



**Проектирование  
автоматизированных систем  
водяного отопления многоэтажных жилых  
и общественных зданий**

Пособие  
RB.00.M8.50

Москва  
ООО «Данфосс»  
2022

Настоящее пособие «Проектирование автоматизированных систем водяного отопления многоэтажных жилых и общественных зданий» RB.00.M8.50 выпущено взамен пособия RB.00.M7.50 в связи с внесением некоторых исправлений в номенклатуру и технические характеристики продукции Danfoss, а также с необходимостью исправления замеченных ошибок и опечаток.

При разработке пособия были использованы материалы компании «Данфосс», последние изменения российских нормативных документов, а также учтен опыт проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации современных автоматизированных систем отопления.

В работе представлена единая серия автоматических радиаторных терморегуляторов типа RTR, в том числе с клапаном RTR-G измененной конструкции и электронным программируемым термоэлементом Danfoss Eco, дана расширенная номенклатура балансировочных клапанов, отражены особенности конструирования и расчета систем отопления при применении этих устройств.

Пособие предназначено для специалистов по проектированию инженерных систем зданий и сооружений, а также работников монтажных и эксплуатационных организаций, студентов и преподавателей вузов и техникумов.

Разработано инженерами ООО «Данфосс» А. В. Дубняковым и В. В. Невским при участии К. Ф. Вольхина, Д. В. Копылова, Д. А. Сидоркина и В. В. Цвирко-Годицкого.

Замечания и предложения будут приняты с благодарностью. Просим их направлять по факсу: (495) 792-57-59, или электронной почте: [Dubnyakov@danfoss.ru](mailto:Dubnyakov@danfoss.ru) и [VVN@danfoss.ru](mailto:VVN@danfoss.ru)

**Перепечатка и копирование без разрешения ООО «Данфосс»,  
а также использование приведенной информации без ссылок  
ЗАПРЕЩЕНЫ!**

## Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
<b>Обзор приборов и устройств Danfoss для применения в автоматизированных системах отопления</b> .....	<b>6</b>
1. Радиаторные терморегуляторы .....	6
1.1. Что такое радиаторный терморегулятор .....	6
1.2. Устройство и принцип действия термостатического элемента .....	6
1.3. Какие бывают клапаны радиаторных терморегуляторов .....	9
2. Присоединительно-регулирующие гарнитуры с терморегулятором .....	13
2.1. Присоединительно-регулирующая гарнитура RTR-K с клапаном терморегулятора RTR-N .....	13
2.2. Присоединительно-регулирующая гарнитура VHS .....	13
3. Запорная и запорно-присоединительная радиаторная арматура .....	14
3.1. Запорный радиаторный клапан RLV .....	14
3.2. Запорно-присоединительные радиаторные клапаны RLV-K и RLV-KB .....	14
4. Балансировочные клапаны .....	15
4.1. Для чего нужны балансировочные клапаны .....	15
4.2. Автоматические балансировочные клапаны .....	15
4.3. Ручные балансировочные клапаны .....	17
5. Приборы учета теплотребления .....	18
5.1. Приборы индивидуального учета теплотребления INDIV-X-10V, INDIV-X-10T и INDIV-X-10R .....	18
5.2. Ультразвуковые квартирные теплосчетчики .....	19
6. Трубопроводная арматура .....	20
6.1. Шаровые краны .....	20
6.2. Сетчатые фильтры .....	21
6.3. Осевые сильфонные компенсаторы .....	21
<b>Особенности проектирования автоматизированных систем водяного отопления</b> .....	<b>22</b>
1. Общие положения .....	22
2. Конструирование систем .....	22
2.1. Источник теплоснабжения .....	22
2.2. Параметры теплоносителя .....	22
2.3. Схемы систем отопления .....	23
2.4. Отопительные приборы .....	24
2.5. Трубопроводы и запорно-спускная арматура .....	25
2.6. Компенсация тепловых удлинений .....	25
2.7. Тепловая изоляция .....	26
2.8. Запорно-регулирующая арматура .....	26
2.9. Двухтрубные системы отопления .....	26
2.10. Однотрубные системы отопления .....	35
3. Расчет автоматизированных систем отопления .....	37
3.1. Общие положения .....	37
3.2. Тепловой расчет .....	37
3.3. Гидравлический расчет .....	37
<b>Монтаж и наладка автоматизированных систем отопления</b> .....	<b>44</b>
<b>Местное регулирование</b> .....	<b>45</b>
<b>Заключение</b> .....	<b>46</b>
<b>Приложения</b> .....	<b>47</b>
Приложение 1. Сводный перечень приборов и устройств Danfoss для автоматизации систем отопления многоэтажных жилых и общественных зданий .....	47
Приложение 2. Таблицы для выбора настроек пропускной способности клапанов радиаторных терморегуляторов RTR-N DN = 15 мм .....	58
Приложение 3. Гидравлические характеристики элементов систем отопления .....	59
Приложение 4. Таблица зависимостей $K_v$ , $\Delta P$ , G .....	60
Приложение 5. Таблица перевода единиц давления (перепада давлений) .....	60
<b>Список используемой литературы</b> .....	<b>61</b>

## Введение

Россия — страна с суровым климатом, где на отопление зданий затрачиваются огромные топливно-энергетические ресурсы. В таких условиях современные системы отопления должны работать на высоком качественном уровне, т.е. количество теплоты, подаваемой в каждое помещение здания для поддержания комфортного температурного режима, должно определяться текущей потребностью в соответствии с пожеланиями потребителя.

Эти требования могут обеспечить только автоматизированные системы отопления, оснащенные приборами учета теплотопотребления.

Комплексная автоматизация системы отопления включает местное регулирование параметров теплоносителя в тепловом пункте, индивидуальное управление подачей теплоты от отопительных приборов в помещения, а также автоматическое поддержание гидравлических режимов в трубопроводной сети системы (рис. 1).

Индивидуальное регулирование обладает наибольшими технологическими возможностями и позволяет:

- поддерживать комфортную температуру воздуха в отапливаемых помещениях на уровне, заданном потребителем;
- экономить более 20% тепловой энергии за счет максимального использования для отопления помещений «бесплатных» теплоток от людей, солнечной радиации, освещения, электробытовых приборов и др., а также путем снижения температуры воздуха в ночные часы и периоды, когда здание не эксплуатируется;
- снижать выбросы в атмосферу продуктов сгорания топлива, расходуемого на выработку тепловой энергии.

Средствами индивидуального регулирования в системах водяного отопления зданий являются автоматические радиаторные терморегуляторы, которыми в соответствии с требованиями СНиП «Отопление, вентиляция и кондиционирование» и ряда региональных нормативных документов должны оснащаться отопительные приборы жилых и общественных зданий.

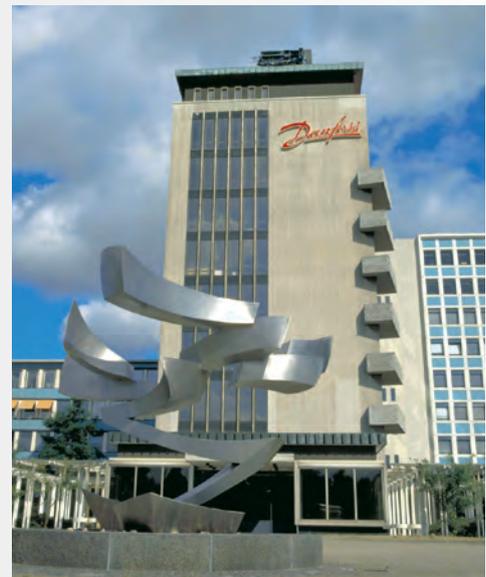
Управление гидравлическими режимами работы системы отопления осуществляется, как правило, автоматическими балансировочными клапанами, устанавливаемыми на стояках или горизонтальных ветвях системы. Эти клапаны обеспечивают расчетное потокораспределение по отдельным частям системы отопления вне зависимости от колебаний давлений в распределительных трубопроводах, а также работу радиаторных терморегуляторов в оптимальном режиме и исключают возможность шумообразования.

Местное регулирование параметров теплоносителя в тепловом пункте, в том числе блочном, который изготавливается и поставляется компанией «Данфосс», позволяет корректировать температуру воды, подаваемой в систему отопления в зависимости от внешних погодных условий, суточного и недельного режима эксплуатации здания, теплоаккумулирующей способности ограждающих конструкций. Системы местного регулирования обеспечивают минимизацию теплотребления, дополнительную экономию тепловой энергии, оптимальный теплогидравлический режим работы системы отопления в целом и ее элементов индивидуального автоматического регулирования.

В дополнение к комплексной автоматизации в соответствии с современными требованиями СНиП системы должны быть

*Danfoss — международный концерн со штаб-квартирой в Дании. Одно из главных направлений деятельности концерна — разработка и производство средств автоматизации для систем теплоснабжения зданий. Основатель концерна Danfoss — г-н Мадс Клаузен — является изобретателем радиаторных терморегуляторов для систем отопления, которые фирма производит с 40-х годов прошлого столетия. Постоянно совершенствуя конструкцию терморегуляторов и уделяя огромное внимание качеству изделий, Danfoss в настоящее время является крупнейшим в мире производителем данных устройств. В 1993 г. Danfoss открыл российское отделение — ООО «Данфосс», организовав сборку радиаторных терморегуляторов типа RTD в Москве. За истекший период в Москве было изготовлено более 3 млн терморегуляторов, которые установлены и успешно функционируют на объектах строительства по всей территории России.*

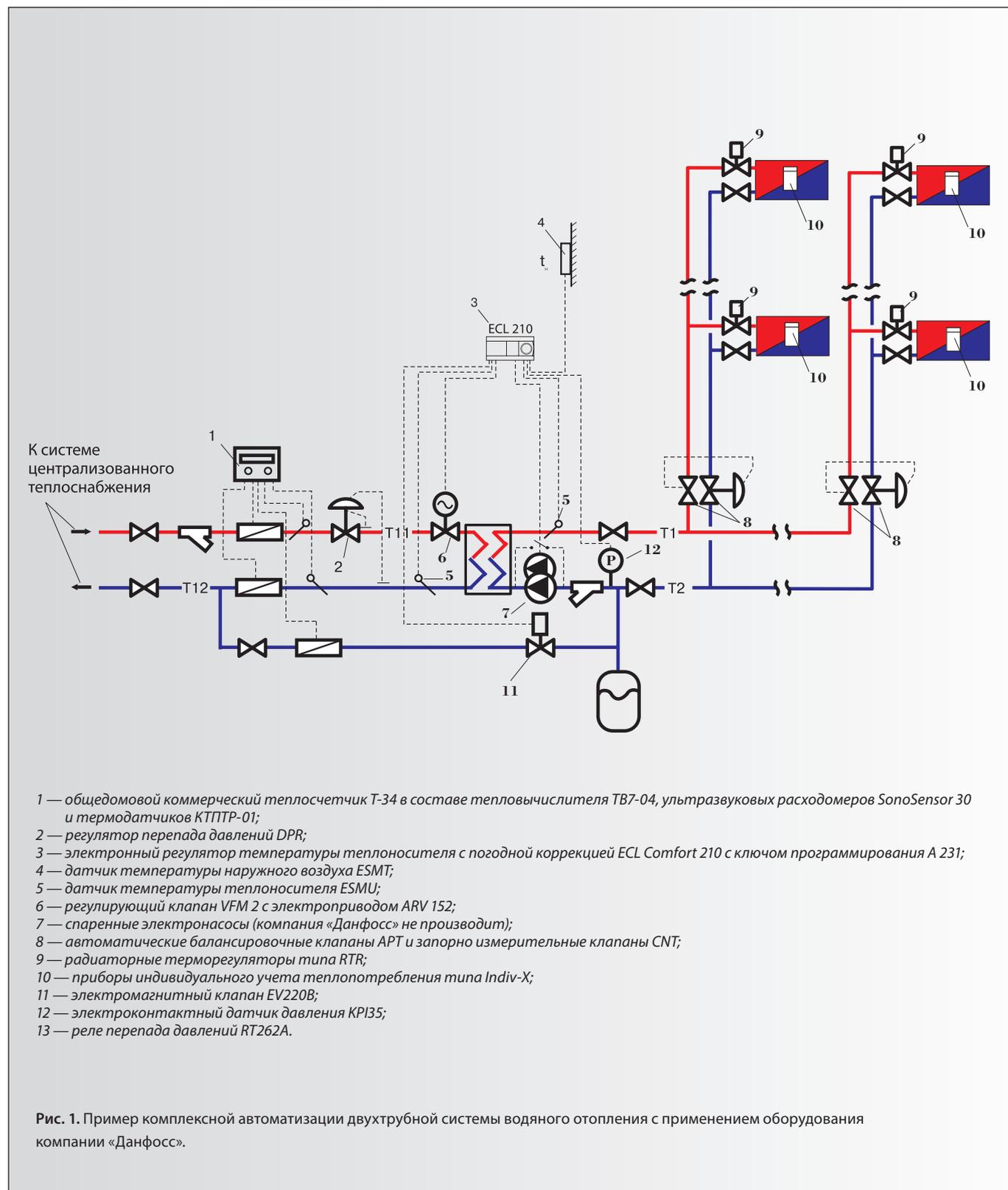
*В 2009 г. «Данфосс» приступил к выпуску новой единой серии автоматических радиаторных терморегуляторов типа RA, отличающихся улучшенными техническими характеристиками и современным дизайном.*



также оборудованы средствами коммерческого «общедомового» и индивидуального учета теплотребления.

Кроме радиаторных терморегуляторов, компания «Данфосс» предлагает весь комплекс приборов и устройств для оснащения автоматизированных систем отопления.

Ниже приводятся основные принципы проектирования автоматизированных систем отопления, общие описания средств регулирования, наиболее применимых в российской строительной практике, особенности их использования. Более подробная информация по названным выше приборам представлена в специализированных технических каталогах ООО «Данфосс».



# Обзор приборов и устройств Danfoss для применения в автоматизированных системах отопления

## 1. Радиаторные терморегуляторы

### 1.1. Что такое радиаторный терморегулятор

Радиаторный терморегулятор — автоматический регулятор прямого действия, предназначенный для поддержания на заданном уровне температуры воздуха в помещении путем изменения теплоотдачи установленного в нем местного отопительного прибора системы водяного отопления здания.

Терморегуляторы компании «Данфосс» единой серии RTR (рис. 2) представляют собой сочетание двух частей — регулирующего клапана RTR-N, RA-DV или RTR-G и автоматического термостатического элемента, как правило, RTR 7000.

С 2011 года началось производство электронных программируемых термостатов Danfoss Eco, которые могут замещать собой термоэлементы RTR 7000.

### 1.2. Устройство и принцип действия термостатического элемента

Термоэлемент является главным устройством автоматического регулирования. Внутри термоэлемента RTR 7000 (рис. 3) находится замкнутая гофрированная емкость — сильфон (1), который связан через шток термоэлемента (2) с золотником (3) регулирующего клапана.

Сильфон заполнен газообразным веществом, меняющим свое агрегатное состояние под воздействием изменения температуры воздуха в помещении. При снижении температуры воздуха газ в сильфоне начинает конденсироваться, объем и давление газообразной составляющей уменьшаются, сильфон растягивается (см. особенности конструкции на рис. 3), перемещая шток и золотник клапана в сторону открытия. Количество воды, проходящей через отопительный прибор, увеличивается, температура воздуха повышается. Когда температура воздуха начинает превосходить заданную величину, жидкая среда испаряется, объем газа и его давление увеличиваются, сильфон сжимается, перемещая шток с золотником в сторону закрытия клапана.

Радиаторные терморегуляторы с газонаполненным термостатическим элементом (газовые) изготавливаются только компанией «Данфосс».

Это уникальное техническое решение запатентовано компанией и имеет ряд бесспорных преимуществ:

- производство сильфонов осуществляется непосредственно на заводах «Данфосс»;
- малая тепловая инерционность сильфона позволяет быстро реагировать на изменение температуры воздуха и за счет этого использовать для отопления до 85% «бесплатных» теплоступлений в помещении;
- увеличенный ход штока обеспечивает прекрасные характеристики регулирования;
- устойчивые во времени свойства газового заполнения сильфона гарантируют качественную работу терморегулятора в течение длительного срока эксплуатации (более 20 лет).

Каждому значению температуры воздуха соответствует вполне определенное давление газа в сильфоне, которое



Рис. 2. Радиаторный терморегулятор RTR.

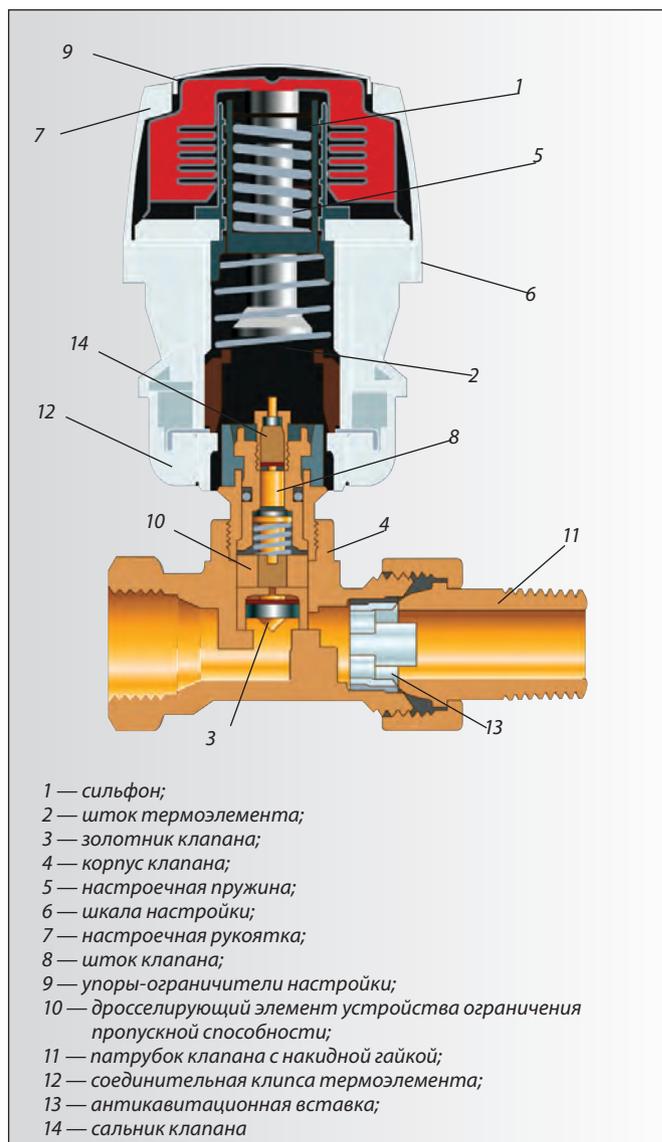


Рис. 3. Устройство радиаторного терморегулятора RTR с клапаном RTR-N.

уравновешивается усилием настроечной пружины (5). Меняя усилие сжатия пружины, можно настраивать терморегулятор на поддержание той или иной температуры воздуха.

Температура настройки отражена на шкале (6) вращающейся настроечной рукоятки термоэлемента (7). Диапазон настройки термоэлемента лежит в пределах от 5 до 26 или от 8 до 28 °С в зависимости от его модификации. Температуры на шкале термоэлемента указаны в виде цифровых индексов, примерные соотношения которых с реальными температурами приведены на рис. 4. Эти индексы предназначены только для ориентировочного руководства, так как реальная температура зависит от условий размещения радиаторного терморегулятора. Для установления нужной температуры достаточно повернуть рукоятку до совмещения соответствующего индекса на ней с указателем на корпусе термоэлемента.

Сильфонная система с пружиной обеспечивает пропорциональное регулирование температуры воздуха в пределах так называемой зоны пропорциональности  $X_p$ , которая показывает, насколько должна повыситься температура воздуха в помещении относительно заданной величины, чтобы золотник клапана терморегулятора переместился от открытого положения до закрытого. В соответствии с европейским и российским стандартами зона пропорциональности терморегулятора должна быть равна 2 °С ( $X_p = 2$  °С). Это означает, что клапан радиаторного терморегулятора закрывается при температуре воздуха в помещении, превышающей на 2 °С установленное на его шкале значение. Например, если по шкале задана температура 18 °С, то терморегулятор будет поддерживать температуру воздуха в помещении в диапазоне от 18 до 20 °С в зависимости от фактической потребности в теплоте.

Компания «Данфосс» предлагает целый ряд газовых термостатических элементов серии RTR 7000 (рис. 5):

а) со встроенным датчиком, в качестве которого выступает «сильфон» термоэлемента, и диапазоном температурной настройки 5–26 °С. Они применяются, когда отопительный прибор размещен открыто на стене и ось термоэлемента расположена горизонтально;

б) с выносным датчиком и диапазоном температурной настройки 5–26 °С. Выносной датчик представляет собой термобаллон, который соединен с сильфоном термоэлемента тонкой капиллярной трубкой длиной 2 м. Трубка намотана на термобаллон и при монтаже датчика вытягивается на нужную длину. Данные термоэлементы устанавливаются на клапаны терморегуляторов, размещенных в стесненных для свободного теплообмена условиях (отопительный прибор в глубокой нише, закрыт глухими шторами или мебелью);

в) со встроенным датчиком, диапазоном температурной настройки 5–26 °С и защитным кожухом, предотвращающим термоэлемент от перенастройки и несанкционированного демонтажа. Предназначен для оснащения терморегуляторов в системах отопления зданий с массовым скоплением «случайных» людей (магазины, школы, поликлиники и т.п.);

д) дистанционного управления с диапазоном температурной настройки 8–28 °С.

**Примечание.** Термостатические элементы дистанционного управления имеют сильфон с жидкостным заполнением.

Термоэлемент размещается на некотором расстоянии от регулирующего клапана терморегулятора и соединяется

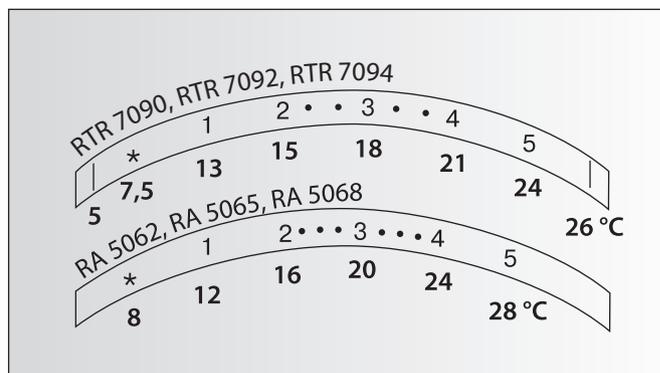


Рис. 4. Шкалы температурной настройки термоэлементов RTR.

капиллярной трубкой разной длины (в зависимости от модели термоэлемента) с нажимным устройством, закрепляемым на клапане. Используется при отсутствии доступа к клапану терморегулятора, а также для удобства управления терморегулятором.

Все термостатические элементы имеют ограничители пределов температурной настройки как сверху, так и снизу.

Термоэлементы серии RTR 7000 являются универсальными. Их можно комбинировать с любыми регулируемыми клапанами типа RTR, установленными на трубопроводе при входе в отопительный прибор, а также встроенными в конструкцию прибора или в специальные присоединительно-регулирующие гарнитуры.

Термоэлементы крепятся на клапане с помощью клипсы без применения какого-либо инструмента и могут быть защищены от демонтажа путем установки специальных приспособлений.

Выбор модификации термостатического элемента производится в зависимости от назначения здания, типа отопительных приборов, характера их размещения и т.д. При этом возможно использование в одной системе отопления разных термоэлементов. Поэтому клапаны терморегуляторов и термостатические элементы специфицируются и заказываются отдельно.

Кроме газовых термоэлементов компания «Данфосс» производит также термостатические элементы с сильфоном, заполненным жидкостью (жидкостные) — RTRW, которые применяются в основном в зданиях индивидуальной застройки и при установке терморегуляторов в отдельно взятой квартире многоэтажного давно построенного здания. При необходимости совмещения термоэлементов Danfoss с клапанами терморегуляторов других европейских производителей, таких как MNG, Heimeier и Oventrop, используются термостатические элементы RTRW-K с креплением в виде гайки M30x1,5. Также жидкостными являются специальные термостатические элементы серии RAX белые, черные и хромированные, которые целесообразно использовать в элитных квартирах с особыми требованиями к интерьеру.

В многоэтажных элитных зданиях и коттеджах вместо термоэлементов RTR 7000 могут устанавливаться электронные программируемые термостаты Danfoss Eco с возможностью программирования по Bluetooth или Danfoss Ally, программируемый через интернет.

Главное их отличие от традиционных термостатических элементов RTR 7000 заключается в установленных программах, с помощью которых будет автоматически изменяться подача тепла по времени суток, дням недели или в период отпуска.

