

Для цитирования: Титов Г.И., Демина Ю.Э., Зеленцов Д.В. Компенсация температурного расширения теплоносителя в системе отопления с использованием регулирующего и предохранительно-сбросного клапанов // Градостроительство и архитектура. 2016. №4(25). С. 36-39. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.04.6.

For citation: Titov G.I., Demina Yu.E., Zelentsov D.V. Equalization of heat-transfer agent temperature expansion in heating system with the use of regulating and safety valves // Urban Construction and Architecture. 2016. №4(25). Pp. 36-39. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.04.6.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ватузов Д.Н., Пуринг С.М., Филатова Е.Б., Тюрин Н.П. К вопросу о выборе источника теплоснабжения зданий жилой застройки // Научное обозрение. 2015. № 7. С. 109-113.
2. Пуринг С.М., Ватузов Д.Н. Оптимизация выбора способа теплоснабжения жилых многоквартирных домов // Инновационные стратегии развития экономики и управления: сборник статей / СГАСУ. Самара, 2015. С. 313–316.
3. Ватузов Д.Н., Пуринг С.М., Филатова Е.Б., Тюрин Н.П. Выбор источника теплоснабжения зданий жилой застройки // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014. № 4 (17). С. 86–91. DOI:10.17673/Vestnik.2014.04.13.
4. Кошелев Н.И., Воздвиженский В.Б. Подпитка системы теплоснабжения без использования расширительного бака // Энергосбережение. 2006. № 2. С. 17–19.
5. Алешин А.Н., Зеленцов Д.В., Новопашина Н.А. Разработка технической политики по капитальному ремонту систем отопления и газоснабжения многоквартирных домов в Самарской области // Научное обозрение. 2014. № 9–3. С. 773–777.
6. Ватузов Д.Н., Пуринг С.М. Рационализация теплоснабжения жилых зданий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре [Электронный ресурс]: материалы 71-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / под ред. М.И. Бальзанникова, Н.Г. Чумаченко; СГАСУ. Самара, 2014. С. 782–783.
7. Ватузов Д.Н., Пуринг С.М., Филатова Е.Б. Способы повышения рационального потребления и распределения тепловой энергии в жилых зданиях // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2013. Т. 2. № 3(6). С. 33–35.

TITOV Gennady I.

Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 337-81-03

DEMINA Yulia E.

Senior Lecturer of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 337-81-03

ZELENTSOV Danila V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 337-81-03
Email: dvzelentsov@mail.ru