Электронные термостаты Danfoss Eco и Danfoss Ally представляют собой ПИД-контроллер с шаговым двигателем, который

На рынке арматуры для регулирования широко представлены жидкостные термостатические элементы. Для всех производителей терморегуляторов (кроме компании «Данфосс») сильфоны с жидкостным заполнением производятся в Германии одним и тем же заводом-изготовителем, поэтому их характеристики часто близки. Данные сильфоны реагируют на изменение температуры воздуха в помещении значительно медленнее, чем заполненные газоконденсатной смесью.

Их преимуществом является большое усилие на закрытие клапана, которое развивает сильфон с жидкостью при превышении температуры внутреннего воздуха над температурой настройки. На практике конструкция сильфонов с газоконденсатным заполнением обеспечивает те же усилия на закрытие за счет большей площади внутренней поверхности сильфона, на которую воздействует термочувствительный газ при превышении температуры в помещении над заданной. Это отражено при одинаковых максимально допустимых значениях перепада давлений (0,6 бар) на клапанах для двухтрубных систем отопления (RTR-N и RA-DV) у терморегуляторов как с жидкостным, так и газоконденсатным заполнением.

Кроме того, на рынке имеются терморегуляторы, у которых в качестве термочувствительной среды используется воск или парафин. Данные термоземента также есть у известных поставщиков. Они отличаются более низкой ценой и меньшими размерами и поставляются компаниями из стран Азии и Южной Америки. Их отличительными чертами являются более продолжительное время реакции на изменение температуры воздуха в помещении, высокая вероятность изменения рабочих характеристик (за счет изменения физических свойств термочувствительной среды и изнашивания сальниковых уплотнений) и в целом меньший рабочий ресурс по сравнению с сильфоном с жидкостным или газоконденсатным заполнением.

изменяет положение штока пропорционально изменению температуры в помещении.

Термостат сочетается как с новыми клапанами Danfoss RTR, так и с клапанами старого образца RTD или с клапанами других производителей (с резьбой М 30×1,5). Это возможно благодаря адаптерам, которые либо заказываются отдельно, либо уже включены в комплект поставки термостата (необходимо уточнить при заказе. — Прим. авт.)

Номенклатура основных термостатических элементов и термостатов Danfoss Eco и Danfoss Ally приведена в табл. 1.

В случае применения электрических систем управления (в пособии не рассматриваются) клапаны терморегуляторов могут оснащаться термоэлектрическими приводами серии TWA.

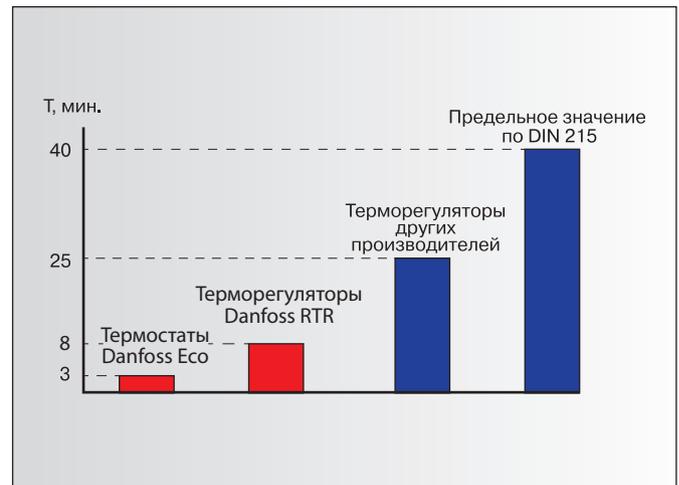


Рис. 6. Сравнение скорости реакции термоземента на изменение температуры воздуха.



Рис. 5. Стандартные термостатические элементы Danfoss серии RTR 7000 и электронные термостаты Danfoss Eco и Danfoss Ally

**Таблица 1.** Термостатические элементы Danfoss серии RTR 7000 и термостаты Danfoss Eco и Danfoss Ally

Тип	Описание модели	Длина капиллярной трубки, м	Диапазон настройки температуры T, °C	Кодовый номер
RTR 7090	Со встроенным газозаполненным температурным датчиком	–	5–26	013G7090
RTR 7092	То же, с выносным датчиком	0–2	5–26	013G7092
RTR 7094	Со встроенным газозаполненным температурным датчиком и защитным кожухом	–	5–26	013G7094
RA 5062	Элемент дистанционного управления со встроенным жидкостным температурным датчиком	2	8–28	013G5062
RA 5065	То же	5	8–28	013G5065
RA 5068	То же	8	8–28	013G5068
Danfoss Eco	Электронный термостат Danfoss Eco с адаптерами RTR и K	–	6–28	014G1001
Danfoss Ally	Электронный термостат Danfoss Ally	–	5–35	014G2463
Danfoss Ally	Шлюз Danfoss Ally	–	–	014G2401

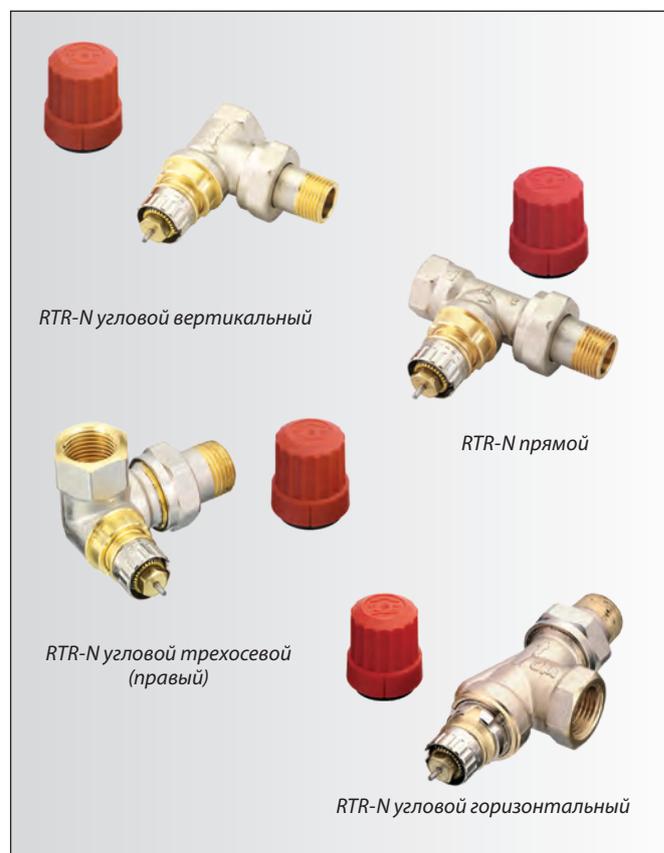
### 1.3. Какие бывают клапаны радиаторных терморегуляторов

Регулирующие клапаны радиаторных терморегуляторов подразделяются на несколько типов: RTR-N и RA-DV (для двухтрубных насосных систем отопления) и RTR-G (для однетрубных насосных и двухтрубных гравитационных систем)<sup>1</sup>.

**Клапан RTR-N** (рис. 7) — клапан повышенного гидравлического сопротивления с предварительной монтажной настройкой его предельной пропускной способности. Клапаны выпускают условным диаметром от 10 до 25 мм, прямые и угловые, никелированные. В номенклатуре компании «Данфосс» есть модификация клапана DN = 15 мм RA-NCX с хромированным корпусом, который обычно применяется совместно с термоэлементами RAX в хромированном или цветном исполнении.

Клапаны RA-NCX используются в редких случаях, а клапаны с DN = 10 и 25 мм вообще не находят в России практического применения, поэтому они в настоящем пособии не представлены. Угловой горизонтальный и трехосевой клапаны используются, когда необходимо применить термостатический элемент со встроенным датчиком и трубопроводы, подводящие теплоноситель к отопительному прибору, прокладываются снизу. В номенклатуре компании «Данфосс» также имеется клапан RA-N DN = 15 мм с патрубком для прессового соединения с медной трубой  $\varnothing 15 \times 1$  мм, который применяется в горизонтальных квартирных системах отопления.

Техническая информация по клапанам RTR-N DN = 15 и 25 мм, RA-NCX представлена в каталоге [15]. Клапаны RTR-N поставляются с красным защитным колпачком.



**Рис. 7.** Клапаны терморегуляторов RTR-N.

<sup>1</sup> Гравитационные системы в многоэтажных зданиях не применяются и в настоящем пособии не рассматриваются.

*Основное преимущество клапанов Danfoss типа RTR-N — удобство и точность настройки на требуемое гидравлическое сопротивление (пропускную способность). В клапанах, выпускаемых другими производителями, настройка подразумевает количество оборотов специального инструмента от положения «закрыто». При этом невозможно определить величину настройки визуально без нарушения существующего положения устройства. Она тоже не будет точной, так как неизвестно, число оборотов — например, 3 или 3¼. Наличие специального инструмента усложняет наладочные работы. Внешне одинаковые клапаны различных компаний имеют разные фиксированные настройки. При монтаже строители часто их путают и в дальнейшем не могут наладить систему отопления. Некоторые компании предлагают производить настройку не на терморегуляторе, а на запорном клапане, меняя количество оборотов его штока. Однако это неудобно, так как ведет к удорожанию работ и снижению точности настройки.*

Устройство предварительной настройки (рис. 8) представляет собой дросселирующий цилиндр, связанный с поворотной коронкой. Различные положения коронки и цилиндра соответствуют определенным значениям пропускной способности клапана терморегулятора. На коронке обозначены цифровые индексы положений настроечного элемента. Индексы настройки должны быть определены в ходе гидравлического расчета системы отопления и выставлены против сверления на корпусе клапана при выполнении монтажно-наладочных работ. Настройка производится без применения какого-либо инструмента. Настроечное устройство скрывается под термостатическим элементом и при его блокировке оказывается недоступным для случайной перенастройки.

В случае возможного засорения клапана при малых значениях предварительной настройки достаточно повернуть настроечную коронку до положения «N» (полностью открыт), и клапан промывается водой. После чего настройка возвращается в первоначальное положение.

Значения предварительной настройки хорошо видны на коронке (легко настроить либо проконтролировать правильность проведенной настройки). Каждый клапан имеет 14 фиксированных настроечных значений (настройки от 1 до 7, N и шесть промежуточных положений).

Основные технические характеристики наиболее распространенных клапанов RTR-N приведены в табл. 2.

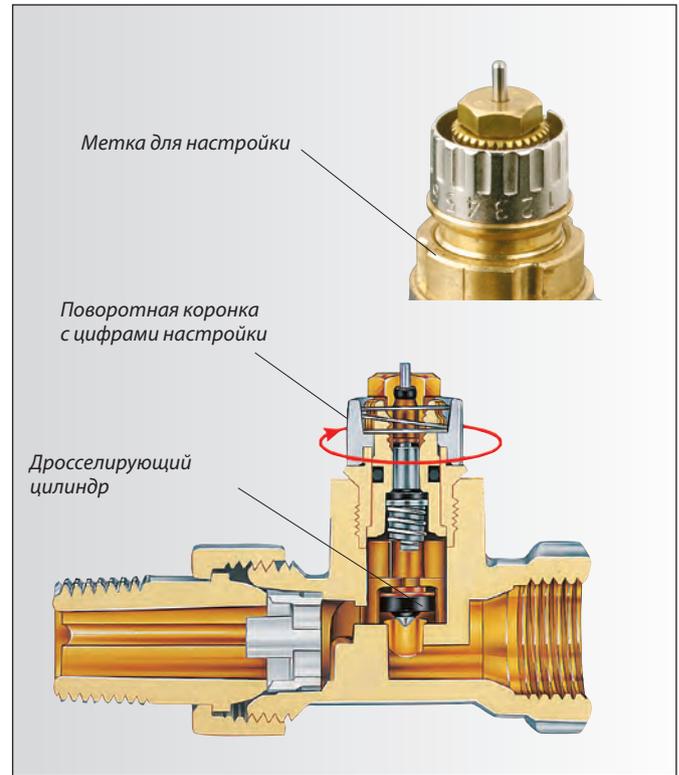


Рис. 8. Устройство предварительной настройки клапана RTR-N.

Таблица 2. Клапаны RTR-N

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность клапана $K_v$ , м <sup>3</sup> /ч, при значениях предварительной настройки									Максимальное давление, бар		Предельный перепад давлений $\Delta P_{кл}$ , бар	Максимальная температура теплоносителя $T$ , °C	Кодовый номер	
				с термoeлементом при $X_p = 2$ °C														без т/э ( $K_{vs}$ )
				вх.	вых.	1	2	3	4	5	6	7						
RTR-N DN15 (никелированный)	Угловой вертикальный	Вн. 1/2	Нар. 1/2	0,04	0,09	0,16	0,25	0,36	0,43	0,52	0,73	0,90	10	16	0,6	120	013G7013	
	Прямой	Вн. 1/2	Нар. 1/2														013G7014	
	Угловой горизонтальный (UK)	Вн. 1/2	Нар. 1/2														013G7048	
	Угловой трехосевой (правое исполнение)	Вн. 1/2	Нар. 1/2														013G7021	
	Угловой трехосевой (левое исполнение)	Вн. 1/2	Нар. 1/2														013G7022	
RTR-N DN20 (никелированный)	Угловой вертикальный	Вн. 3/4	Нар. 3/4	0,10	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40					013G7015	
	Прямой	Вн. 3/4	Нар. 3/4														013G7016	
	Угловой горизонтальный (UK)	Вн. 3/4	Нар. 3/4	0,16	0,20	0,25	0,35	0,47	0,60	0,73	0,80	1,00					013G7049	

**Клапан RA-DV** предназначен для использования в двухтрубных системах отопления совместно с термoeлементами с присоединением RTR.

Динамические клапаны RA-DV оснащены встроенной функцией предварительной настройки для ограничения максимального расхода, проходящего через клапан. Ограничить максимальный расход можно в диапазоне 10–135 л/ч.

Клапан RA-DV имеют встроенный регулятор перепада давлений, который поддерживает постоянный перепад давления

на клапане равным 0,1 бар, с помощью которого точно поддерживается расход, проходящий через радиатор.

Клапан RA-DV поставляется с защитным колпачком. Данный колпачок **не предназначен для полного перекрытия потока** теплоносителя через отопительный прибор. Для этих целей следует применять запорную рукоятку с кодовым номером 013G3300.

Для идентификации клапанов RA-DV колпачки и кольцо преднастройки окрашены в зеленый цвет.



Корпус клапанов RA-DV выполнен из никелированной латуни. Сальниковое уплотнение с нажимным штоком из хромированной стали с кольцевым уплотнением не требующим смазки может быть полностью заменено без опорожнения и остановки системы отопления.

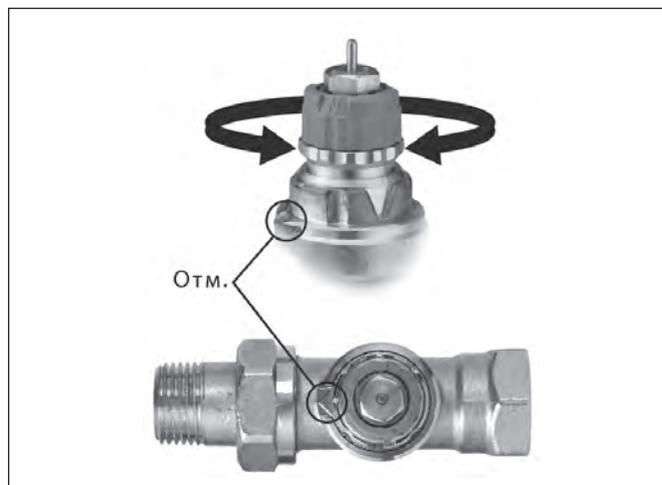
Для предотвращения отложений и коррозии клапаны RA-DV следует применять в системах водяного отопления, где теплоноситель отвечает требованиям Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. В других случаях необходимо обращаться в компанию «Данфосс». Не рекомендуется использовать для смазки деталей клапана составы, содержащие нефтепродукты (минеральные масла).

Преднастройку клапана RA-DV легко осуществить без специальных инструментов (заводская настройка — N). Диапазон преднастройки составляет от 1 до 7. Для установки необходимого значения следует произвести следующие операции:

- Снять защитный колпачок или термостатический элемент;
- Найти на клапане отметку (отм.);
- Повернуть шкалу настройки до совмещения требуемого значения и отметки на клапане;

Таблица 3. Клапан RA-DV

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров		Зависимость максимального расхода от значения преднастройки, л/ч								Максимальное давление, бар		Предельный перепад давлений $\Delta P_{кл.}$ , бар	Макс. температура теплоносителя T, °C	Кодовый номер														
				С газоконденсатным термoeлементом серии RTR 7000																										
		вх.	вых.	1	2	3	4	5	6	7	N	N без т/э	P <sub>н</sub>	P <sub>нр.</sub>																
RA-DV DN10	Угловой	Вн. $\frac{3}{8}$	Нар. $\frac{3}{8}$	20	25	30	40	50	75	95	125	135	10	16	0,6	95	013G7711													
	Прямой	Вн. $\frac{3}{8}$	Нар. $\frac{3}{8}$														013G7712													
RA-DV DN15	Угловой	Вн. $\frac{1}{2}$	Нар. $\frac{1}{2}$														20	25	30	40	50	75	95	125	135	10	16	0,6	95	013G7713
	Прямой	Вн. $\frac{1}{2}$	Нар. $\frac{1}{2}$																											013G7714



При настройке N клапан полностью открыт. Эту настройку можно использовать при промывке системы, если такая операция необходима для загрязненной системы отопления.

Когда термостатический элемент смонтирован, то предварительная настройка оказывается спрятанной и, таким образом, защищенной от неавторизованного изменения.

**Клапан RTR-G** (рис. 9) — клапан пониженного гидравлического сопротивления без устройства для ограничения его пропускной способности. Клапаны производятся условным диаметром от 15 до 25 мм с никелированным корпусом (табл. 4). Они также бывают прямые и угловые. В пособии не представлены клапаны RTR-G DN = 25 мм, не находящие в России практического применения. Техническая информация по ним представлена в каталоге [15].

Клапаны RTR-G поставляются с серым защитным колпачком. Клапаны RTR-N и RTR-G присоединяются к отопительным приборам с помощью резьбовых хвостовиков с накидной гайкой, а с трубопроводом — через муфтовый штуцер. При необходимости в системах отопления может использоваться специальная версия клапанов RTR-N — с наружной присоединительной резьбой или со штуцером для прессового соединения с медной трубой  $\varnothing 15 \times 1$  мм, приведенная в каталоге [15].

Многие российские заводы производят отопительные приборы со встроенными клапанами терморегуляторов компании «Данфосс» (рис. 10). Среди них московский завод «Сантехпром», выпускающий биметаллический радиатор «Сантехпром-БМН Авто» и конвекторы с кожухом серии «Сантехпром Авто»; ОАО «Механический завод» (г. Санкт-Петербург) — стальной панельный радиатор типа «Конрад-Термо»; завод «Радиатор» (г. Кимры) — стальной трубчатый радиатор типа «РС» и др. Конвекторы

и стальные радиаторы оснащаются клапанами терморегуляторов как для двухтрубных, так и для однотрубных систем отопления. Другие приборы со встроенными терморегуляторами предназначены только для двухтрубных систем.

Клапаны терморегуляторов компании «Данфосс», встроенные в конструкцию отопительного прибора, по своему внутреннему устройству и гидравлическим характеристикам отличаются от отдельно устанавливаемых на трубопроводах клапанов RTR-N и RTR-G. Технические характеристики российских отопительных приборов с терморегуляторами приведены в паспортах заводов-изготовителей отопительного оборудования, в соответствующих материалах ООО «Данфосс» [16], а также включены в базу данных программы «Данфосс С.О.» для расчета систем отопления на персональных компьютерах.

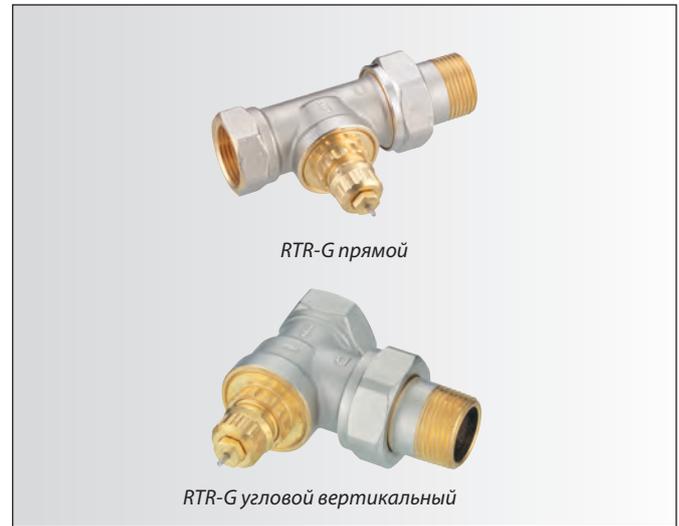


Рис. 9. Клапаны терморегуляторов RTR-G.

Таблица 4. Клапаны RTR-G

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность клапана $K_v$ , м <sup>3</sup> /ч		Максимальное давление, бар		Предельный перепад давлений $\Delta P_{\text{кл.}}$ , бар	Максимальная температура теплоносителя $T$ , °C	Кодовый номер
		вх.	вых.	с термозлементом при $X_p = 2$ °C	без т/э ( $K_{vs}$ )	PN	$P_{\text{пр.}}$			
RTR-G DN15	Угловой, вертикальный	Вн. 1/2	Нар. 1/2	2,06	4,3	16	25	0,20	120	013G7023
	Прямой	Вн. 1/2	Нар. 1/2	1,63	2,3					013G7024
RTR-G DN20	Угловой, вертикальный	Вн. 3/4	Нар. 3/4	2,2	5,01					013G7025
	Прямой	Вн. 3/4	Нар. 3/4	2,06	3,81					016G7026



Рис. 10. Отечественные отопительные приборы со встроенными терморегуляторами.

Основное преимущество клапанов RTR-G — высокая пропускная способность (прямой RTR-G DN = 20 мм имеет  $K_v = 2,06$  м<sup>3</sup>/ч при  $X_p = 2$  °C). Это важно в однотрубных системах отопления для достижения оптимальных значений коэффициента затекания теплоносителя из стояка в отопительный прибор. Высокая пропускная способность получена за счет большой площади седла клапана и увеличенного рабочего хода штока (больше 30 % при применении термостатического элемента с газоконденсатным заполнением по сравнению с жидкостными термостатами). Данные клапаны — единственные с такой пропускной способностью, имеющие европейский сертификат качества EN215. Это связано с их способностью герметично перекрывать расход теплоносителя через отопительный прибор при превышении температуры в помещении на 2 °C больше расчетной.

Кроме того, клапан представляет уникальную возможность с точки зрения обслуживания: его седло и конус могут быть полностью заменены на месте без демонтажа клапана.

## 2. Присоединительно-регулирующие гарнитуры с терморегулятором

Для удобства присоединения различных отопительных приборов к трубопроводам, прокладываемым под полом или в горизонтальных системах отопления, могут быть использованы специальные присоединительно-регулирующие гарнитуры, в конструкцию которых встроены клапаны терморегуляторов RTR.

Эти гарнитуры имеют элегантный внешний вид по сравнению с традиционной обвязкой отопительных приборов обычными стальными и даже полимерными трубами и хорошо вписываются в интерьер помещения.

### 2.1. Присоединительно-регулирующая гарнитура RTR-K с клапаном терморегулятора RTR-N

Гарнитура RTR-K (рис. 11) служит для присоединения отопительных приборов к горизонтальным разводящим трубопроводам двухтрубной системы отопления.

Гарнитура состоит из клапанного элемента, соединительной трубки и детали для присоединения трубопроводов (табл. 5). Все эти детали, а также стандартный термостатический элемент терморегулятора заказываются отдельно.

RTR-K позволяет регулировать теплоотдачу отопительного прибора, а также отключать его от трубопроводной сети, используя для этого металлическую рукоятку вместо термостатического элемента.

### 2.2. Присоединительно-регулирующая гарнитура VHS

Компания «Данфосс» производит присоединительно-регулирующую гарнитуру со встроенным клапаном терморегулятора VHS для присоединения трубопроводов горизонтальной двухтрубной системы отопления к радиаторам с «донными» патрубками (рис. 11).

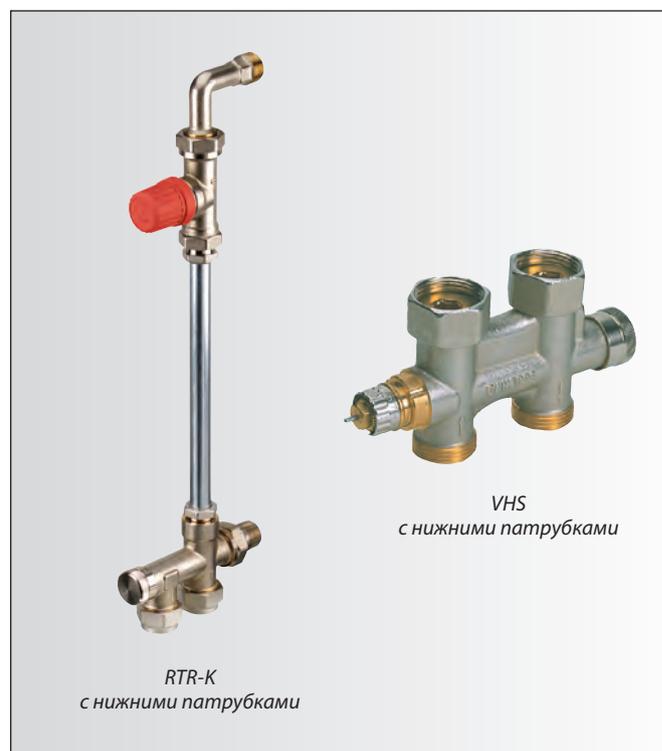


Рис. 11. Присоединительно-регулирующие гарнитуры с терморегулятором.

Гарнитура VHS позволяет, кроме регулирования температуры воздуха в помещении, отключить отопительный прибор и слить из него воду через дренажный кран (кодированный номер 003L0152), который заказывается отдельно.

Гарнитура VHS сочетается с термостатическими элементами серии RTR 7000 и RTRW. Характеристики гарнитуры приведены в табл. 6.

Таблица 5. Присоединительно-регулирующая гарнитура RTR-K

Тип	Составные элементы	Диаметр резьбы патрубков, мм	Пропускная способность гарнитуры $K_v$ , м <sup>3</sup> /ч, при значениях предварительной настройки										Давление, бар		Максимальная температура теплоносителя $T$ , °C	Кодовый номер		
			с термозлементом при $X_p = 2$ °C														без т/э ( $K_{vs}$ )	
			1	2	3	4	5	6	7	N	N	PN	$P_{пр.}$					
RTR-K	Клапан RTR-K	Нар. 15	0,02	0,07	0,15	0,23	0,33	0,41	0,5	0,62	0,76			10	16	120	013G7039	
	Соединительная трубка L = 650 мм	—	—															013G3378
	Присоединительная деталь RTR-K с нижними патрубками	Нар. 15	—															013G7041

Таблица 6. Присоединительно-регулирующая гарнитура VHS

Тип	Исполнение	Диаметр резьбы присоединительных патрубков, мм		Пропускная способность гарнитуры $K_v$ , м <sup>3</sup> /ч, при значениях предварительной настройки										Давление, бар		Максимальная температура теплоносителя $T$ , °C	Кодовый номер
		к радиатору	к трубопроводу	с термозлементом при $X_p = 2$ °C													
				1	2	3	4	5	6	7	N	N	усл.	исп.			
VHS	С нижними патрубками	Нар. 15	Нар. 20	0,02	0,04	0,07	0,12	0,19	0,27	0,33	0,48	0,57	10	16	120	013G4742	
		Вн. 20		013G4744													

### 3. Запорная и запорно-присоединительная радиаторная арматура

#### 3.1. Запорный радиаторный клапан RLV

Клапан RLV (рис. 12, табл. 7) устанавливается на обратной подводке отопительного прибора в двухтрубной системе отопления.

Служит для отключения и слива воды из отдельного отопительного прибора при необходимости его демонтажа. Отключение прибора осуществляется клапаном RLV и клапаном терморегулятора с заменой на нем термозлемента металлической рукояткой (кодový номер 013G3300). Слив производится через дренажную насадку со штуцером под шланг (кодový номер 003L0152), которая в этом случае надевается на клапан RLV.

Клапан RLV выпускается прямым и угловым с DN = 10<sup>1</sup>, 15 и 20 мм, а также в двух модификациях — с латунным никелированным или хромированным корпусом (RLV-CX). Клапан RLV-CX применяется исключительно совместно с хромированными терморегуляторами при особых требованиях заказчика к дизайну помещений (в пособии не представлен).



Рис. 12. Запорный радиаторный клапан RLV.

<sup>1</sup> В пособии не приведен из-за отсутствия практического применения в России.

Таблица 7. Запорный радиаторный клапан RLV

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность клапана $K_{vs}$ , м <sup>3</sup> /ч	Давление, бар		Максимальная температура теплоносителя $T$ , °C	Кодовый номер
		к радиатору	к трубопроводу		PN	P <sub>пр.</sub>		
RLV-15	Прямой	Нар. ½	Вн. ½	2,5	10	16	120	003L0144
	Угловой	Нар. ½	Вн. ½					003L0143
RLV-20	Прямой	Нар. ¾	Вн. ¾	3,4				003L0146
	Угловой	Нар. ¾	Вн. ¾					003L0145

#### 3.2. Запорно-присоединительные радиаторные клапаны RLV-K и RLV-KB

Клапаны RLV-K и RLV-KB (Рис. 13, табл. 8) предназначены для присоединения отопительных приборов с нижним подключением к горизонтальным разводящим трубопроводам.

Оба клапана позволяют отключить отдельный отопительный прибор от трубопроводной сети, при этом клапан RLV-K обеспечивает возможность слива воды из прибора через насадку (аналогично клапана RLV).

Клапаны RLV-K могут применяться в горизонтальных одно-трубных системах отопления, благодаря наличию регулируемого байпаса.



Рис. 13. Запорно-присоединительные клапаны.

Таблица 8. Запорно-присоединительные радиаторные клапаны RLV-K и RLV-KB

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность клапана $K_{vs}$ , м <sup>3</sup> /ч	Давление, бар		Макс. температура теплоносителя $T$ , °C	Кодовый номер
		к радиатору	к трубопроводу		PN	P <sub>пр.</sub>		
RLV-K	Прямой	½	¾	1,4	10	16	120	003L0280
		¾	¾					003L0281
	Угловой	½	¾					003L0282
		¾	¾					003L0283
RLV-KB	Прямой	½	¾	1,4	10	16	120	003L0392
		¾	¾					003L0394
	Угловой	½	¾					003L0391
		¾	¾					003L0393

Клапаны терморегуляторов, а также запорно-присоединительные устройства и регулирующие гарнитуры могут соединяться с медными, полимерными и металлополимерными трубами с помощью специальных фитингов (рис. 14). К традиционным стальным трубам присоединяются только клапаны

терморегуляторов RTR-N и RTR-G, гарнитура RTR 15/6TB и радиаторный клапан RLV, имеющие патрубки с внутренней резьбой.

Номенклатура фитингов, а также различных дополнительных принадлежностей приведена в Приложении 1 (стр. 48).



Рис. 14. Присоединительно-уплотнительные фитинги.

## 4. Балансировочные клапаны

### 4.1. Для чего нужны балансировочные клапаны

Балансировочные клапаны необходимы для гидравлической балансировки (увязки) отдельных колец системы отопления и стабилизации динамических режимов ее работы. Балансировочные клапаны подразделяются на автоматические и ручные.

Автоматические балансировочные клапаны бывают трех видов: регуляторы перепада давлений для двухтрубных систем отопления, регуляторы постоянства расхода для однетрубных систем и комбинированный балансировочный клапан, который сочетает в себе обе функции.

Ручные балансировочные клапаны используются в многоквартирных системах отопления в качестве ограничительных диафрагм.

В настоящем пособии приведены только те модификации балансировочных клапанов, которые наиболее востребованы для применения в автоматизированных системах отопления многоэтажных зданий. Полная номенклатура балансировочных клапанов с техническими описаниями представлена в каталоге [14].

### 4.2. Автоматические балансировочные клапаны

Автоматические балансировочные клапаны типа АРТ устанавливаются на стояках или горизонтальных ветвях двухтрубных систем отопления с целью стабилизации в них перепада давлений на уровне, который требуется для оптимальной работы автоматических радиаторных терморегуляторов.

Клапан АРТ (рис. 15, табл. 9) представляет собой регулятор постоянства перепада давлений, к регулирующей мембране которого подводится положительный импульс давления от подающего стояка системы отопления через импульсную трубку и отрицательный импульс — от обратного стояка через внутренние каналы клапана.

Импульсная трубка к подающему стояку присоединяется через запорный клапан CDT или запорно-балансировочный клапан CNT и ASV-BD, которые обычно устанавливаются совместно с клапаном АРТ.

Балансировочный клапан АРТ — перенастраиваемый. Он может поддерживать перепад давлений в диапазонах 0,05–0,25 или 0,2–0,6 бар.

Настройка клапана на принятый в проекте перепад давлений осуществляется вращением его шпинделя на определенное количество оборотов от закрытого положения (табл. 10). Клапан АРТ является также запорным. Кроме того, у клапанов DN = 15–40 мм имеется спускной кран для дренажа стояка системы отопления.

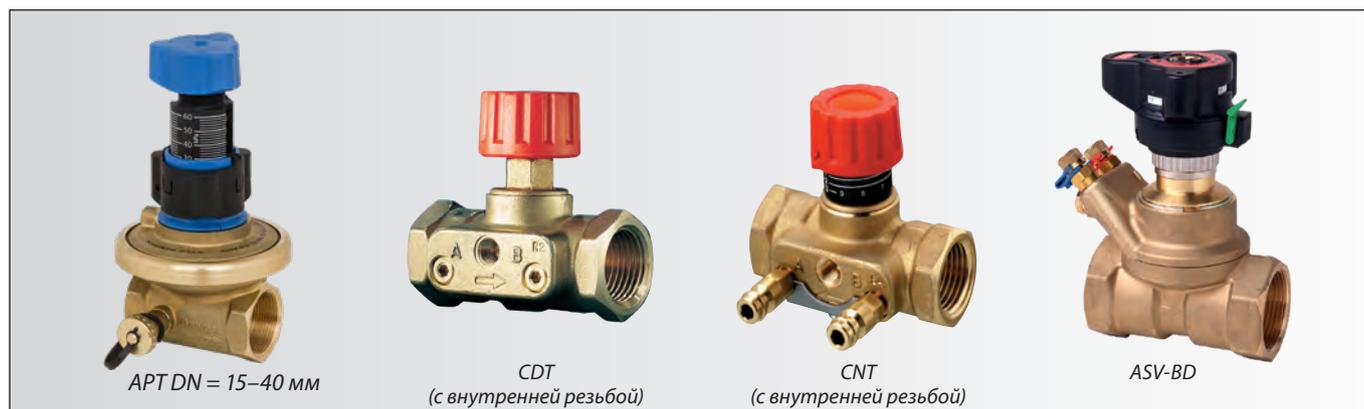


Рис. 15. Автоматические балансировочные клапаны АРТ и клапаны CDT, CNT, ASV-BD для двухтрубных систем отопления.

**Таблица 9.** Автоматические балансировочные клапаны APT, CDT, CNT и ASV-BD

Условный проход клапана DN, мм	Тип клапана	15	20	25	32	40	50
Пропускная способность клапана $K_{vs}$ , м <sup>3</sup> /ч	APT, CDT, CNT	1,6	2,5	4,0	6,3	10,0	16
	ASV-BD	3	6,0	9,5	18	26	40
Способ соединения с трубопроводом	CDT, CNT	Внутренняя резьба <sup>1)</sup>					
	APT, ASV-BD						
Регулируемый перепад давлений $\Delta P_{рег}$ , бар	APT	0,05–0,25; 0,2–0,6					
Условное давление PN, бар	APT, CDT, CNT,	16					
	ASV-BD	20					
Предельная температура теплоносителя T, °C	APT, CDT, CNT, ASV-BD	120					
Кодовый номер	APT	003Z5701 <sup>2)</sup>	003Z5702 <sup>2)</sup>	003Z5703 <sup>2)</sup>	003Z5704 <sup>2)</sup>	003Z5705 <sup>2)</sup>	003Z5706 <sup>2)</sup>
		003Z5741 <sup>3)</sup>	003Z5742 <sup>3)</sup>	003Z5743 <sup>3)</sup>	003Z5744 <sup>3)</sup>	003Z5745 <sup>3)</sup>	003Z0621 <sup>3)</sup>
	CDT	003Z7691	003Z7692	003Z7693	003Z7694	003Z7695	003Z7702
	CNT	003Z7641	003Z7642	003Z7643	003Z7644	003Z7645	003Z7652
	ASV-BD	003Z4041	003Z4042	003Z4043	003Z4044	003Z4045	003Z4046

<sup>1)</sup> Для соединения с трубопроводом требуется комплект фитингов (кодированный номер 003Z0274 — резьбовые, кодированный номер 003Z0272 — приварные).

<sup>2)</sup> Кодовые номера клапанов с диапазоном настроек 0,05–0,25 бар.

<sup>3)</sup> Кодовые номера клапанов с диапазоном настроек 0,2–0,6 бар.

Автоматические балансировочные клапаны AQT (рис. 16, табл. 10) устанавливаются на стояках или горизонтальных ветвях однотрубных систем отопления с целью поддержания в них постоянного расхода теплоносителя.

Для энергосбережения и оптимизации работы систем централизованного теплоснабжения автоматические балансировочные клапаны AQT могут оснащаться термостатическими элементами QT (рис. 17, табл. 11). Такой комбинированный клапан способен поддерживать на задаваемом при наладке системы отопления пониженном уровне температуру теплоносителя, выходящего из стояков однотрубных систем, и ограничивать его расход.



**Рис. 16.** Автоматический балансировочный клапан AQT 4.0.

**Таблица 10.** Автоматический балансировочный клапан AQT с измерительными ниппелями

Условный проход клапана DN, мм	15	20	25
Диапазон настройки расхода G, м <sup>3</sup> /ч	0,09–0,45	0,18–0,90	0,34–1,70
Способ соединения с трубопроводом	Наружная резьба		
Минимальный перепад давлений на клапане $\Delta P_{кл.}$ , бар	0,16		0,20
Максимальный перепад давлений на клапане $\Delta P_{кл.}$ , бар	4		
Условное давление PN, бар	16		
Предельная температура теплоносителя T, °C	120		
Кодовый номер	003Z1812	003Z1813	003Z1814

**Таблица 11.** Термостатический элемент QT для клапанов AQT

Условный проход клапана AQT, мм	Диапазон температурной настройки термостатического элемента QT, °C	Кодовый номер
15–20	45–60	003Z0382
25–32	45–60	003Z0383

Настройка балансировочных клапанов AQT производится поворотом предназначенного для этого кольца до совмещения метки на нем с цифрой на шкале, обозначающей процент (%)

от максимального значения расхода по строке табл. 10 «Диапазон настройки расхода» (правая цифра).

Автоматический комбинированный балансировочный клапан АВ-PM (рис. 18, табл. 12) функционирует как регулятор перепада давлений, ограничитель расхода и как клапан с дистанционным управлением (при установке на него термозлектропривода). Клапан АВ-PM применяется в двухтрубных системах отопления жилых зданий с поквартирной разводкой.

Клапан АВ-PM имеет адаптер для присоединения трубки к обратному трубопроводу к системе отопления. В качестве альтернативы импульсная трубка может быть подсоединена к клапану-партнеру типа ASV-BD и CNT.

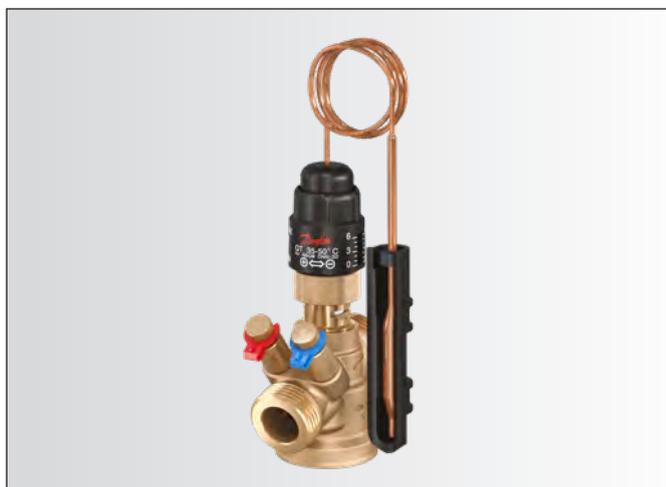


Рис. 17. Балансировочный клапан АQT с термостатическим элементом QT.



Рис. 18. Автоматический балансировочный клапан АВ-PM.

Таблица 12. Автоматический комбинированный балансировочный клапан АВ-PM

Условный проход DN, мм	15	20	25
Макс. расход $G_{\text{макс}}$ через открытый клапан (100 %), л/ч, при регулируемом перепаде давлений $\Delta P_r=10$ кПа	300	600	1200
Макс. регулируемый перепад давлений $\Delta P_r$ при отсутствии расхода, кПа	22		
Диапазон перепада давлений на клапане, кПа	16–400		
Условное давление PN, бар	16		
Предельная температура теплоносителя $T_{\text{макс}}$ , °C	120		
Кодовый номер	003Z1402	003Z1403	003Z1404

### 4.3. Ручные балансировочные клапаны

Ручные балансировочные клапаны – это устройства позволяющие создать местное сопротивление с целью дросселирования избыточного напора и расхода теплоносителя, обладающие определенной характеристикой регулирования, оснащенные настройкой пропускной способности и индикатором положения открытия.

В системах отопления применяются клапаны MVT и MNT (рис. 19, табл. 13), которые позволяют ограничить максимальный расход на стояках вертикальных систем отопления или квартирных отводах этажных узлов горизонтальных систем отопления.

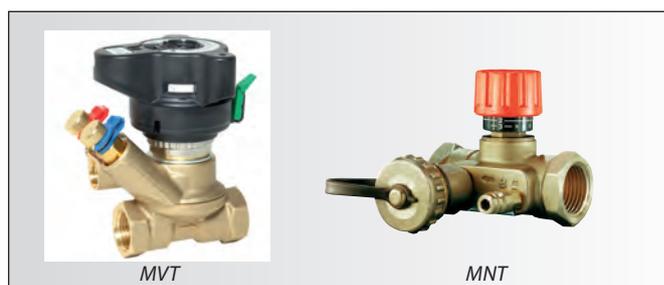


Рис. 19. Ручные балансировочные клапаны

Таблица 13. Ручные балансировочные клапаны MVT и MNT

Тип клапана	DN	Пропускная способность, м³/ч	Рабочая температура T, °C	PN, бар	Кодовый номер
MVT	15	3	120	20	003Z4081
	20	6			003Z4082
	25	9,5			003Z4083
	32	18			003Z4084
	40	26			003Z4085
	50	40			003Z4086
MNT	15	1,6		16	003Z2331
	20	2,5			003Z2332
	25	4			003Z2333
	32	6,3			003Z2334
	40	10			003Z2335
	50	16			003Z2351

## 5. Приборы учета теплотребления

Индивидуальный учет теплотребления является мощным стимулом энергосбережения. Однако оснащение систем отопления индивидуальными приборами теплоучета имеет смысл только при одновременной установке радиаторных терморегуляторов, с помощью которых можно влиять на фактический расход тепловой энергии и экономить средства по ее оплате.

Поэтому требования, предъявляемые к обязательному применению радиаторных терморегуляторов и индивидуальных средств учета теплотребления, зафиксированы в Своде правил (СП) и других нормативных документах в области капитального строительства.

В настоящее время устройства индивидуального учета теплотребления бывают двух видов: радиаторные счетчики-распределители, устанавливаемые на отопительные приборы и фиксирующие их теплоотдачу во времени, и квартирные приборы теплоучета, которые являются классическими теплосчетчиками, применяемыми в поквартирных системах отопления.

Как те, так и другие приборы не являются устройствами коммерческого учета теплотребления, а служат для отражения доли тепловой энергии, расходуемой на отопление отдельными квартирами, от энергопотребления домом, регистрируемого общедомовым теплосчетчиком.

### 5.1. Приборы индивидуального учета теплотребления INDIV-X-10V, INDIV-X-10T и INDIV-X-10R

Приборы индивидуального учета теплотребления (распределители) INDIV (рис. 20) предназначены для установки на каждом отопительном приборе системы отопления любого типа (однотрубной или двухтрубной, вертикальной или горизонтальной). Это электронные устройства, которые измеряют разность между температурами поверхности отопительного прибора и воздуха в помещении и после ее обработки выдает информацию о величине, накопленной за отчетный период удельной теплоотдачи прибора отопления. Эти данные могут считываться визуально с дисплея INDIV-X-10V или передаваться по радиоканалу с INDIV-X-10T или INDIV-X-10R в расчетный центр, где по специальной программе определяется доля зафиксированного общедомовым теплосчетчиком теплотребления, приходящаяся на каждого потребителя (квартиру).

Распределитель устанавливается, как правило, на поверхности нагрева отопительного прибора с использованием специального адаптера. При плохом прохождении радиосигнала через ограждения здания INDIV-X-10RT (с выносным датчиком) может размещаться на стене. Наиболее полная информация о системе учета теплотребления с применением распределителей INDIV представлена в каталоге ООО «Данфосс» «Средства учета тепловой энергии» [17].

#### Визуальный распределитель INDIV-X-10V

- Простая и быстрая установка. Нет необходимости программировать или настраивать распределитель.
- Проверка правильности показаний через контрольную сумму.
- Бесплатное программное обеспечение INDIV-X-AMR для расчета по показаниям распределителя.



Рис. 20. Прибор индивидуального теплоучета INDIV-X.

#### Распределитель Walk-by (мобильный радиомодуль) INDIV-X-10T

- Дистанционный сбор данных с распределителей, не заходя в квартиру, при помощи радиомодуля INDIV-X-RM.
- Быстрое время сбора данных — 25 минут на 1 дом.
- Большие временные промежутки передачи показаний: 7 дней в месяце, 24 часа в сутки.
- 100 % собираемость показаний.
- Контроль состояния распределителей.



#### Радиоверсия сбора данных INDIV-X-10R

- Состав системы:
  - сетевые узлы INDIV-X-Multi с приемными антеннами для установки на этажах;
  - импульсный адаптер INDIV-X-Pulse16 для подключения счетчиков воды (ГВС, ХВС);
  - домовый концентратор INDIV-X-Total, предназначен для сбора и хранения всех считанных с распределителей данных и передачи их на компьютер управляющей компании.
- Автоматический удаленный сбор данных с распределителей INDIV-X-10R и счетчиков воды.
- Мониторинг состояния системы онлайн.
- Организация учета всех ресурсов при помощи одной системы.

## 5.2. Ультразвуковые квартирные теплосчетчики

Применение теплосчетчиков регламентируется Сводом Правил СП 6013330-2012. Для организации индивидуального или поквартирного учета теплотребления в многоквартирных жилых домах, коттеджах или офисных помещениях должны устанавливаться квартирные теплосчетчики. Компания Данфосс предлагает использовать два вида ультразвуковых квартирных теплосчетчиков: SonoSafe 10 и SonoSelect 10.

В состав квартирного теплосчетчика входит высокоточный ультразвуковой расходомер, тепловычислитель и два датчика температуры, причем один из них уже вмонтирован в корпус расходомера. Теплосчетчики SonoSelect и SonoSafe предназначены для работы в диапазоне температур от 5 до 95 °С и выпускаются с присоединительными диаметрами DN15/20/25 с номинальными расходами  $Q_p$  0,6/1,5/2,5/3,5 м<sup>3</sup>/ч. Теплосчетчики имеют метрологическую точность «Класс 2» (ГОСТ ЕН 1434) с динамическим диапазоном 1:100 и обеспечивают длительную метрологическую стабильность измерений тепловой энергии даже при низком качестве теплоносителя. Межповерочный интервал составляет 6 лет. Прибор укомплектован заменяемой литиевой батареей со сроком службы 11/17 лет.

Теплосчетчик вычисляет значение тепловой энергии по закрытой схеме теплоснабжения. Контроль измеряемых параметров может осуществляться визуально с 8-разрядного дисплея. SonoSafe 10 и SonoSelect 10 имеют модульную конструкцию и позволяют подключать теплосчетчик к системе диспетчеризации через интерфейсы M-bus или RS485 (через конвертер), модуль импульсного выхода. Модуль импульсного входа позволяет подключать к теплосчетчику счетчики ХВС/ГВС с импульсным выходом для консолидированного сбора учетных

данных. В любой момент эксплуатации теплосчетчик может быть доукомплектован требуемым модулем, что гарантирует интеграцию приборов учета практически в любые системы диспетчеризации.

Программирование теплосчетчика и считывание учетных данных осуществляется через оптический интерфейс и специальное программное обеспечение SonoApp, устанавливаемое на смартфоне. Прибор имеет архив на 24 месяца, систему глубокой функциональной диагностики и позволяет осуществлять контроль доступа к функциям и настройкам как на физическом, так и программном уровне, фиксируя несанкционированное вскрытие и осуществляя передачу сигнала тревоги. Параметры возникающих событий заносятся в специальный журнал в энергонезависимой памяти.

Для диспетчеризации индивидуального поквартирного учета компания «Данфосс» предлагает решение, основанное на стандарте M-bus EN1434-3, обеспечивающем сбор данных с теплосчетчиков или других приборов учета по витой медной паре произвольной конфигурации общей протяженностью до нескольких километров. Предлагаемое комплексное решение основано на M-bus концентраторах SonoCollect 110 или конвертерах M-bus/RS 485. Для дистанционного подключения счетчиков с импульсным выходом используется адаптер импульсного сигнала в M-bus — aPulse. Для ведения учета компания «Данфосс» предоставляет бесплатный программный комплекс Indiv AMR, делающий процесс создания, настройки и эксплуатации системы интуитивно понятным, не требующим специальных знаний, и позволяющий достичь высокой степени автоматизации рутинных операций сбора, обработки и хранения учетных данных.



Рис. 21. Квартирные теплосчетчики.

## 6. Трубопроводная арматура

### 6.1 Шаровые краны

Шаровые краны предназначены для перекрытия потока перемещаемой по трубопроводам среды или выпуска ее при дренировании трубопроводов. Они, как правило, не могут быть использованы в качестве регулирующих устройств. Возможность применения шаровых кранов на воде или паре представлена в технических описаниях каталога. По другим видам перемещаемой среды следует обращаться в компанию «Данфосс». Данная арматура устанавливается как на магистральных трубопроводах, так и на стояках и этажных отводах.

В номенклатуре компании «Данфосс» представлены как стальные шаровые краны с присоединением под приварку или на фланцах, так и резьбовые латунные краны.

Стальные шаровые краны JiP Premium в основном предназначены для воды наружных и внутренних тепловых сетей при температуре теплоносителя до 180 °С, в том числе для воды в контурах тепловых сетей в соответствии с требованиями ПТЭ:

- Требования к качеству сетевой воды.
- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (ПТЭ), п. 4.8.40.

Шаровые краны JiP Premium также могут применяться в системах холодоснабжения с водогликолевой смесью.

Полностью сварной стальной корпус кранов отвечает современным требованиям, предъявляемым к арматуре, применяемой в системах теплоснабжения, и обеспечивает высокую степень безопасности.

Латунные шаровый кран BVR предназначен для перекрытия потока перемещаемой по трубопроводам среды — воды или этиленгликолевых растворов — или выпуска ее при дренировании трубопроводов, например кран BVR-C оснащен специальной насадкой под дренажный кран.

Латунные шаровые краны BVR являются оптимальным решением для оснащения арматурой внутренних систем отопления, водоснабжения, вентиляции и холодоснабжения, а также в тепловых пунктах в тех местах, где теплоноситель имеет умеренные температуры и давление.

Кран шаровой BVR-D с воздуховыпускным устройством и заглушкой используется в том случае, если есть необходимость выпустить воздух из трубопровода или, наоборот, запустить воздух при сливе воды из стояка или иного элемента системы. Также он может применяться для установки манометра.

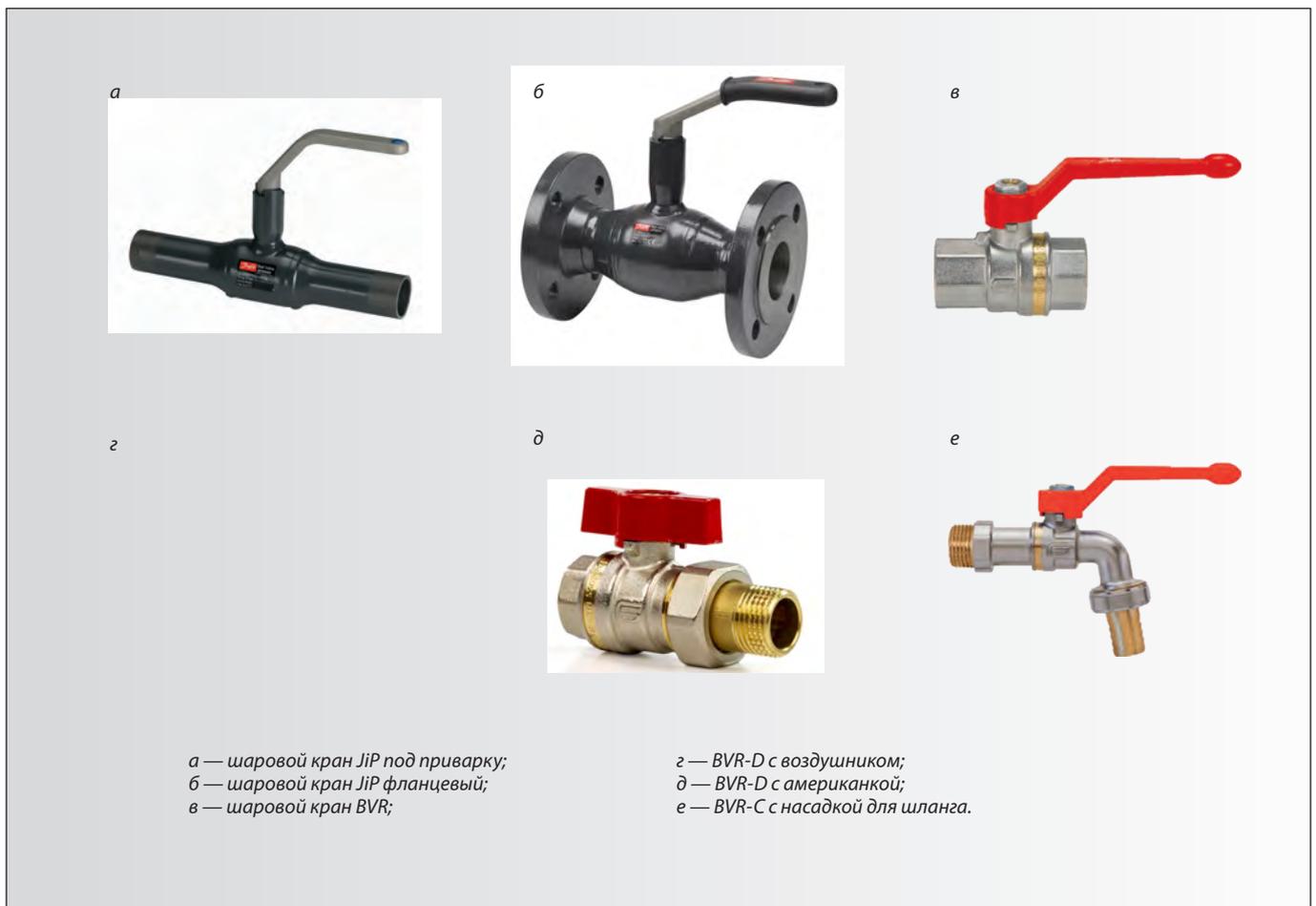


Рис. 22. Трубопроводная арматура.

## 6.2 Сетчатые фильтры

Фильтры сетчатые предназначены для установки перед регулирующей арматурой, расходомерами, насосами с «мокрым» ротором электродвигателя и другими устройствами с повышенными требованиями к чистоте проходящей через них воды.

Фильтры состоят:

- из корпуса;
- из крышки со сливным отверстием;
- из сетчатого цилиндра из нержавеющей стали;
- из заглушки сливного отверстия, магнитной вставки или крана для спуска грязи;
- из уплотнительной прокладки.

Фильтры подразделяются:

- по материалу корпуса и крышки: латунь, чугун или нержавеющая сталь (материал указан в описании конкретного фильтра);
- по наличию заглушки, магнитной вставки или спускового крана;
- по способу соединения с трубопроводом — муфтовый или фланцевый.

В номенклатуре компании «Данфосс» представлены чугунные сетчатые фильтры с фланцевым присоединением FVF и латунные фильтры с резьбовым присоединением серии FVR.

Все эти фильтры могут применяться в системах отопления, теплоснабжения, технического горячего и холодного водоснабжения, хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Фильтры FVF могут быть дополнительно оснащены магнитными вставками для дополнительной очистки от частиц, содержащих железо, или дренажными кранами, обеспечивающими быструю и эффективную очистку фильтра.



Рис. 23. Сетчатые фильтры Danfoss

## 6.3 Осевые сильфонные компенсаторы

Осевые компенсаторы Danfoss предназначены для компенсации температурных удлинений трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения, а также в промышленных системах для жидких сред, которые неагрессивны к конструкционным материалам компенсаторов.

Данные компенсаторы предназначены для установки на стояках и магистральных трубопроводах систем отопления многоэтажных зданий.

Осевые компенсаторы состоят из сильфона (гофрированного цилиндра), выполненного из нержавеющей стали, и приваренных к нему патрубков из углеродистой стали.

Осевые компенсаторы могут быть оснащены внутренней гильзой и наружным кожухом для дополнительной защиты сильфона.

Компенсаторы с буквой G в конце кода имеют присоединительные размеры патрубков в соответствии с ГОСТ. Соответствие присоединительных размеров стандарту ГОСТ позволяет упростить процесс проектирования и монтажа компенсаторов.



Рис. 24. Осевые компенсаторы Danfoss

# Особенности проектирования автоматизированных систем водяного отопления

## 1. Общие положения

В соответствии с требованиями нормативных документов в области капитального строительства системы водяного отопления вновь строящихся, а также реконструируемых жилых и общественных зданий должны оснащаться автоматическими радиаторными терморегуляторами. Не исключается установка терморегуляторов и в системах отопления производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий. Применение радиаторных терморегуляторов сопровождается установкой дополнительных регулирующих устройств.

Автоматизированные системы отопления во многом повторяют традиционные системы. Вместе с тем используемые в них приборы и устройства во взаимосвязи с обычными элементами играют существенную роль на всех этапах проектирования (конструирование, расчет, оформление документации и др.).

## 2. Конструирование систем

### 2.1. Источник теплоснабжения

Системы отопления многоэтажных зданий разного назначения присоединяются, как правило, к тепловым сетям централизованного теплоснабжения через тепловые пункты (рис. 25). Иногда в качестве источника теплоснабжения используются встроенные или пристроенные местные котельные, в том числе крышные.

Автоматизированные системы водяного отопления рекомендуется присоединять к тепловой сети по независимой схеме через разделяющий их водоподогреватель (рис. 25, а).

Допускается и зависимое присоединение системы к тепловой сети через смесительный узел с циркуляционным насосом (рис. 25, б). При этом из-за значительного гидравлического сопротивления автоматизированной системы отопления (не менее 25–30 кПа), а также из-за переменного теплового и гидравлического режима ее работы зависимое присоединение с использованием водоструйного насоса (гидроэлеватора) недопустимо (рис. 25, в).

Узлы присоединения должны оснащаться средствами регулирования отпуска теплоты на отопление.

### 2.2. Параметры теплоносителя

В качестве теплоносителя в автоматизированных системах следует использовать воду с едиными параметрами для всех частей здания одного и того же назначения.

Предельная температура теплоносителя определяется в соответствии с СП 60.13330.2020 (95 °С для систем внутреннего теплоснабжения и отопления) и техническими условиями заводов — изготовителей отопительных приборов, трубопроводов и другого оборудования для отопительных систем.

В горизонтальных поквартирных системах отопления многоэтажных жилых зданий температура теплоносителя не должна превышать 90 °С, а в высотных — температуру теплоносителя рекомендуется ограничивать 80 °С.

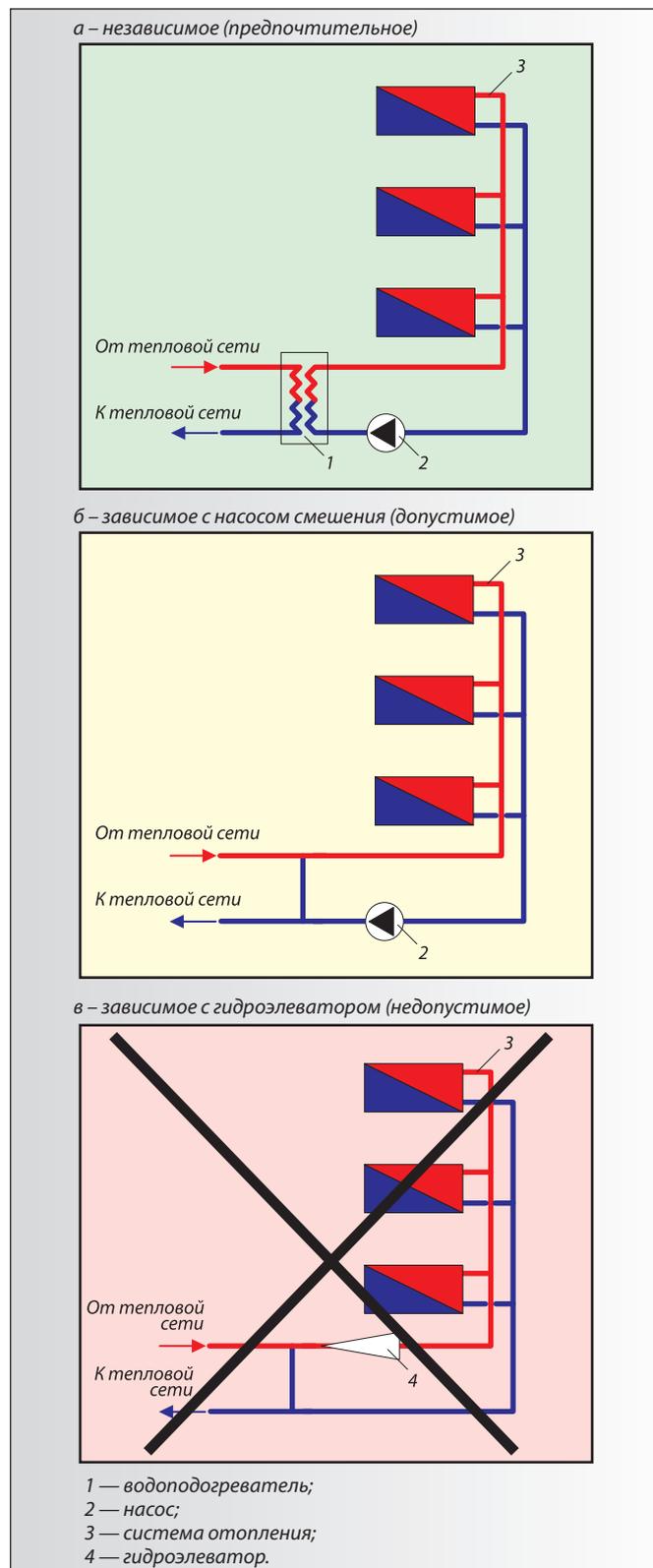


Рис. 25. Присоединение автоматизированных систем отопления к тепловым сетям централизованного теплоснабжения.

Гидростатическое давление (высота системы отопления) не должно быть выше условного давления, применяемого в системе устройств с запасом 15–20%. В реальной практике предельная высота однозонной автоматизированной двухтрубной системы отопления составляет 75–80 м. При невозможности соблюдения этого условия систему отопления следует делить по вертикали на зоны, учитывая при этом разделение здания техническими этажами.

### 2.3. Схемы систем отопления

Системы отопления с радиаторными терморегуляторами могут быть двух- и однотрубными (рис. 26).

Для применения радиаторных терморегуляторов наилучшим образом подходят двухтрубные системы отопления. В них отопительные приборы присоединены к трубопроводам параллельно. Поэтому срабатывание терморегуляторов на одних отопительных приборах системы отопления не вызывает (при определенных условиях) изменения теплоотдачи других приборов. Таким образом, автоматические радиаторные терморегуляторы изначально были разработаны именно для двухтрубных систем

отопления, которым следует отдавать предпочтение как при новом строительстве, так и при реконструкции зданий любой этажности.

Несмотря на ряд недостатков, связанных с последовательным соединением отопительных приборов разных этажей или помещений, однотрубные системы с терморегуляторами могут применяться в случаях реконструкции при сохранении существующего типа системы, а также в социальных жилых зданиях, возводимых промышленными методами строительства.

Двухтрубные автоматизированные системы отопления бывают вертикальные и горизонтальные.

В зависимости от объемно-планировочного решения здания (наличия подвалов, чердаков, технических этажей), принятой системы теплоснабжения и т.д. магистральные трубопроводы могут прокладываться (рис. 27):

- снизу системы отопления — нижняя разводка магистралей;
- сверху системы — верхняя разводка;
- подающий трубопровод сверху системы или снизу — смешанная разводка.

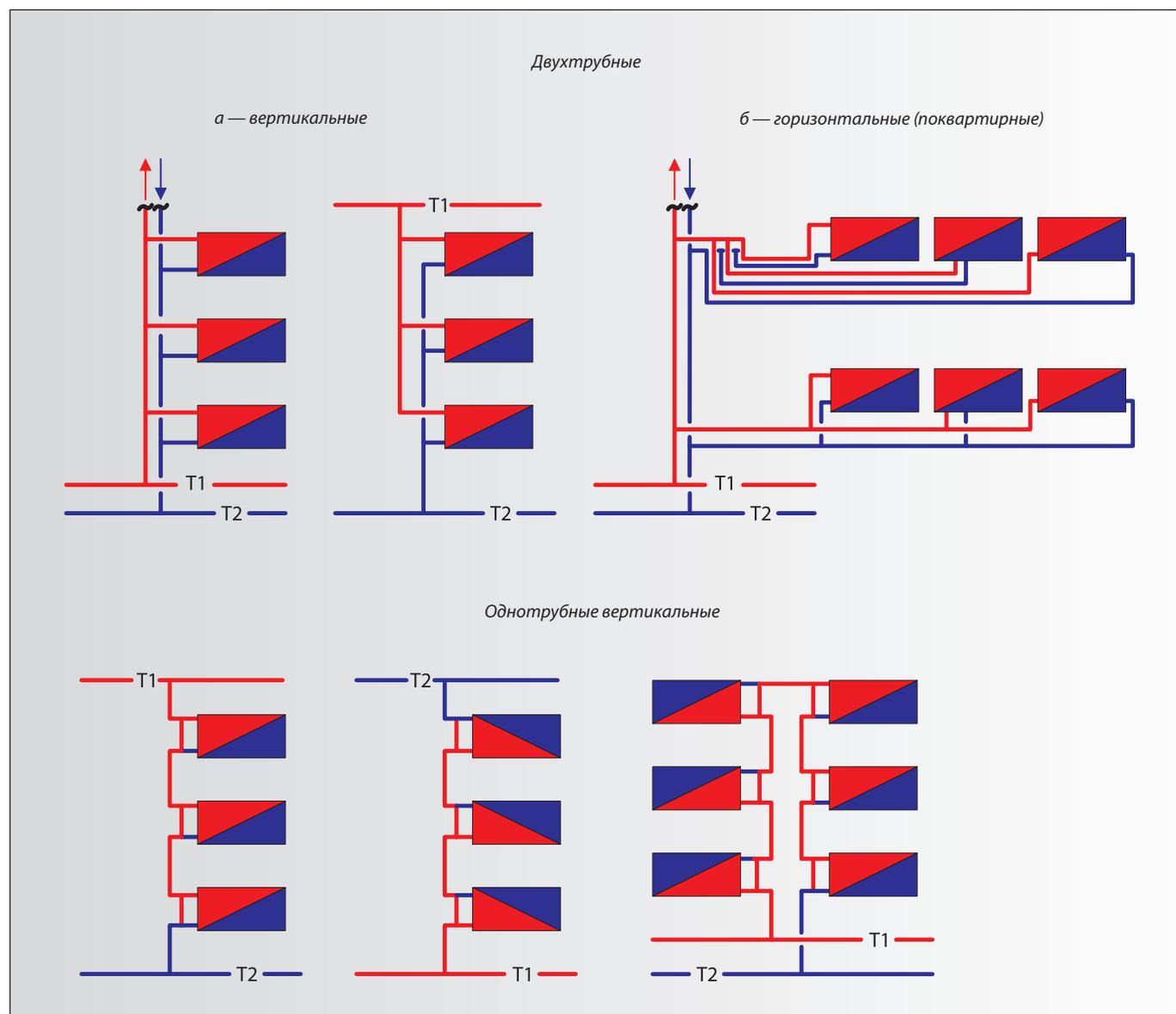


Рис. 26. Типы автоматизированных систем отопления.

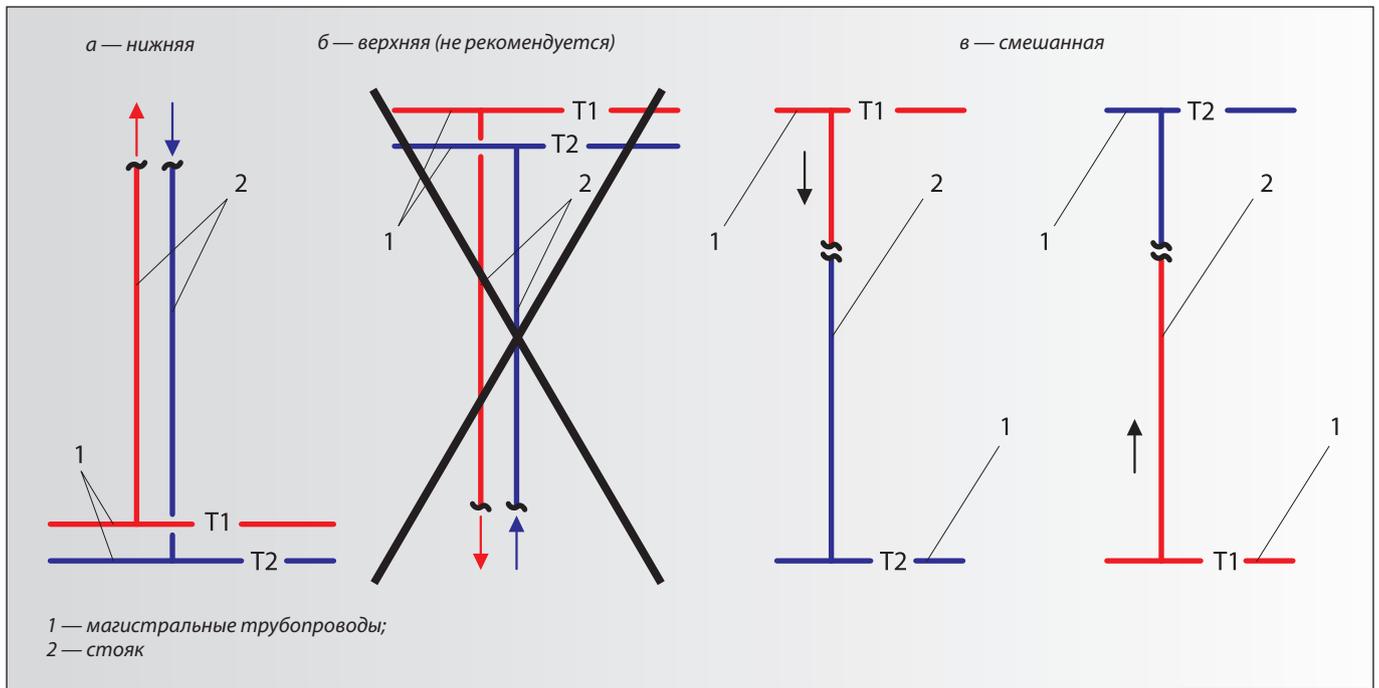


Рис. 27. Разводка магистральных трубопроводов.

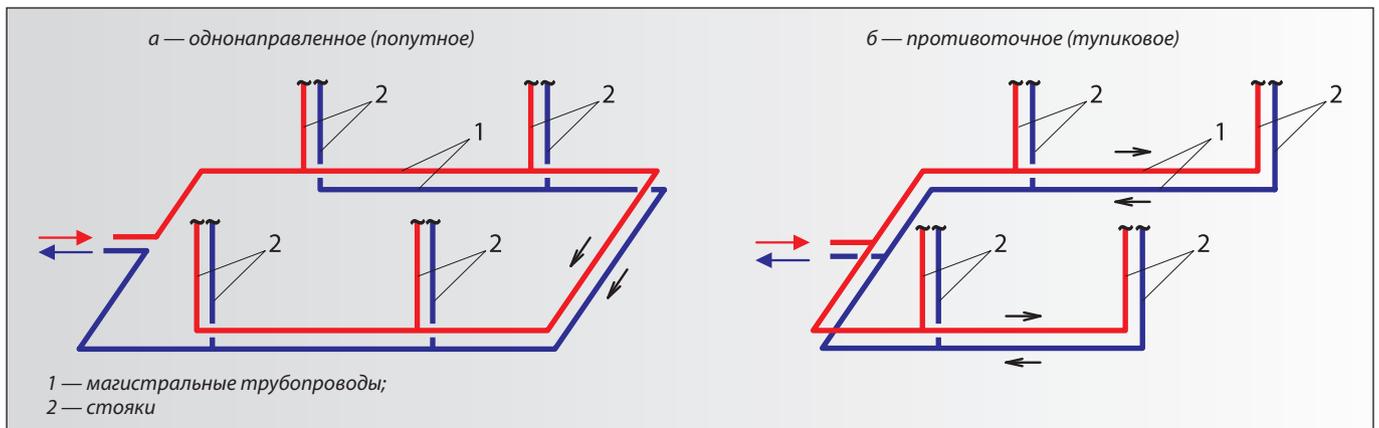


Рис. 28. Направление движения теплоносителя по магистральным трубопроводам.

Схема с нижней разводкой магистралей (рис. 27, а) наиболее предпочтительна для двухтрубных систем отопления в связи с возможностью пуска системы по мере возведения здания, удобством ее эксплуатации из-за размещения запорно-регулирующей и спускной арматуры на одном этаже, а также по причине более высокой гидравлической устойчивости.

Смешанная разводка (рис. 27, в) также применяется, хотя несколько и уступает предыдущей по своим показателям. Главным преимуществом такой системы является централизованное воздухоудаление из ее стояков. Смешанную разводку магистралей целесообразно использовать при устройстве в здании крышной котельной, а также для однотрубных систем при наличии чердака или технического этажа.

Схему с верхней разводкой магистральных трубопроводов (рис. 27, б) применять не рекомендуется, так как в этом случае в стояках имеет место отрицательное гравитационное давление, препятствующее циркуляции теплоносителя и значительно снижающее гидравлическую устойчивость системы, а также затрудняющее ее пуск после летнего бездействия. Кроме того, схема

с верхней разводкой не позволяет централизованно опорожнить стояки системы, усложняя процесс эксплуатации.

Направление движения теплоносителя по подающей и обратной магистрали допускается предусматривать как встречное (тупиковая схема трубопроводов), так и попутное (рис. 28). Выбор тупиковой или попутной схемы определяется объемно-планировочными решениями здания.

#### 2.4. Отопительные приборы

В автоматизированных системах водяного отопления могут применяться любые отопительные приборы (радиаторы, конвекторы), отвечающие санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям для зданий и помещений конкретного назначения, параметрам теплоносителя, конфигурации трубопроводной сети, а также пожеланиям заказчика.

В вертикальных системах отопления следует применять отопительные приборы с боковым присоединением. В горизонтальных системах, учитывая способ прокладки трубопроводов (подпольный), рекомендуется отдавать предпочтение приборам

с нижними (донными) присоединительными штуцерами и встроенными клапанами терморегуляторов. Отопительные приборы компания «Данфосс» не изготавливает. С техническими характеристиками приборов можно ознакомиться в каталогах фирм-производителей, рекомендациях по применению приборов, базе данных программ по расчету систем с помощью персональных компьютеров и различной справочной литературе. Применять в многоэтажных зданиях напольные греющие панели со змеевиками из труб в конструкции пола нецелесообразно из-за их недостаточной надежности и низкой ремонтопригодности. Кроме того, отопительные панели, обладая тепловой инерционностью, не позволяют быстро изменять их теплоотдачу и тем самым обеспечивать надлежащий температурный комфорт в помещении.

При желании иметь круглогодично теплые полы в некоторых помещениях рекомендуется обогревать их с помощью электрических систем Danfoss.

### 2.5. Трубопроводы и запорно-спускная арматура

Магистраль и стояки систем отопления рекомендуется выполнять из стальных труб.

На каждом стояке в зданиях свыше 3 этажей следует предусмотреть запорную и спускную арматуру. На стояках лестничных клеток и лифтовых холлов, а также на разводящих стояках поквартирных систем отопления запорно-спускную арматуру необходимо применять при любой этажности здания.

Спускная арматура стояков соединяется, как правило, стационарными трубопроводами с системой канализации здания при обеспечении разрыва струи (рис. 28, а) для контроля случайных утечек теплоносителя. При наличии дренажных приемков или трапов для спуска стояков можно допустить применение шлангов (рис. 28, б).

Для стационарных дренажных трубопроводов следует применять стальные оцинкованные или пластмассовые трубы.

### 2.6. Компенсация тепловых удлинений

На двухтрубных стояках и магистралях должны быть предусмотрены устройства для компенсации тепловых удлинений.

В качестве компенсаторов прежде всего следует использовать естественные изгибы трубопроводов или предусматривать П- или Г-образные компенсаторы. При этом неподвижные опоры размещают таким образом, чтобы тепловое удлинение участка трубы между опорами не превышало 50 мм.

Для компенсации тепловых удлинений могут также применяться сильфонные компенсаторы Danfoss. Для открытых трубопроводов рекомендуется использовать компенсаторы Danfoss с внутренней направляющей гильзой и наружным защитным кожухом, а для трубопроводов, прокладываемых в шахтах, допускается применять компенсаторы без кожуха Danfoss.

Сильфонные компенсаторы следует устанавливать возле неподвижных опор (на вертикальных трубопроводах — ниже опоры).

На трубопроводе для исключения его бокового смещения, а также поломки или заклинивания компенсатора необходимо предусмотреть скользящие опоры (рис. 30). Расстояние от опор до компенсатора не должно превышать двух диаметров трубопровода.

При использовании сильфонных компенсаторов на вертикальных трубопроводах неподвижные опоры необходимо конструировать, учитывая вес трубопровода с водой.

Выбор типоразмера сильфонного компенсатора и расстановка неподвижных опор осуществляются по величине удлинения трубопровода  $\Delta L$  и компенсирующей способности компенсатора  $\delta$ .

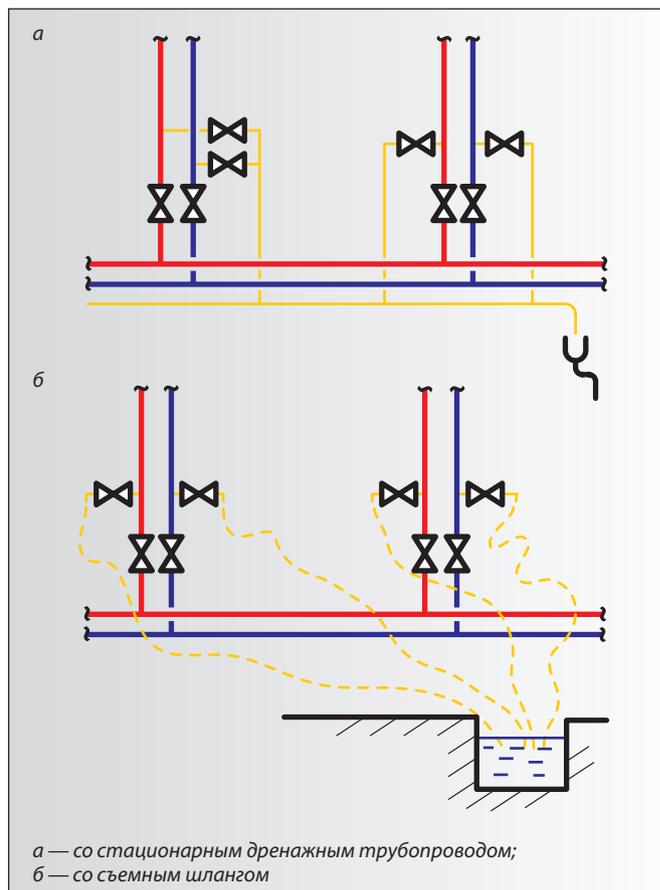


Рис. 29. Устройство дренажа стояков.

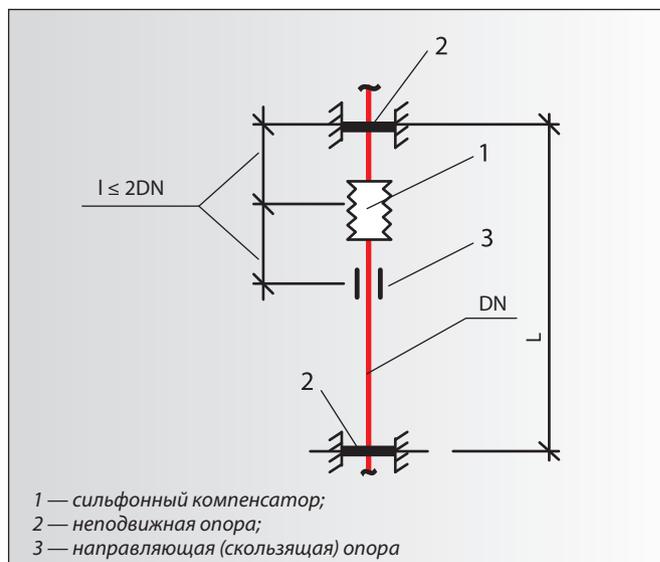


Рис. 30. Установка сильфонных компенсаторов Danfoss.

Удлинение трубопровода  $\Delta L$  в мм может быть вычислено по формуле:

$$\Delta L = 0,012 \cdot L \cdot (T_r - 5), \quad (1)$$

где  $L$  — длина прямого участка трубопровода между неподвижными опорами, м;  
 $T_r$  — расчетная температура теплоносителя в подающем трубопроводе, °С.

В табл. 16 приведены параметры удлинения трубопровода при значениях стандартной температуры теплоносителя в подающем трубопроводе.

При выборе компенсатора рекомендуется учитывать половину величины их компенсирующей способности, указанной в каталоге (не  $2\delta$ , а  $\delta$ ), так как нет гарантии, что компенсаторы будут монтироваться в растянутом виде.

В зданиях с количеством этажей менее восьми допускается на стояках двухтрубных систем отопления условным проходом до 25 мм компенсаторы не предусматривать, а осуществлять компенсацию тепловых удлинений за счет отступа стояка от места его присоединения к магистрали (рис. 31). При этом должна быть предусмотрена неподвижная опора в середине стояка.

Для обеспечения свободного осевого перемещения трубопроводов в местах их пересечения стен и перекрытий необходимо установить гильзы с зазором между трубой и гильзой не менее 3–5 мм, заделанным эластичным материалом.

Однотрубные стояки диаметром до 25 мм со смещенными замыкающими участками вообще не требуют специальных компенсаторов. Их компенсация осуществляется за счет поэтажных поворотов к отопительным приборам, а «замертвление» — в междуэтажных перекрытиях.

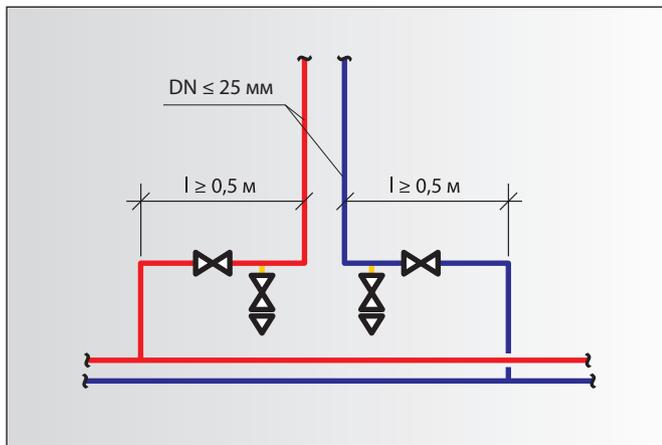


Рис. 31. Устройство отступа стояка для компенсации теплового удлинения.

## 2.7. Тепловая изоляция

Магистральные трубопроводы и разводящие стояки необходимо покрывать тепловой изоляцией. Не допускается теплоизолировать сифонные компенсаторы и скользящие опоры,

так как изоляция нарушит возможность компенсации. Тепловая изоляция может применяться из любых материалов, отвечающих требованиям пожарной безопасности.

## 2.8. Запорно-регулирующая арматура

### Радиаторные терморегуляторы

Радиаторные терморегуляторы могут применяться в системах водяного отопления с насосной циркуляцией теплоносителя<sup>1</sup> любой конфигурации со всеми известными отопительными приборами, отвечающими санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям для зданий и помещений конкретного назначения.

Предусматривать терморегуляторы в системе отопления следует, как правило, на всех отопительных приборах. Исключение может составлять группа приборов, находящихся в одном помещении и объединенных общим трубопроводом, на котором предусматривается один общий терморегулятор.

В целях экономии тепловой энергии терморегуляторы целесообразно устанавливать даже на отопительных приборах лестничных клеток, в лифтовых холлах и других «нерабочих» помещениях. При этом терморегуляторы следует оснащать термостатическими элементами с защитой от постороннего вмешательства.

## 2.9. Двухтрубные системы отопления

Двухтрубные системы отопления являются наиболее совершенными для автоматического регулирования с использованием радиаторных терморегуляторов. Поэтому связи автоматические радиаторные терморегуляторы изначально были разработаны именно для двухтрубных систем отопления.

Радиаторные терморегуляторы (их регулирующие клапаны) для двухтрубной системы отопления, как и традиционные ручные регулирующие краны, должны отвечать следующим требованиям:

- иметь достаточно высокое гидравлическое сопротивление в целях обеспечения гидравлической устойчивости всей системы отопления;
- должны быть оснащены устройством монтажной регулировки пропускной способности, с помощью которого при выполнении наладочных работ производится расчетное распределение теплоносителя по всем отопительным приборам системы.

Таковыми свойствами обладают клапаны терморегуляторов для двухтрубной системы отопления RTR-N и RA-DV (стр. 11–12).

Таблица 16. Тепловое удлинение трубопровода

$T_p, ^\circ\text{C}$	$\Delta L$ , мм при расстоянии между неподвижными опорами $L$ , м																
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
95	5,4	10,8	16,2	21,6	27	32,4	37,8	43,2	48,6	54,0	59,4	64,8	70,2	75,6	81,0	86,4	91,8
90	5,1	10,2	15,3	20,4	25,5	30,6	35,7	40,8	45,9	51,0	56,4	61,2	66,3	71,4	76,5	81,6	86,2
85	4,8	9,6	14,4	19,2	24,0	28,8	33,6	38,4	43,2	48,0	52,8	57,6	62,4	67,2	72,0	76,8	81,6
80	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0	31,5	36,0	40,5	45,0	49,5	54,0	58,5	63,0	67,5	72,0	86,5

<sup>1</sup> Возможна установка радиаторных терморегуляторов в системах с естественной (гравитационной) циркуляцией теплоносителя. Однако в данной работе эти системы не рассматриваются, так как они могут находить весьма ограниченное применение — только в индивидуальном строительстве.

Для достижения максимальной теплоотдачи отопительного прибора подавать в него теплоноситель следует по схеме «сверху — вниз». В этой связи клапаны терморегулятора RTR-N и RA-DV устанавливаются в верхнюю пробку радиатора или на верхнем штуцере конвектора через промежуточную муфту (рис. 32). С учетом этих требований выполнена конструкция отопительных приборов со встроенным клапаном терморегулятора для двухтрубных систем отопления.

В отдельных случаях, когда необходимо использовать объем отопительного прибора для сбора воздуха с последующим его удалением (например, на верхнем этаже здания или на приборах горизонтальных систем при их зависимом присоединении к тепловой сети централизованного теплоснабжения), допускается подавать теплоноситель по схеме «снизу-вниз». При этом клапан терморегулятора, как и в первом случае, устанавливается при входе теплоносителя в отопительный прибор.

Калибр клапана терморегулятора (условный проход) принимается по диаметру отверстия в пробке радиатора или штуцера конвектора, но не более 20 мм. При выборе диаметра отверстия в пробке радиатора следует отдавать предпочтение отверстию и, соответственно, клапану DN = 15 мм.

На всех без исключения клапанах терморегуляторов должны устанавливаться термостатические элементы.

Для многоэтажного строительства рекомендуется применять газовые термозлементы серии RTR 7000. Другие виды термостатических элементов (RTRW и др.) допускается предусматривать при особых требованиях заказчика.

Тип термостатического элемента (со встроенным или выносным датчиком и др.) выбирается в зависимости от размещения отопительного прибора (см. стр. 9).

В современных системах отопления для полного отключения, дренажа и демонтажа отдельно взятого отопительного прибора без опорожнения всей системы на его обратной подводке принято устанавливать запорную арматуру, в качестве которой в двухтрубной системе используется запорный радиаторный клапан типа RLV. Диаметр RLV обычно принимается по диаметру клапана терморегулятора.

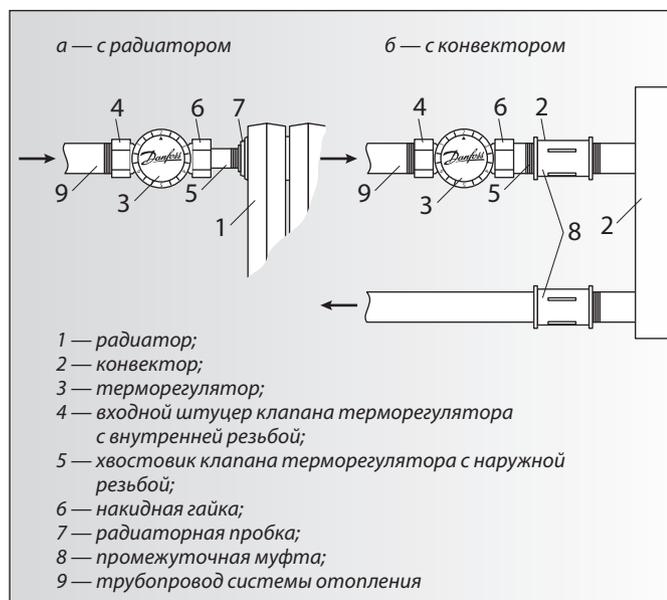


Рис. 32. Соединение клапана терморегулятора с элементами системы отопления.

Устанавливается клапан RLV на обратной подводке отопительного прибора аналогично клапану терморегулятора. При этом для полного удаления воды из отопительного прибора клапан RLV должен монтироваться шпинделем вниз или в бок.

В целях безопасного выполнения операций по демонтажу отопительного прибора в проекте дополнительно к клапанам RLV следует предусмотреть некоторое количество (не по числу RLV) специальных металлических рукояток (кодированный номер 013G3300) для надежного перекрытия клапана терморегулятора и спускных насадок со штуцером под шланг (кодированный номер 003L0152). Впоследствии рукоятки и насадки должны находиться в распоряжении эксплуатирующего здание персонала.

### Вертикальные двухтрубные системы

В практике отечественного строительства среди двухтрубных систем наибольшее распространение получила система с вертикальными стояками и нижним расположением разводящих и сборных трубопроводов (рис. 33).

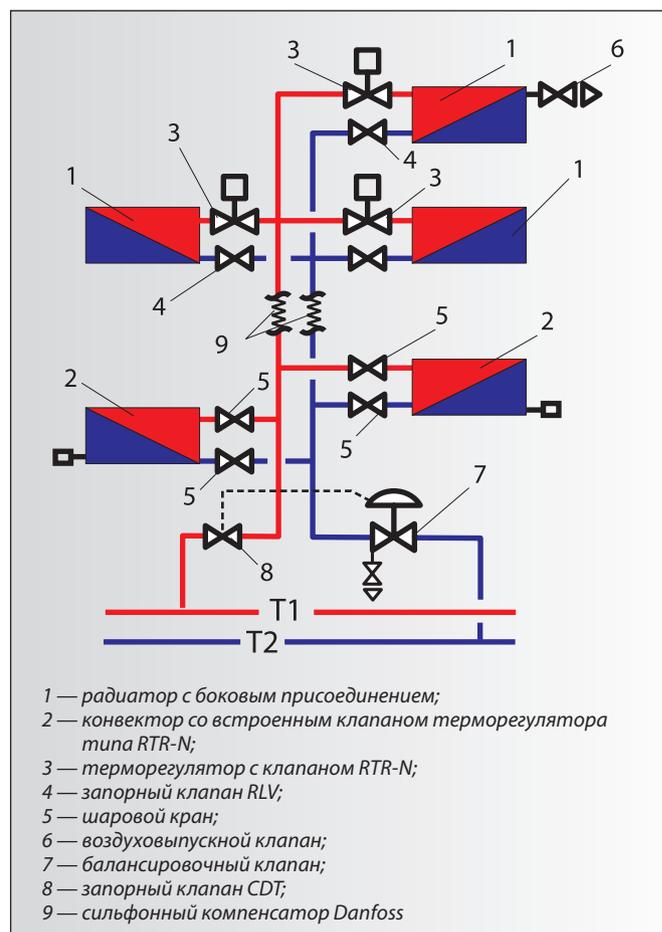


Рис. 33. Стояк двухтрубной автоматизированной системы отопления с нижним расположением магистралей.

Такая система имеет ряд преимуществ:

- обладает повышенной гидравлической устойчивостью;
- позволяет запускать систему отопления по мере строительства здания и производить отделку помещений на нижних этажах;
- дает возможность применять штатную установку балансировочных клапанов (см. ниже);

- облегчает процесс эксплуатации системы отопления (отключение, спуск или заполнение отдельных стояков с помощью арматуры, располагаемой только на одной отметке);
- имеет лучший дизайн (одинаковые диаметры подающего и обратного стояков в пределах одного помещения);
- способствует унификации отопительных приборов на разных этажах и упрощению наладочных работ.

В системах отопления с вертикальными стояками в качестве отопительных приборов используются любые радиаторы (секционные колончатые, стальные панельные или трубчатые) или конвекторы различных типов с боковым расположением присоединительных патрубков. Подключение отопительных приборов к стояку может быть как односторонним, так и двухсторонним.

В целях обеспечения работы радиаторных терморегуляторов в оптимальном и бесшумном режиме на их клапанах необходимо поддерживать постоянный перепад давлений. Для этого на стояках следует предусматривать автоматические балансировочные клапаны типа АРТ, которые стабилизируют перепад давлений между подающим и обратным стояками системы отопления вне зависимости от колебаний давления в магистральных трубопроводах. Таким образом, автоматические клапаны балансируют стояки между собой как в статическом (расчетном), так и в динамическом режиме, упрощая и ускоряя процесс проектирования, а также сводя к минимуму наладочные работы.

Автоматические балансировочные клапаны следует устанавливать, как правило, на каждом стояке системы отопления. Для групп близкорасположенных друг к другу стояков допускается предусматривать общий автоматический балансировочный клапан, а в маломасштабных зданиях — общий для всей системы отопления (данные случаи в настоящем пособии не рассматриваются).

Автоматический балансировочный клапан АРТ устанавливается на обратном стояке двухтрубной системы отопления (рис. 33).

Клапан АРТ (DN = 15–50 мм) обычно применяется совместно с запорным клапаном CDT, который монтируется на подающем стояке системы. Этот клапан, кроме выполнения основной — запорной функции, применяется для присоединения импульсной трубки клапана АРТ к подающему стояку. Так как длина импульсной трубки ограничена, расстояние между клапанами АРТ и CDT не должно превышать 1,5 м. В системах отопления с верхней

разводкой подающей магистрали это требование вынуждает устанавливать балансировочные клапаны нештатным образом в соответствии со схемой (рис. 34).

Для предотвращения засорения клапанов терморегуляторов и автоматических балансировочных клапанов на входе теплоносителя в систему отопления следует предусматривать установку фильтра с сечением ячейки сетки не более 0,5 × 0,5 мм. Наилучшим решением считается установка фильтров на каждом подающем стояке системы перед клапаном CDT.

Несмотря на то что АРТ имеет запорное устройство и встроенный дренажный кран, практика эксплуатации систем отопления с этими клапанами подтвердила целесообразность обвязывать их дополнительной запорной и спускной арматурой (рис. 35).

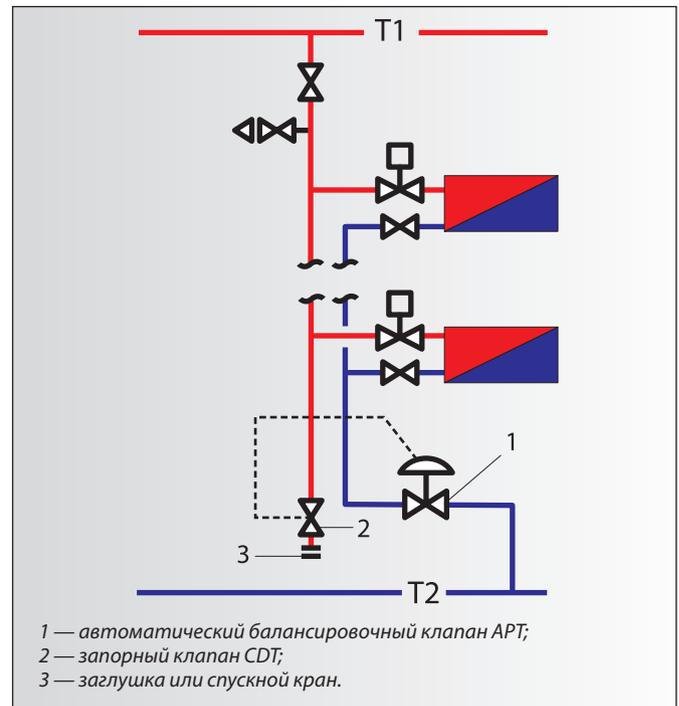


Рис. 34. Установка балансировочного клапана АРТ на двухтрубном стояке при верхней подающей магистрали.

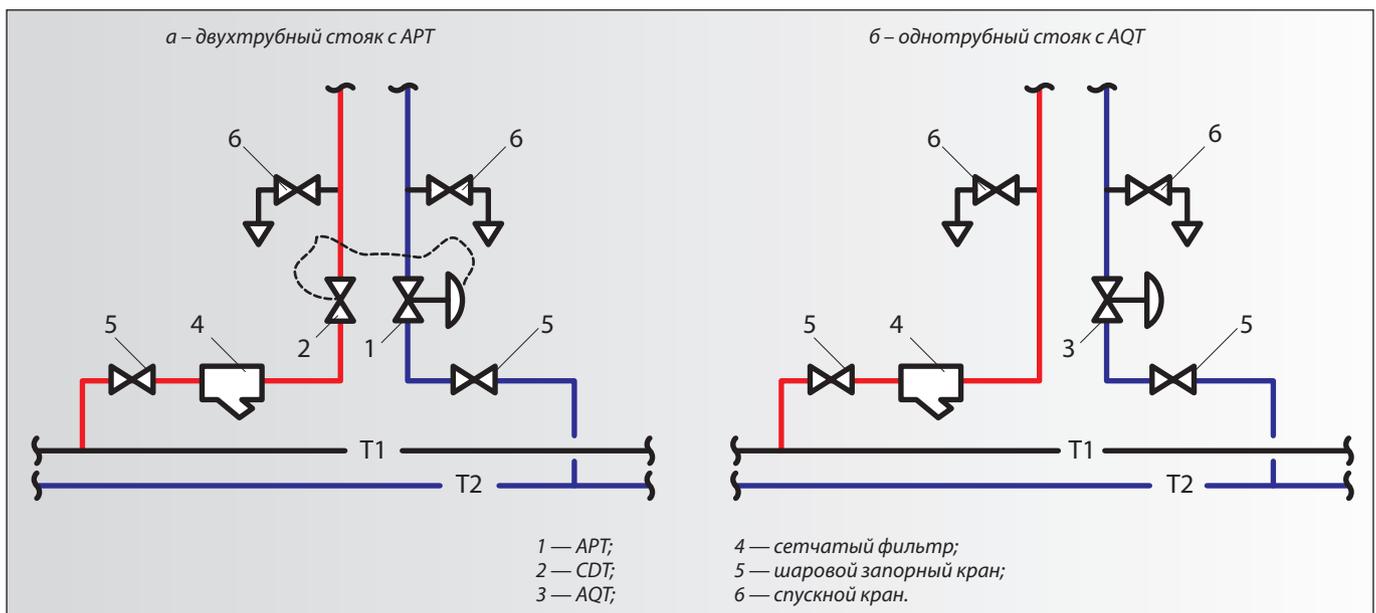


Рис. 35. Рекомендуемая установка дополнительной арматуры на вертикальных стояках систем отопления.

### Горизонтальные двухтрубные системы

В последние годы в России сложилась негативная практика строительства жилых зданий, когда дома сдаются без окончательной отделки, которую владельцы квартир производят самостоятельно и, как правило, без какой-либо проектной документации и необходимых согласований.

Отделочные работы часто затрагивают и систему отопления: заменяются отопительные приборы, и устанавливаются шаровые краны вместо предусмотренных проектом радиаторных терморегуляторов. В результате несанкционированной реконструкции в квартирах без терморегуляторов становится жарко, а там, где они установлены, — холодно. Наладить такую систему практически невозможно. Быть «хозяином» системы отопления своей квартиры, не оказывая влияния на соседей, позволяет горизонтальная система с поквартирной разводкой (поквартирная система отопления)<sup>1</sup>.

Поквартирная система (рис. 36) состоит из локальных квартирных систем (г), подключаемых к разводящим стоякам или ветвям (б) через квартирные узлы ввода (в). Стояки объединяются, как правило, общими магистральными трубопроводами (а) системы отопления жилой части здания, к которым одновременно могут подключаться стояки лестничных клеток. Отопление встроенных и пристроенных помещений общественного назначения следует осуществлять с помощью отдельных систем.

В многоэтажных зданиях поквартирную разводку необходимо предусматривать для всех квартир. Не следует допускать устройство таких систем только для одной или нескольких квартир здания.

К тепловым сетям системы централизованного теплоснабжения поквартирная система должна присоединяться через

тепловой пункт здания преимущественно по независимой схеме. Зависимое присоединение можно допустить при обосновании только в малоэтажном жилом здании.

Тепловая нагрузка квартирных систем определяется тепловыми потерями квартиры при температурах воздуха в помещениях с постоянным пребыванием людей в пределах оптимальных норм, но не ниже 20 °С.

### Разводящие стояки

Количество разводящих стояков (пар стояков: подающий и обратный) выбирается в зависимости от объемно-планировочного решения здания и принятой схемы системы отопления, но не менее одного на каждую блок-секцию (рис. 37). Максимальное количество разводящих стояков в здании может соответствовать количеству квартир на одном этаже. Не следует присоединять к одному стояку квартиры разных блок-секций.

Наиболее предпочтительной является схема, где каждая квартирная система самостоятельно подключается к разводящим стоякам через индивидуальный узел ввода (рис. 38, а), включающий весь набор трубопроводной арматуры, регулирующих и измерительных устройств. При обосновании (например, при специфических объемно-планировочных решениях здания, которые исключают размещение отдельных для каждой квартиры узлов ввода или ограничивают доступ к ним обслуживающего персонала) допускается предусматривать присоединение к разводящему стояку нескольких квартирных систем одного этажа через групповые (поэтажные) узлы ввода (рис. 38, б).

В поквартирных системах отопления запорную и спускную арматуру следует предусматривать на каждом разводящем стояке вне зависимости от этажности здания.

<sup>1</sup> Подобные горизонтальные системы с локальной разводкой могут также предусматриваться в административных зданиях, где офисы сдают в аренду.

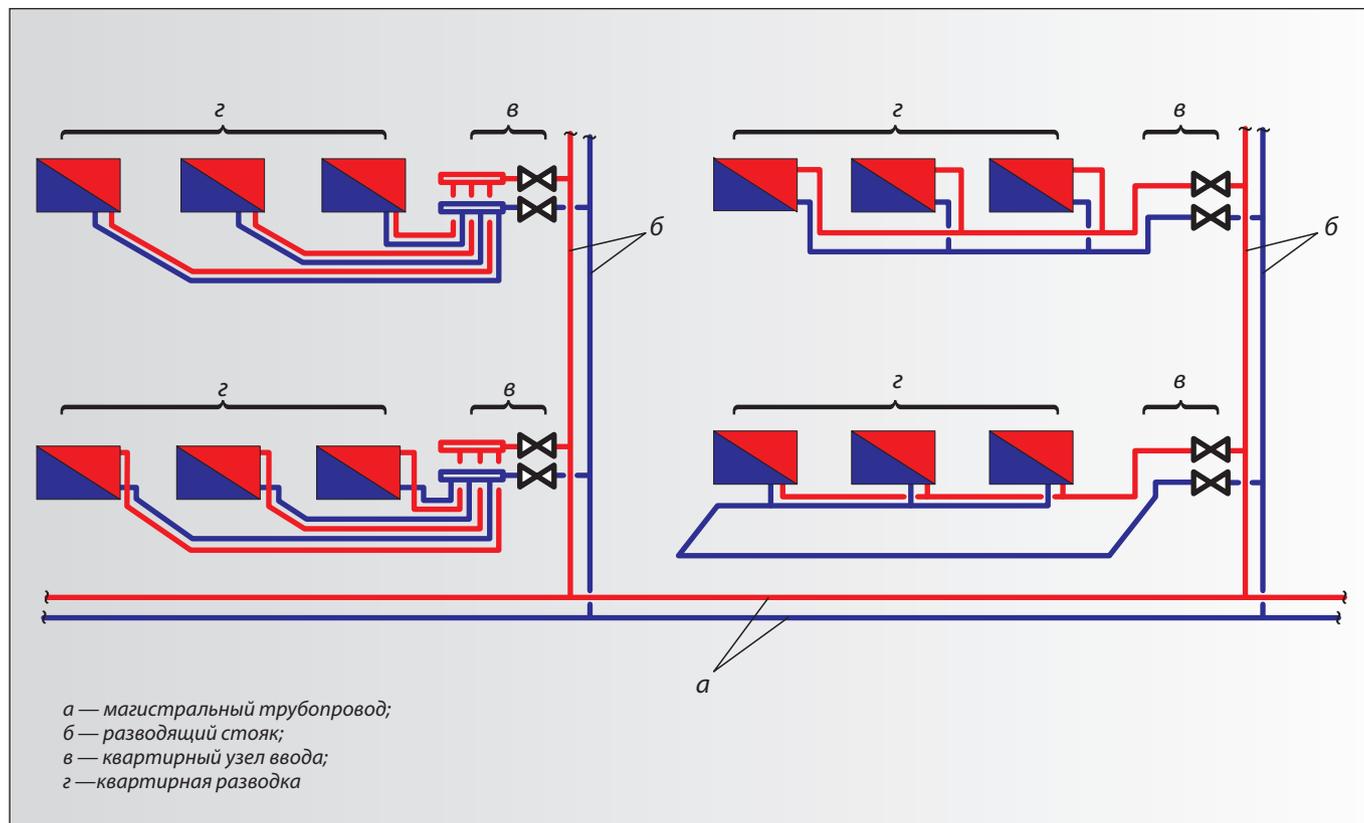


Рис. 36. Принципиальная схема поквартирной системы отопления многоэтажного здания.

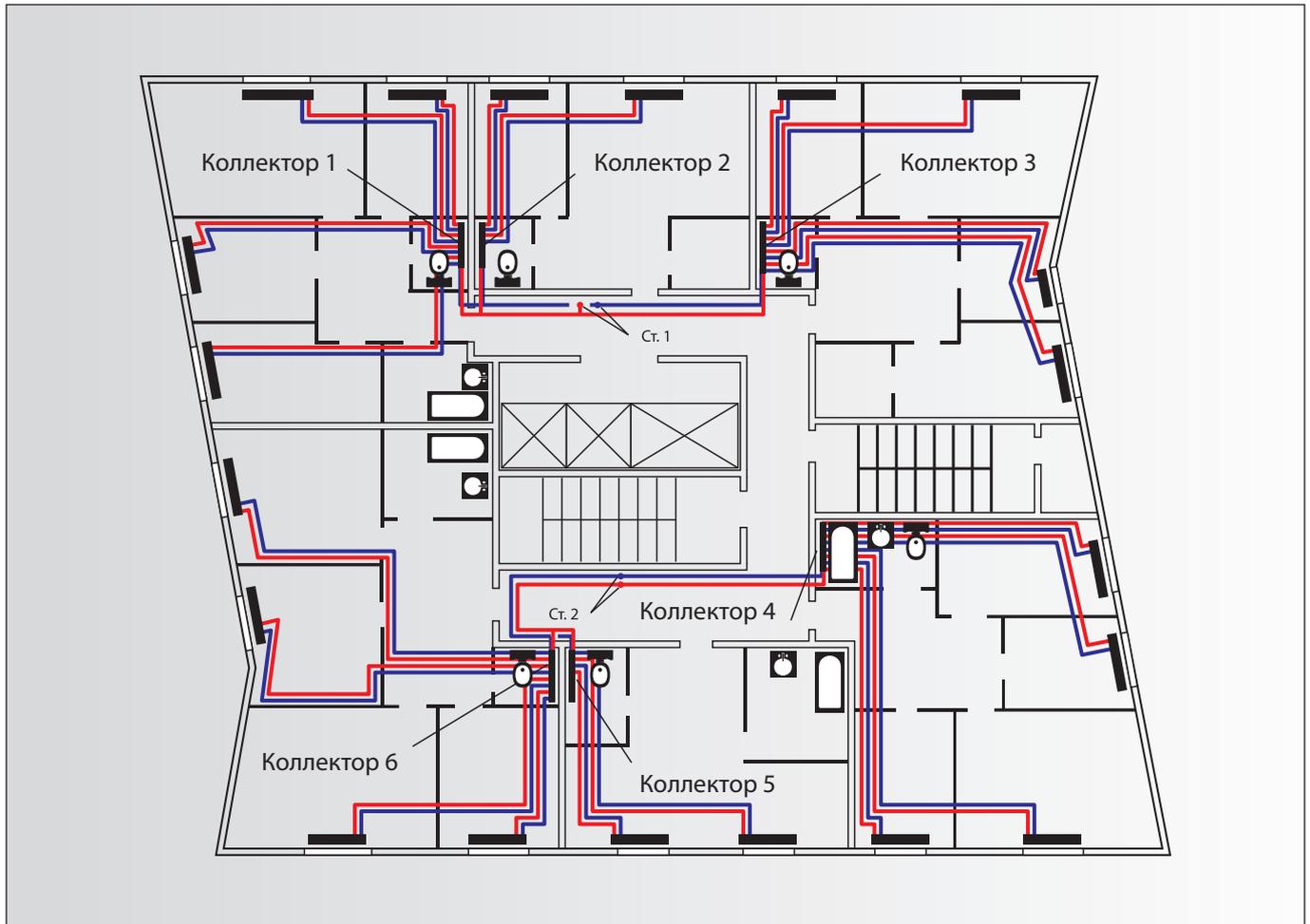


Рис. 37. Размещение разводящих стояков в здании.

### Индивидуальные узлы ввода

Индивидуальный узел ввода выполняет следующие функции:

- **присоединительная.**

Обеспечивает соединение квартирной системы со стояком, отключение ее от системы отопления здания, очистку теплоносителя, дренаж. Для этого узел оснащается входными и выходными шаровыми кранами 1 (рис. 36). На подающем трубопроводе после входного крана устанавливается сетчатый фильтр 2.

На подающих распределительных коллекторах квартир предусматриваются воздухоподчики 10. Дренаж узлов осуществляется через спускные краны 11 или краны фильтров и балансировочных клапанов;

- **измерительная.**

Производит измерение количества тепловой энергии, расходуемой на отопление конкретной квартиры, с помощью теплосчетчика 3 в составе расходомера, который устанавливают, как правило на подающем трубопроводе, двух термопреобразователей и тепловычислителя. При стесненных условиях допускается установка расходомера на обратном трубопроводе системы. В качестве дополнительных принадлежностей теплосчетчик может доукомплектовываться шаровым краном 4 для установки одного из термопреобразователей в трубопроводе и присоединительными патрубками;

- **регулирующая.**

Стабилизирует гидравлический режим в квартирной системе отопления. Эту функцию выполняет автоматический балансировочный клапан 5 в комплекте с настраиваемым

запорно-измерительным (ручным балансировочным) клапаном 6. Он поддерживает постоянный перепад давлений на квартирной системе вне зависимости от колебаний давлений в распределительной трубопроводной сети, в том числе гравитационной составляющей. Применение автоматических балансировочных клапанов исключает необходимость установки ручных балансировочных клапанов на других частях системы отопления (стояках и ответвлениях магистральных трубопроводов), а также проведение сложных наладочных работ.

Ручной балансировочный клапан устанавливают для ограничения расхода теплоносителя (в пределах расчетной величины) через квартирную систему в случаях изменения ее гидравлических характеристик, например при замене отопительных приборов с установкой вместо автоматических радиаторных терморегуляторов запорных шаровых кранов. При такой реконструкции в данную квартирную систему отопления пойдет теплоносителя больше расчетного количества, а в системах квартир, где осталось проектное решение, теплоносителя, и, как следствие, тепла не хватит.

В узле ввода автоматический балансировочный клапан размещается на обратном трубопроводе, а ручной — на подающем;

- **распределительная.**

«Раздает» горячий теплоноситель по отопительным приборам квартиры через распределительный коллектор при лучевой разводке трубопроводов и собирает обратный либо через штуцеры при периметральной разводке (по количеству колец).

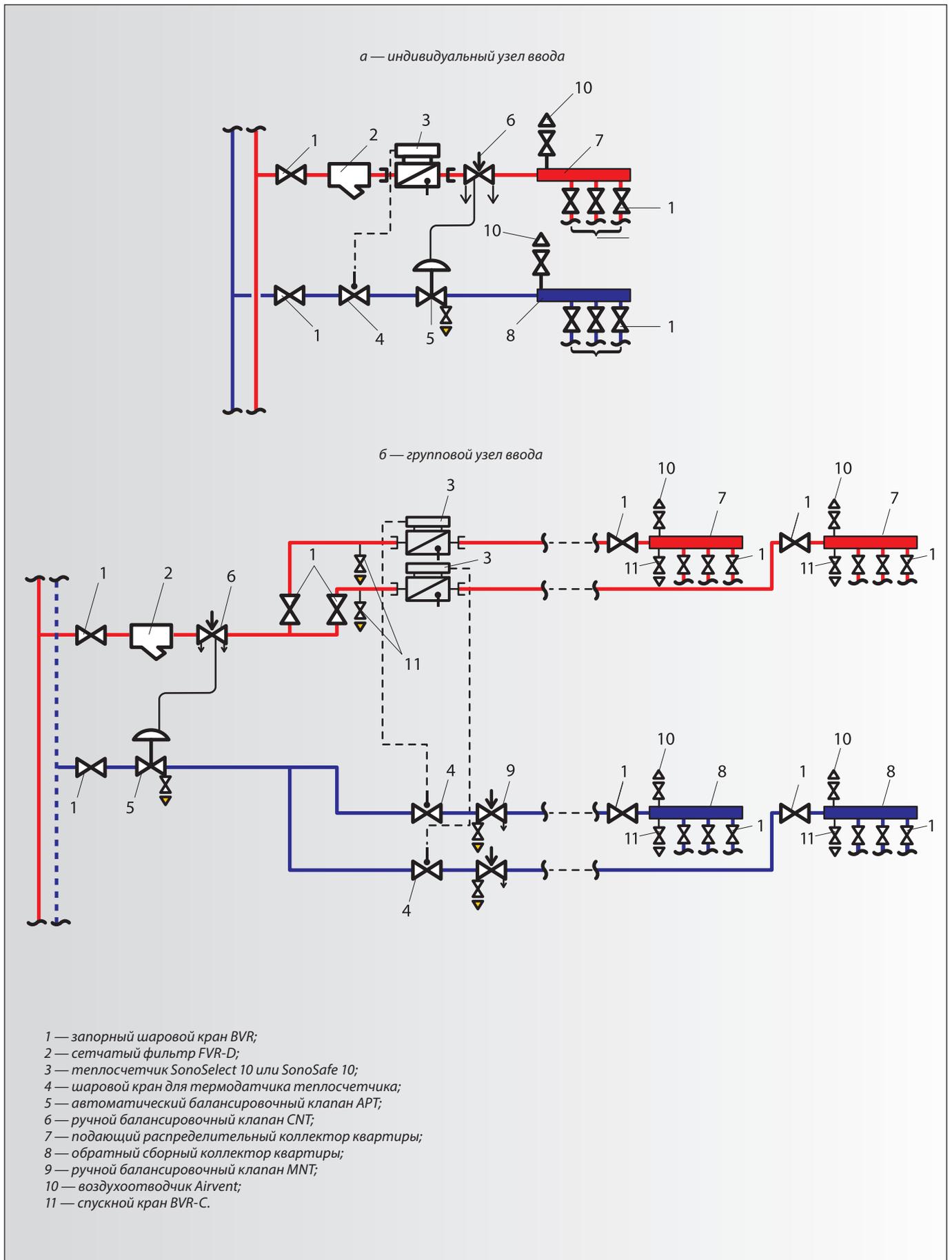


Рис. 38. Узлы ввода квартирных систем отопления.

### Групповые (поэтажные) узлы ввода

Групповой узел ввода выполняет только часть функций индивидуального квартирного узла: присоединительную, регулируемую и распределительную. При этом в групповом узле предусматривается установка только общей для квартир данной группы входной запорной арматуры, фильтра и автоматического балансировочного клапана в комплекте с ручным запорным клапаном. Остальные устройства (теплосчетчики, ручные балансировочные клапаны и др.) предусматриваются для каждой квартиры после группового узла.

Индивидуальные узлы ввода следует размещать в специальных шкафах вблизи шахт для прокладки трубных коммуникаций (отопления, холодного и горячего водопровода). Для обеспечения свободного доступа к ним обслуживающего персонала шкафы предпочтительно устанавливать вне квартиры.

Для групповых поэтажных узлов ввода целесообразно предусматривать технические помещения, где одновременно могут располагаться квартирные теплосчетчики, водосчетчики горячей и холодной воды.

Узлы ввода (до распределительных коллекторов квартир) рекомендуется изготавливать из стальных водогазопроводных труб.

Для упрощения монтажа диаметры трубопроводов и запорной арматуры узлов ввода целесообразно принимать по диаметру балансировочных клапанов (расходомеры теплосчетчиков обычно бывают меньшего калибра.)

Монтаж балансировочных клапанов следует выполнять так, чтобы их шпиндели, измерительные ниппели и спускные краны были доступны (не оказались со стороны стены).

Компания «Данфосс» поставляет практически все оборудование для оснащения квартирных узлов ввода:

- теплосчетчики Danfoss с ультразвуковыми расходомерами типов SonoSelect 10 или SonoSafe 10 (стр. 20). При применении этих теплосчетчиков предусматривать прямые участки трубопровода до и после расходомеров не требуется;
- автоматический балансировочный клапан АРТ в комплекте с настраиваемым запорно-измерительным клапаном CNT (стр. 16–17). Он поддерживает на локальной квартирной подсистеме отопления постоянный перепад давлений вне зависимости от колебаний давлений в разводящих трубопроводах системы отопления здания;
- ручной балансировочный клапан MNT (стр. 18);
- запорную, спускную и воздухоотводящую арматуру Danfoss (стр. 20);
- сетчатый фильтр FVR-D со спускным краном (стр. 20).

В целях повышения индустриализации строительно-монтажных работ, обеспечения минимизации расходования тепловой энергии на отопление жилых зданий при сохранении комфортных температурных условий в помещениях, а также повсеместного применения приборов индивидуального учета теплопотребления, компания «Данфосс» производит узлы полной заводской готовности — групповые (на несколько квартир) — TDU.5 (рис. 39) и индивидуальные (на одну квартиру) — ШКСО-1 (рис. 40).

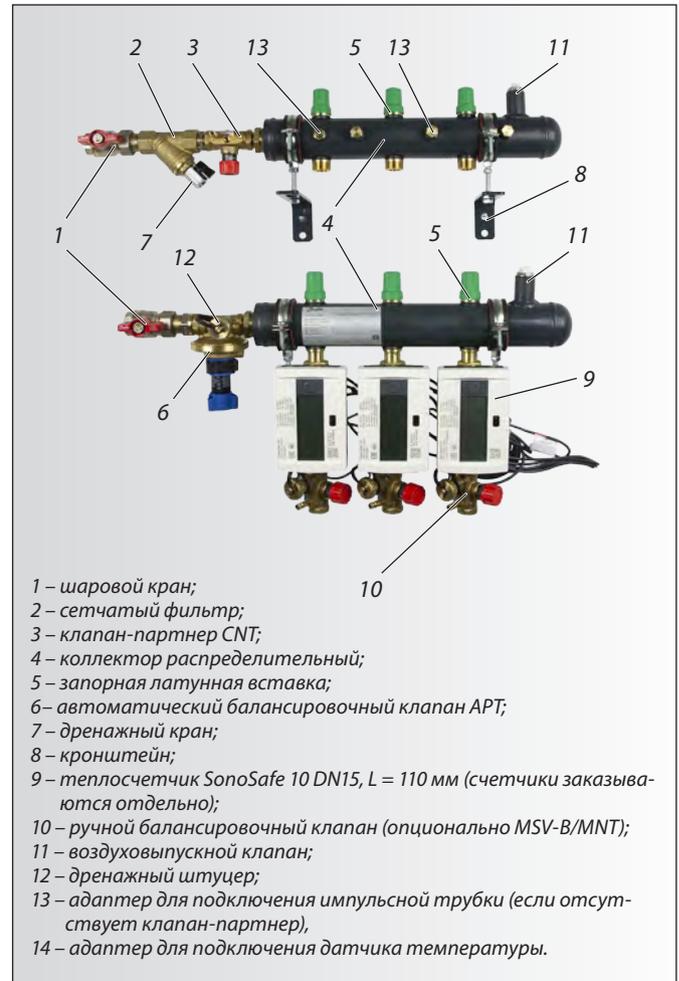
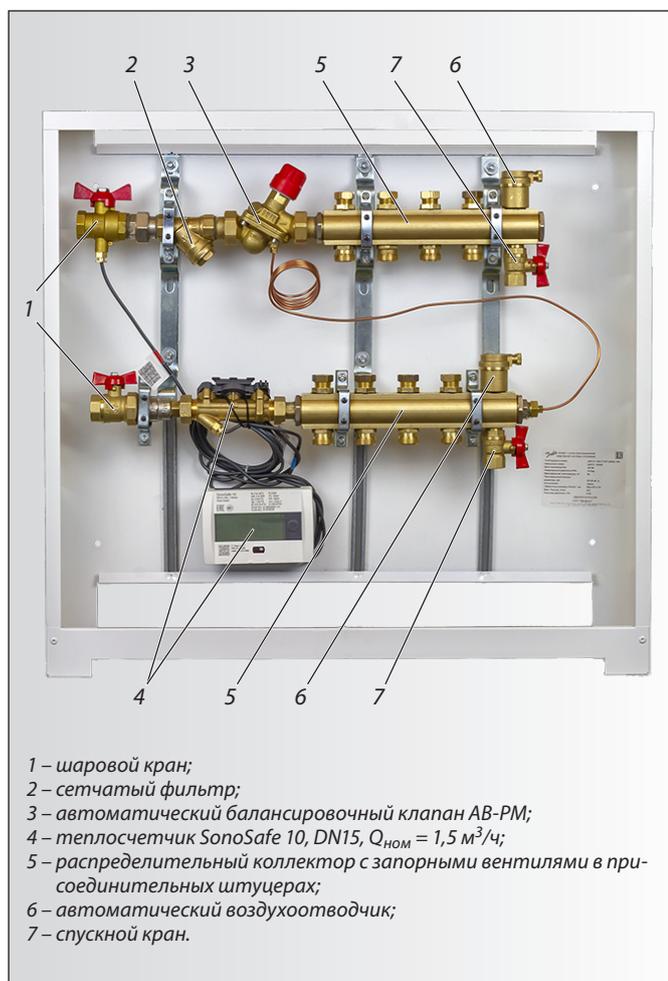


Рис. 39. Узел этажный распределительный TDU.5.

В состав поэтажных узлов TDU.5 входят автоматические балансировочные клапаны АРТ, коллекторы с балансировочными клапанами, которые позволяют равномерно распределить теплоноситель между квартирами, запорная арматура на входе в узел и на отводах к квартирным системам отопления, а так же проставки под теплосчетчики, что позволяет впоследствии установить средства учета для каждой квартиры.

Узлы TDU.5 выпускаются в стандартных модификациях от 2 до 8 отводов, в правом или левом исполнении, клапан АРТ с DN = 15, 20, 25 мм. Также возможно производство узла по индивидуальному заданию, что позволяет использовать узел заводской готовности практически в любом проекте. Номенклатура стандартных модификаций TDU.5 приведена в Приложении 1.

Технические характеристики TDU.5	
Максимальная температура, °C	95
Условное давление, бар	10
Пробное давление, бар	16
Макс. перепад давления в контуре перед узлом присоединения квартирной системы, бар	1,5
Регулируемый перепад давления в узле присоединения квартирной системы отопления, кПа	5–25
DN присоединение к стояку	Rp ¾"; Rp 1"; Rp 1¼"
DN присоединений к квартирной системе	Rp ¾"



1 – шаровый кран;  
 2 – сетчатый фильтр;  
 3 – автоматический балансировочный клапан АВ-РМ;  
 4 – теплосчетчик SonoSafe 10, DN15, Q<sub>ном</sub> = 1,5 м<sup>3</sup>/ч;  
 5 – распределительный коллектор с запорными вентилями в присоединительных штуцерах;  
 6 – автоматический воздухоотводчик;  
 7 – спускной кран.

**Рис. 40.** Узел квартирной системы отопления ШКСО-1.

Шафы ШКСО-1 оснащены всем необходимым технологическим оборудованием для выполнения вышеперечисленных функций, включая распределительные коллекторы, к которым присоединяются разводящие трубопроводы квартирной системы отопления в случае с ШКСО-1 и коллекторы с отводами на квартирные системы отопления.

В шкафах ШКСО-1 установлен автоматический балансировочный клапан АВ-РМ, который выполняет функции сразу двух клапанов — поддерживает постоянный перепад давлений на распределительных коллекторах и обеспечивает ограничение расхода теплоносителя в пределах расчетной величины.

В качестве прибора теплоучета в шкафах ШКСО-1 предусмотрен квартирный теплосчетчик SonoSafe 10. Для уменьшения габаритных размеров шкафа расходомер теплосчетчика размещен на обратном трубопроводе узла ввода, а температурный датчик установлен непосредственно в подающем распределительном коллекторе без использования предназначенного специально для этого шарового крана.

Линейка ШКСО-1 включает в себя 32 стандартных модели с количеством отводов от 1 до 8, типами корпусов — встраиваемый и навесной, исполнение — левое и правое. Номенклатура узлов приведена в Приложении 2.

Технические характеристики ШКСО-1	
Максимальная температура теплоносителя, °С	95
Максимальный перепад давлений в трубопроводной системе отопления перед шкафом, бар	2
Требуемое номинальное значение перепада давления в ШКСО-1, бар	0,26
Максимальный перепад давлений в контуре регулирования, бар	0,22
Условное давление, бар	10 (PN 10)
DN присоединение к стояку, дюймы	R ¾
DN размер выходов из коллектора, дюймы	¾»
Источник питания (теплосчетчик)	Литиевая батарея, 3,6 В

### Квартирная разводка

Квартирная разводка начинается после узла ввода и включает трубопроводную систему, отопительные приборы, запорную и терморегулирующую арматуру.

В поквартирных системах отопления рекомендуется применять двухтрубную горизонтальную разводку, предпочтительно лучевую, с индивидуальным присоединением каждого отопительного прибора к распределительному коллектору (рис. 41 а).

Однотрубную горизонтальную квартирную разводку трубопроводов (она может быть только периметральной) применять вообще не рекомендуется, так как она обладает рядом существенных недостатков:

- увеличенные (приблизительно на 15 % по сравнению с двухтрубной системой) и разные по длине ветви поверхности отопительных приборов (даже в одном помещении);
- невозможность изменить конфигурацию системы хозяином квартиры по своему усмотрению;
- наличие тройников в конструкции пола снижает надежность системы. Их разрешается размещать в полу только при использовании паяных, сварных или прессовых соединений с трубопроводом. Значительное количество фитингов при периметральной разводке приводит к увеличению стоимости системы отопления;
- влияние работы автоматических терморегуляторов друг на друга;
- невозможность установить клапаны терморегуляторов вне помещений и организовать электрическое управление ими.

Двухтрубная лучевая разводка выполняется из цельной трубы от распределительного коллектора до отопительного прибора без промежуточных соединительных элементов. Это в значительной степени гарантирует систему от протечек, и изменение расхода через один из приборов практически не влияет на перераспределение теплоносителя по остальным приборам отопления квартиры. Однако следует учитывать, что трубопроводы при лучевой разводке и произвольной трассировке могут повреждаться при отделочных и ремонтных работах. Чтобы снизить риск повреждения труб, целесообразно их прокладывать вдоль стен в конструкции пола или специальных плинтусах-коробах.

При применении периметральной разводки (рис. 41, б) отопительные приборы присоединяются через тройники, что снижает надежность системы. При этом следует иметь в виду, что резьбовые фасонные элементы трубопровода не допускается устанавливать в недоступных для контроля и ремонта местах, например в конструкции пола. Их разрешается размещать в полу только при использовании паяных, сварных или прессовых соединений с трубопроводом. Значительное количество фитингов при периметральной разводке, в том числе больших диаметров

на начальных участках трубопроводов, приводит к увеличению стоимости системы отопления. Также могут возникнуть дополнительные затраты при необходимости пробивки отверстий в монолитных перегородках для прокладки трубопроводов по периметру квартир. Кроме того, специфика периметральной разводки осложняет проведение наладочных работ.

В качестве трубопроводов для выполнения разводки внутри квартир в настоящее время применяются пластиковые и медные трубы, соединяемые с арматурой и оборудованием системы отопления с помощью специальных фитингов (стр. 16). Стальные трубы используются редко из-за сложности монтажа, проблем их соединения с современной арматурой и т.д. Металлопластиковые трубы следует применять с осторожностью, так как на практике после нескольких лет эксплуатации имели место случаи их старения, в результате чего снижалось проходное сечение труб.

В конструкции пола полимерные трубы рекомендуется прокладывать в гофрированных рукавах для обеспечения их перемещения в результате теплового удлинения, а также возможности замены труб.

При лучевой разводке рекомендуется принимать для всех отопительных приборов трубопроводы одного диаметра.

Отопительные приборы поквартирных систем должны быть оборудованы автоматическими терморегуляторами. Они могут быть традиционными с клапанами RTR-N и устанавливаться на трубопроводах, входить в состав присоединительно-регулирующих гарнитур RTR-K, RTR 15/6TB и VHS или встраиваться заводами-изготовителями в конструкции отопительных приборов.

На клапаны терморегуляторов устанавливаются термостатические элементы.

При использовании электрических систем управления клапаны терморегуляторов RTR-N оснащаются термоэлектрическими приводами TWA-A. При этом регулирующие клапаны и приводы целесообразно размещать непосредственно на распределительных коллекторах квартир.

К разводящим трубопроводам квартиры отопительные приборы должны присоединяться через запорную арматуру: клапаны запорно-присоединительные типа RLV-K или RLV-KB; клапан запорный радиаторный RLV; запорные клапаны в конструкции присоединительно-регулирующих гарнитур RTR-K и VHS.

Часть устройств (RLV, RLV-K и VHS), кроме отключения локального прибора от трубопроводов, позволяют слить из него воду через шланг.

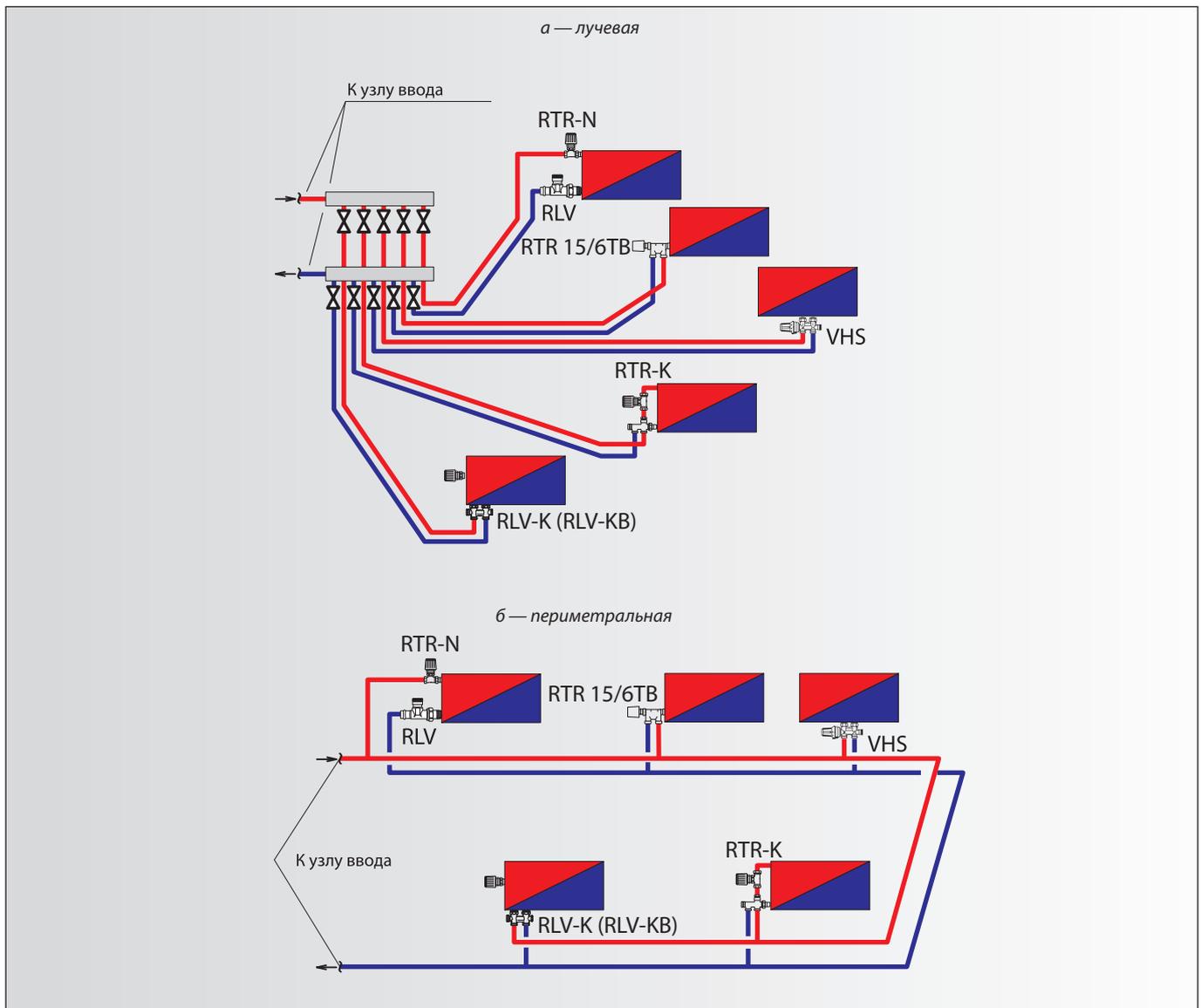


Рис. 41. Двухтрубная разводка квартирных трубопроводов.

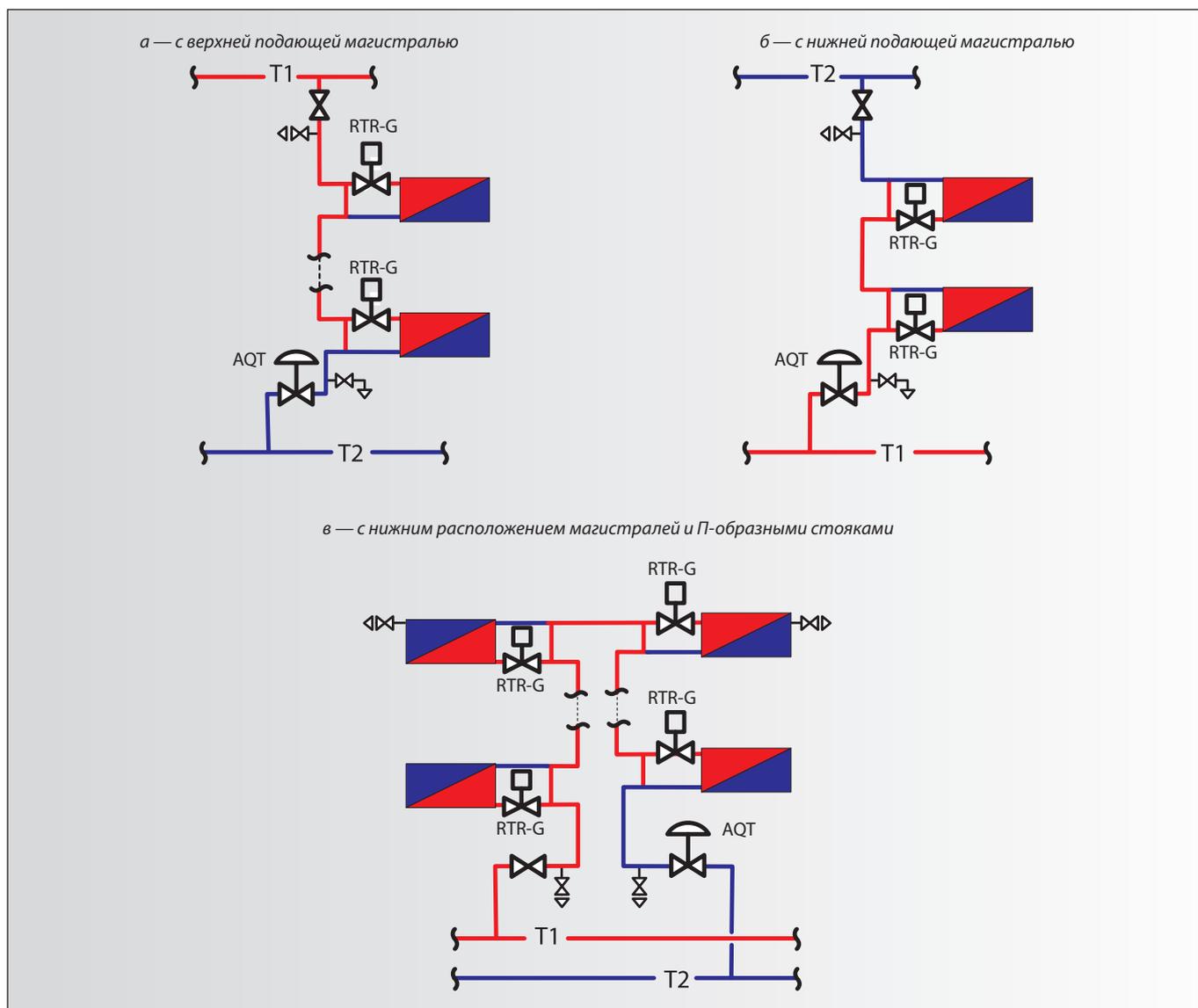


Рис. 42. Автоматизированная однотрубная вертикальная система отопления.

## 2.10. Однотрубные системы отопления

Широко распространенные в России однотрубные системы отопления также могут оснащаться радиаторными терморегуляторами с проходными регулирующими клапанами пониженного гидравлического сопротивления обычного исполнения RTR-G (стр. 12–13) при наличии в узле обвязки отопительного прибора байпаса (закрывающего участка) между трубными подводками.

Диаметр RTR-G, как правило, принимается по диаметру соединительных элементов отопительного прибора (патрубков или пробок), а диаметр закрывающего участка — на калибр меньше (табл. 23 на стр. 42). Для обеспечения наибольшего затекания воды в отопительный прибор целесообразно принимать диаметр подводок к прибору и калибр клапана терморегулятора равными 20 мм при диаметре закрывающего участка 15 мм.

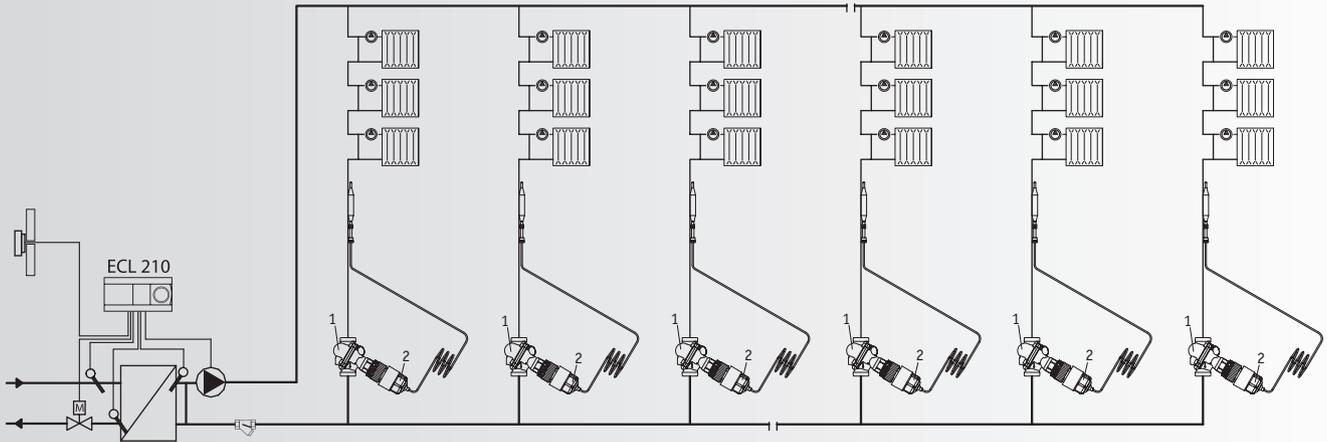
Для отключения и демонтажа отдельного отопительного прибора на его обратной подводке рекомендуется устанавливать полнопроходной шаровой кран. Применять в однотрубной системе клапан RLV не следует, так как он обладает некоторым гидравлическим сопротивлением (шаровой кран практически не имеет сопротивления), из-за чего снизится затекание теплоносителя в отопительный прибор и увеличится поверхность его нагрева.

На стояках однотрубных систем отопления должны предусматриваться запорно-спускная арматура и автоматические балансировочные клапаны AQT (рис. 42). Поддерживая в стояках системы постоянный расход теплоносителя, эти клапаны обеспечивают автоматическую гидравлическую балансировку стоков между собой.

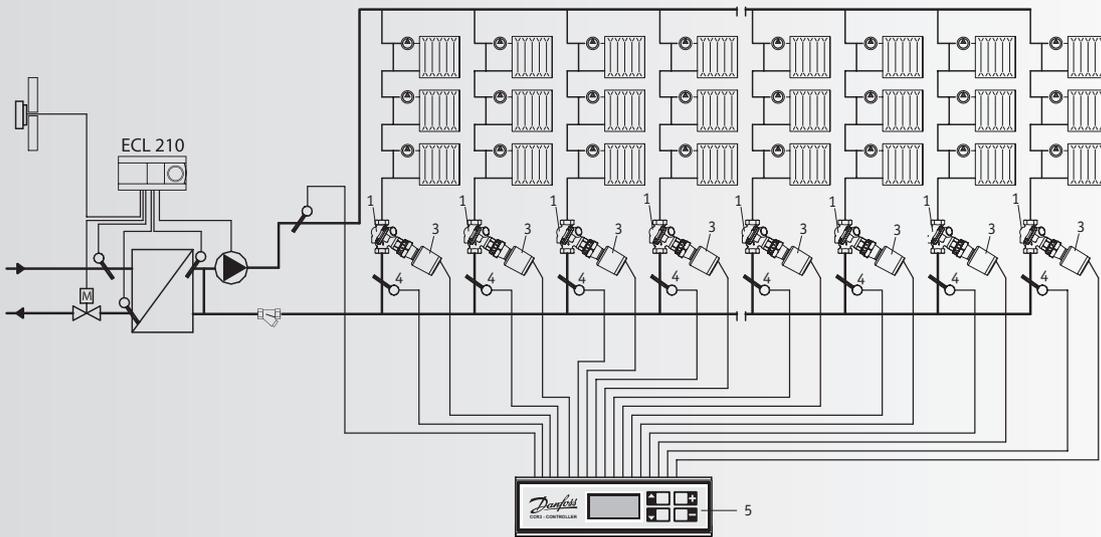
В однотрубной системе отопления при срабатывании терморегуляторов на отопительных приборах повышается температура теплоносителя в стояках. При этом имеют место перегрев воздуха в помещениях и перерасход тепловой энергии. Кроме того, завышение температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть системы централизованного теплоснабжения, снижает эффективность работы теплоэлектростанции.

Для энергосбережения и оптимизации работы систем централизованного теплоснабжения на стояках однотрубной системы отопления целесообразно устанавливать автоматические балансировочные клапаны AQT, дооснащенные термостатическими элементами QT (рис. 17 и 43, а), которые, таким образом, превращаются в регуляторы температуры прямого действия. Эти устройства поддерживают на задаваемом пониженном уровне температуру теплоносителя, выходящего из стояков системы, и ограничивают его расход в пределах расчетного значения.

а – с комбинированными балансировочными клапанами AQT + QT на стояках системы отопления



б – электронная система регулирования температуры теплоносителя на выходе из стояков системы отопления



- 1 – автоматический балансировочный клапан AQT;
- 2 – термоэлектрический элемент QT;
- 3 – термоэлектрический привод TWA-Q;
- 4 – температурный датчик ESM-11;
- 5 – контроллер CCR3

Рис. 43. Решения Danfoss по повышению энергоэффективности однотрубных систем отопления.

Для более существенной экономии тепловой энергии есть возможность с помощью электронной системы регулирования осуществлять поддержание температуры теплоносителя на выходе из однотрубных стояков системы отопления в соответствии с температурным отопительным графиком. Такая система (рис. 43 б) состоит из устанавливаемых на стояках балансировочных клапанов AQT (1) с нормально открытыми (при отсутствии напряжения) термоэлектрическими приводами TWA-Z (2) на 24 В пост. тока, датчиков температуры (3), например, ESM-11

и управляющего регулятора (контроллера) CCR3 (4). Подробнее с подобной электронной системой регулирования можно ознакомиться в специальной технической документации, предоставляемой ООО «Данфосс» по индивидуальным запросам.

Применение радиаторных терморегуляторов в однотрубной системе отопления требует обязательной автоматизации теплового ввода в здании для исключения завышения температуры теплоносителя, возвращаемого в теплотель.

## 3. Расчет автоматизированных систем отопления

### 3.1. Общие положения

Теплогидравлический расчет систем отопления заключается в выборе требуемых поверхностей отопительных приборов и диаметров трубопроводов для обеспечения расчетных температур воздуха в помещениях здания.

Принципы и методы расчета автоматизированных систем отопления несколько отличаются от традиционных. Применение средств автоматизации накладывает отпечаток на выбор исходных параметров системы и теплоносителя, требует учета не только расчетного режима работы системы отопления, но и его динамики. Расчет дополняется процессом определения настроек автоматических устройств, а проектная документация — его результатами.

Вместе с тем расчет автоматизированных систем может выполняться с меньшей точностью, так как приборы автоматики сами, без вмешательства человека, доведут параметры системы до нужных кондиций, причем не только в расчетном режиме, но и в любом текущем. В результате упрощается процесс проектирования систем и сокращается время на выполнение проекта. Мало того, автоматика позволяет нивелировать возможные в процессе проектирования и монтажа систем ошибки, а качество систем повышается.

Теплогидравлический расчет автоматизированных систем с применением автоматических устройств Danoss рекомендуется выполнять с применением компьютеров по программе Danfoss CAD, представляемой компанией «Данфосс» бесплатно. Небольшие системы отопления легко рассчитать и вручную — без потерь времени и качества.

### 3.2. Тепловой расчет

Определение поверхности нагрева отопительных приборов производится обычными способами с обязательным учетом остывания теплоносителя в неизолированных стояках систем, которое в многоэтажных зданиях весьма существенно. Так, в стояках двухтрубных систем отопления зданий повышенной этажности (более 10 этажей) теплоноситель может остывать при его движении от первого до последнего этажа на 10–15 °С.

В расчетах требуемой поверхности нагрева отопительных приборов однотрубных систем участвует коэффициент затекания  $\alpha$  (отношение расхода теплоносителя, затекающего в прибор, к общему расходу в стояке). При установке перед отопительными приборами терморегуляторов следует иметь в виду, что коэффициенты затекания  $\alpha$  становятся значительно ниже, чем при использовании традиционной ручной регулирующей арматуры (например, 0,3 по сравнению с 0,5).

Коэффициент затекания  $\alpha$  определяется в ходе гидравлического расчета однотрубной системы отопления (см. ниже).

### 3.3. Гидравлический расчет

Цель гидравлического расчета любой системы отопления — гидравлическая балансировка («увязка») трубопроводной сети для расчетного распределения теплоносителя по всем отопительным приборам системы.

В отличие от расчета традиционных систем «увязка» гидравлических сопротивлений отдельных колец автоматизированной системы производится в основном за счет выбора калибра

и настроек автоматических устройств с учетом сопротивления трубопроводов заданных или назначенных диаметров.

Определение сопротивления трубопроводов системы отопления и ее элементов может выполняться с использованием известных таблиц для гидравлического расчета — как суммы  $(RL + Z)$ .

Однако, учитывая возможность проведения расчета автоматизированной системы с меньшей точностью, удобнее пользоваться характеристиками гидравлического сопротивления отдельных ее элементов  $(S \cdot 10^4)$  в Па/(кг/ч)<sup>2</sup>. Эта величина соответствует потере давления (Па) при расходе воды через элемент сети, равном 100 кг/ч.

При фактическом расчетном расходе воды потеря давления в элементе трубопроводной сети с заданной характеристикой гидравлического сопротивления рассчитывается по формуле:

$$\Delta P = (S \cdot 10^4) \cdot \left( \frac{G}{100} \right)^2, \quad (2)$$

где  $\Delta P$  — потеря давления, Па;

$(S \cdot 10^4)$  — характеристика гидравлического сопротивления, Па/(кг/ч)<sup>2</sup>;

$G$  — расчетный расход воды, кг/ч.

При последовательном соединении  $N$  элементов сети ее общая характеристика гидравлического сопротивления  $\Sigma(S \cdot 10^4)$  равна:

$$\Sigma(S \cdot 10^4) = (S \cdot 10^4)_1 + (S \cdot 10^4)_2 + \dots + (S \cdot 10^4)_N. \quad (3)$$

При параллельном соединении общая характеристика гидравлического сопротивления  $\Sigma(S \cdot 10^4)$  определяется по формуле:

$$\frac{1}{\sqrt{\Sigma(S \cdot 10^4)}} = \frac{1}{\sqrt{\Sigma(S \cdot 10^4)_1}} + \frac{1}{\sqrt{\Sigma(S \cdot 10^4)_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{\Sigma(S \cdot 10^4)_N}}. \quad (4)$$

Характеристики гидравлического сопротивления обычно принимаются по справочной литературе, а также могут быть вычислены с использованием данных, приведенных в приложении 3 (стр. 55).

При этом характеристика сопротивления элемента трубопроводной сети будет равна:

– участка трубы длиной  $L$ , м, —  $(S \cdot 10^4)_{\text{тр.}} = L \cdot (S \cdot 10^4)_{L=1 \text{ м}}$ ;

– устройства с коэффициентом его местного сопротивления  $\zeta$  —  $(S \cdot 10^4)_{\zeta} = \zeta \cdot (S \cdot 10^4)_{\zeta=1}$ .

В современной практике гидравлический расчет трубопроводных сетей принято выполнять с использованием величин условной пропускной способности ее элементов  $K_v$  в (м<sup>3</sup>/ч)/бар<sup>0,5</sup>.

**Примечание.** Для сокращения написания единица измерения  $K_v$  обозначается как м<sup>3</sup>/ч.

Условная пропускная способность  $K_v$  соответствует расходу воды через элемент сети в м<sup>3</sup>/ч при перепаде давлений на нем в 1 бар (рис. 44).

Реальная потеря давления  $\Delta P$  при расчетном расходе воды через элемент трубопроводной сети и его заданной пропускной способности рассчитывается по формуле:

$$\Delta P = \left( \frac{G}{K_v} \right)^2, \quad (5)$$

где  $\Delta P$  — потеря давления в бар;

$K_v$  — пропускная способность в м<sup>3</sup>/ч;

$G$  — расчетный расход воды в м<sup>3</sup>/ч.

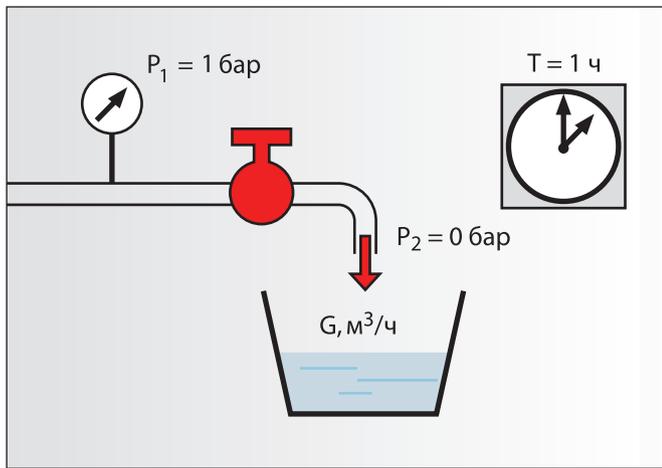


Рис. 44. Условная пропускная способность элемента.

При параллельном соединении N элементов сети ее общая пропускная способность  $K_v$  равна:

$$\Sigma K_v = K_{v1} + K_{v2} + \dots + K_{vN} \quad (6)$$

При последовательном соединении общая пропускная способность  $K_v$  определяется по формуле:

$$\frac{1}{\Sigma K_v^2} = \frac{1}{K_{v1}^2} + \frac{1}{K_{v2}^2} + \dots + \frac{1}{K_{vN}^2} \quad (7)$$

Учитывая сложность зависимостей (4) и (7), при сложении последовательно соединенных элементов трубопроводной сети целесообразно оперировать величинами  $(S \cdot 10^4)$ , а при сложении параллельных элементов — значениями  $K_v$ .

Для перевода одной величины в другую можно использовать следующие зависимости:

$$K_v = \sqrt{\frac{1000}{S \cdot 10^4}} \quad (8)$$

или

$$(S \cdot 10^4) = \frac{1000}{K_v^2} \quad (9)$$

### Расчет двухтрубных систем отопления с радиаторными терморегуляторами

Гидравлический расчет двухтрубной системы отопления с терморегуляторами заключается в увязке потерь давления в параллельных циркуляционных кольцах относительно точки со стабилизированным располагаемым напором.

Такой точкой могут быть:

- выход общих трубопроводов из теплового пункта или индивидуальной котельной, если между этой точкой и радиаторными терморегуляторами отсутствуют другие автоматические регулирующие устройства;
- отдельные ветви системы отопления после предусмотренных на них общих для ряда стояков регуляторов перепада давлений;
- хвостовые участки двухтрубного стояка, где установленный автоматический балансировочный клапан поддерживает постоянный перепад давлений;
- коллекторы поквартирной системы отопления, где перед ними присутствует автоматический балансировочный клапан.

Гидравлическая увязка колец осуществляется путем расчета требуемого для этого сопротивления клапана терморегулятора RTR-N и затем выбора индекса его настройки по величине

необходимой пропускной способности, определенной с использованием формулы (5).

### Пример

Даны два параллельно присоединенных к коллектору поквартирной системы отопления радиатора № 1 и № 2 с терморегуляторами RTR-N15 (рис. 45).

Между коллекторами автоматическим балансировочным клапаном поддерживается постоянный перепад давлений  $\Delta P_k = 15\,000$  Па. Гидравлическое сопротивление радиатора № 1 и трубопроводов к нему  $\Delta P_1 = 3\,000$  Па при расчетном расходе теплоносителя  $G_1 = 35$  кг/ч ( $0,035$  м³/ч), а радиатора № 2 с трубопроводами —  $\Delta P_2 = 1\,000$  Па при расходе  $G_2 = 65$  кг/ч ( $0,065$  м³/ч).

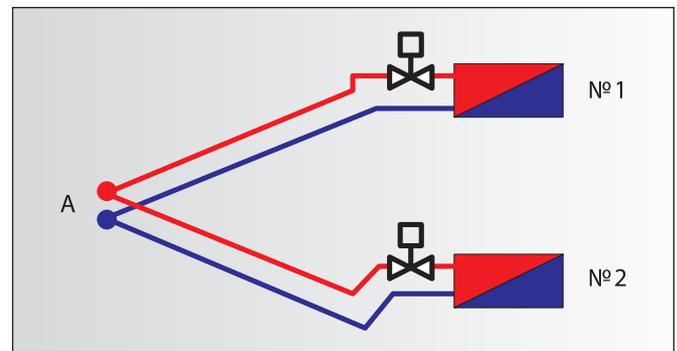


Рис. 45. Два радиатора, параллельно присоединенных к коллектору поквартирной системы отопления.

Необходимо определить настройки терморегуляторов для увязки данных колец.

### Решение

1. Рассчитываем требуемое сопротивление клапанов терморегуляторов:

$$\Delta P_{RTR1} = \Delta P_k - \Delta P_1 = 15\,000 - 3\,000 = 12\,000 \text{ Па (0,12 бар)},$$

$$\Delta P_{RTR2} = \Delta P_k - \Delta P_2 = 15\,000 - 1\,000 = 14\,000 \text{ Па (0,14 бар)}.$$

2. Определяем необходимую пропускную способность клапанов, используя формулу (5):

$$K_{v1} = \frac{0,035}{\sqrt{0,12}} = 0,1 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$K_{v2} = \frac{0,065}{\sqrt{0,14}} = 0,17 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Из табл. 3 (стр. 12) находим индексы настройки клапанов терморегуляторов RA-N15:

$$N_1 = 3,$$

$$N_2 = 4.$$

Настройки также могут быть найдены по номограммам каталога [15] по значениям расчетного расхода и требуемой потере давления в клапане без расчета  $K_v$ .

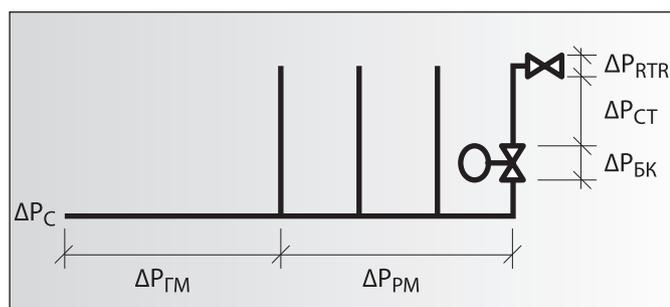
При выборе настройки необходимо принимать ближайшее большее значение. Клапаны терморегуляторов RTR-N дают возможность устанавливать среднюю величину между целыми значениями настроек, например: 3,5, 5,5 и др.

Не следует принимать индексы настройки RTR-N менее 3 из-за опасности засорения клапанов. Для отдельных терморегуляторов в системе отопления с «низкими» значениями настроек допускается принять настройку 3. Если при расчете системы большинство клапанов оказались с настройками менее 3,

необходимо снизить перепад давлений на них с учетом минимально допустимых значений либо увеличить расход теплоносителя в системе путем изменения перепада его температур. При гарантированной чистоте теплоносителя (например, в небольших системах отопления при независимом присоединении к тепловой сети) можно принимать любые значения настроек.

Увязка стояков системы отопления между собой расчетом не производится, а выполняется автоматическими балансировочными клапанами в процессе их работы.

Главное, что требуется выполнить в начале гидравлического расчета двухтрубной системы отопления, — это задать перепадами давлений на отдельных ее элементах (клапанах терморегуляторов балансировочных клапанах, трубопроводах) и определить требуемый напор для всей системы на основе нижеследующих положений (рис. 46).



**Рис. 46.** Схема распределения потерь давления в элементах вертикальной двухтрубной системы отопления.

### Вертикальная двухтрубная система

1. Потеря давления в клапане терморегулятора  $\Delta P$  вертикальной системы должна быть не менее  $2 \cdot \Delta P_e$  и лежать в диапазоне от 10 000 до 25 000 Па. Максимальное гравитационное (естественное) давление  $\Delta P_e$  в Па может быть рассчитано по формуле:

$$\Delta P_e = H \cdot \Delta P_{e1m} \quad (10)$$

где  $H$  — высота расположения самого верхнего отопительного прибора над нижними разводящими трубопроводами системы в м;

$\Delta P_{e1m}$  — естественное давление при высоте расположения прибора, равной 1 м, в Па, которое может быть принято по табл. 18.

Ограничение  $\Delta P_{RTR} \geq 2 \cdot \Delta P_e$  гарантирует гидравлическую устойчивость системы отопления даже при бездействии или отсутствии термостатических элементов на клапанах терморегуляторов.

Нижняя граница  $\Delta P_{RTR} = 10\,000$  Па обеспечивает работу терморегуляторов в оптимальном режиме, а верхняя  $\Delta P_{RTR} = 25\,000$  Па — их бесшумную работу при возможном увеличении гравитационного давления от среднего значения, учитываемого при расчете системы отопления, до максимальной величины.

В исключительных случаях нижний предел потери давления в клапане терморегулятора может быть снижен до 7000 Па. При невозможности обеспечить указанное требование следует изменить параметры теплоносителя в системе отопления.

Если в системе отопления стояки разной высоты, то рекомендуется принимать одинаковую минимальную потерю давления во всех клапанах терморегуляторов на уровне, который диктует наиболее высокорасположенный отопительный прибор системы.

2. Рекомендуется потери давления в межэтажных участках стояка  $\Delta P_{CT}$  высотой  $h$ , м, приближать к величине  $0,4 \cdot h \cdot \Delta P_{e1m}$  и при этом условии выбирать их диаметр.

В этом случае гравитационное давление в расчете не участвует, так как компенсируется сопротивлением стояка и настройки клапанов терморегуляторов по разным этажам у отопительных приборов с равными нагрузками могут стать одинаковыми, что удобно при наладке системы.

3. Потери давления в балансировочных клапанах должны быть равны:

- в ручном клапане CNT  $\Delta P_{РБК} \geq 3000$  Па;
- в автоматическом клапане АРТ  $\Delta P_{АБК}$  — не менее принятой потери давления в клапане терморегулятора ( $\Delta P_{АБК} \geq \Delta P_{RA}$ ), но не менее 10 000 Па.

4. Соотношение потерь давления в разводящей магистрали и стояке:

$$\Delta P_{PM} / (\Delta P_{RA} + \Delta P_{CT} + \Delta P_{БК}) = 0,3/0,7.$$

5. Гидравлическое сопротивление головной магистрали системы  $\Delta P_{ГМ}$ , Па:

$$\Delta P_{ГМ} = (100-150) \cdot \Sigma L,$$

где  $\Sigma L$  — суммарная длина подающего и обратного трубопроводов в м.

В табл. 19 приведен ориентировочный располагаемый напор для автоматизированной вертикальной двухтрубной системы отопления жилого здания (без учета потерь давления в головной магистрали от ввода до первого стояка и запаса) при расчетных температурах теплоносителя 95/70 °С.

Диаметры разводящих магистральных трубопроводов и стояков могут быть приняты при скорости движения теплоносителя в них  $v = 0,25-0,8$  м.

### Горизонтальная двухтрубная (поквартирная) система отопления

При проектировании поквартирных систем отопления необходимо подобрать оборудование для узлов ввода, выбрать настройки автоматических регуляторов, рассчитать требуемые перепады давлений в точках присоединения узлов к магистральным трубопроводам (стоякам) здания.

Выбор диаметра автоматического балансировочного клапана АРТ и расходомера теплосчетчика следует выполнять исходя из потерь давления в каждом из них в пределах 5 кПа. Для этого можно использовать данные табл. 20 и 21. Диаметры труб и арматуры (шаровых кранов и фильтров) узлов ввода рекомендуется принимать по диаметру автоматического балансировочного клапана, но не менее 20 мм (условный проход расходомера теплосчетчика может быть на калибр меньше).

Минимально необходимый перепад давлений в магистральных трубопроводах перед квартирным узлом ввода складывается из гидравлических сопротивлений его элементов и поддерживаемого автоматическим балансировочным клапаном АРТ перепада на системе отопления квартиры. При этом перепад давлений на самом АРТ в расчетном режиме принимается равным 15 кПа. В этом случае клапан будет иметь  $K_v = 0,6 \cdot K_{vs}$ , находясь в закрытом положении, что позволит поддерживать им перепад давлений на квартирной системе отопления с точностью 5%. Излишние напоры на близлежащих к тепловому пункту квартирных системах «срезаются» балансировочными клапанами в режиме их автоматической работы. Фактические сопротивления шаровых кранов, фильтра и расходомера теплосчетчика могут быть

**Таблица 18.** Значения  $\Delta P_{e1M}$  при различных параметрах теплоносителя

$t_1 - t_2$	95/70	90/70	85/70	85/65	85/60	80/70	80/65	80/60
$\Delta P_{e1M}$ , Па	159	122	90	117	143	59	86	112

**Таблица 19.** Ориентировочный располагаемый напор для однозонной вертикальной двухтрубной системы отопления с терморегуляторами и автоматическими балансировочными клапанами (без учета сопротивления головной магистрали)

Количество этажей (высота здания $h$ , м)	$\leq 10$ ( $\leq 30$ )	11–15 (33–45)	16–20 (48–60)	>20 (>60)
$(\Delta P_C - \Delta P_{ГМ})$ , Па	29 000	43 000	57 000	72 000

рассчитаны с использованием формул приложения 4 при  $K_{vs}$  устройств, взятых из приложения 1.

Для обеспечения на терморегуляторах отопительных приборов перепада давлений около 10 кПа балансировочные клапаны АРТ должны быть настроены на поддержание одинакового для всех квартирных систем перепада давлений на уровне: 15 кПа — при устройстве индивидуальных узлов ввода и 20 кПа — при групповых узлах.

Гидравлическая увязка циркуляционных колец отопительных приборов квартиры между собой осуществляется выбором настройки клапанов радиаторных терморегуляторов. При перепаде давления на клапане терморегулятора RTR-N 8 или 10 кПа его настройка может быть выполнена с использованием приложения 2.

Применение индивидуальных узлов ввода полной заводской готовности в составе шкафов ШКСО-1 (стр. 32–33) с установленным в них автоматическим балансировочным клапаном АВ-РМ требует иного подхода к проектированию поквартирных систем отопления.

Оборудование шкафа ШКСО-1 унифицировано, и поэтому нет необходимости в его подборе. Оно может надежно функционировать при общем расчетном расходе теплоносителя в квартирной системе от 40 до 780 кг/ч.

Выбор модификации шкафа (В1, В4 или В7) производится в зависимости от вида разводки трубопроводов и количества подключаемых к нему отопительных приборов. Шкаф ШКСО-1 В1 следует использовать при периметральной разводке трубопроводов в квартире вне зависимости от количества отопительных приборов, а шкафы В4 и В7 — при лучевой разводке. Модификацию шкафа В4 рекомендуется применять при числе отопительных приборов в квартире от 2 до 4, а В7 — при количестве приборов от 5 до 7. Исполнение шкафа может быть правым (присоединительные штуцеры справа) и левым (присоединительные штуцеры слева). Его выбор определяется взаимным расположением стояка системы отопления и квартиры.

Гидравлический расчет системы отопления при использовании шкафов ШКСО-1 сводится к выбору настроек автоматических балансировочных клапанов АВ-РМ в квартирных узлах ввода, расчету перепада давлений на терморегуляторах отопительных приборов и определению минимально необходимой разности давлений в точках присоединения узлов к магистральным трубопроводам (стоякам) здания.

Настройка АВ-РМ устанавливает расчетный расход теплоносителя в квартирной системе отопления при заданном перепаде давлений между распределительными коллекторами шкафа ШКСО-1. Настройку следует выбирать по табл. 22 в диапазоне от 30 до 80 % при перепаде давлений между коллекторами  $\Delta P_{рк}$  от 10 до 18 кПа. Принимать настройку вне рекомендуемых диапазонов допускается, если расчетный расход оказывается за пределами выделенной в таблице зоны.

Перепады давлений на терморегуляторах определяются с учетом потерь давления в элементах циркуляционных колец отопительных приборов (запорных вентилях коллекторов, трубопроводов и пр.). При этом потерю давления в двух запорных вентилях коллекторов следует рассчитывать исходя из их суммарной пропускной способности, равной 1,2 м<sup>3</sup>/ч.

Требуемая минимальная разность давлений в трубопроводной сети системы отопления здания  $\Delta P_{кв}$  перед шкафами ШКСО-1 складывается из:

- принятого перепада давлений на распределительных коллекторах (см. выше);
- минимально необходимого перепада давлений на автоматическом балансировочном клапане АВ-РМ, равном 16 кПа;
- потерь давления во входном и выходном шаровых кранах, фильтре и расходомере теплосчетчика, суммарная пропускная способность которых составляет 5,38 м<sup>3</sup>/ч.

Трубопроводы внутри квартиры следует выбирать при скорости движения теплоносителя от 0,15 до 0,5 м/с. При лучевой разводке рекомендуется принимать трубопроводы одного диаметра для всех отопительных приборов по наибольшей нагрузке.

**Таблица 20.** Выбор условного прохода балансировочных клапанов АРТ, CDT, CNT и MNT<sup>1</sup>

DN клапана, мм	15	20	25	32	40	50
Расчетный расход теплоносителя, кг/ч	До 360	360–560	561–900	901–1410	1411–2240	2241–4480

<sup>1</sup> АРТ и CDT — DN = 15–50 мм, CNT и MNT — DN = 15–25 мм.

**Таблица 21.** Предельный расход теплоносителя через расходомер квартирного теплосчетчика

Тип счетчика	Предельный расход теплоносителя $G_{пред}$ , кг/ч, для расходомера с DN/ $G_{ном}$		
	15/0,6	15/1,5	20/2,5

### Порядок расчета настроек клапанов в узле TDU.5

Расчет настроек узла TDU.5 требует несколько больших усилий, чем ШКСО-1. Для получения требуемых данных:

- определяется квартирная система отопления с наибольшим гидравлическим сопротивлением
- рассчитывается общее сопротивление узла с учетом квартирной системы отопления. Данное значение гидравлических потерь является настроечным значением перепада давления на балансировочном клапане АРТ:

$$\Delta P_{\text{настр}} = \Delta P_{\text{оцк}} + \Delta P_{\text{к.БК}} + 2 \cdot \Delta P_{\text{шк}} + \Delta P_{\text{ТС}} + \Delta P_{\text{CNT}}$$

где  $\Delta P_{\text{оцк}}$  — потери давления в квартирной системе отопления;

$\Delta P_{\text{к.БК}}$  — потери давления на квартирном балансировочном клапане;

$\Delta P_{\text{шк}}$  — потери давления на шаровых кранах;

$\Delta P_{\text{ТС}}$  — потери давления на теплосчетчике;

$\Delta P_{\text{CNT}}$  — потери давления на клапане CNT.

Аналогично рассчитывается сопротивление каждой квартирной системы, невязка компенсируется за счет настройки квартирного балансировочного клапана.

Настройка производится путем установки расчетного значения поддерживаемого перепада давлений на автоматическом балансировочном клапане АРТ при номинальном значении расхода теплоносителя в квартирных системах отопления.

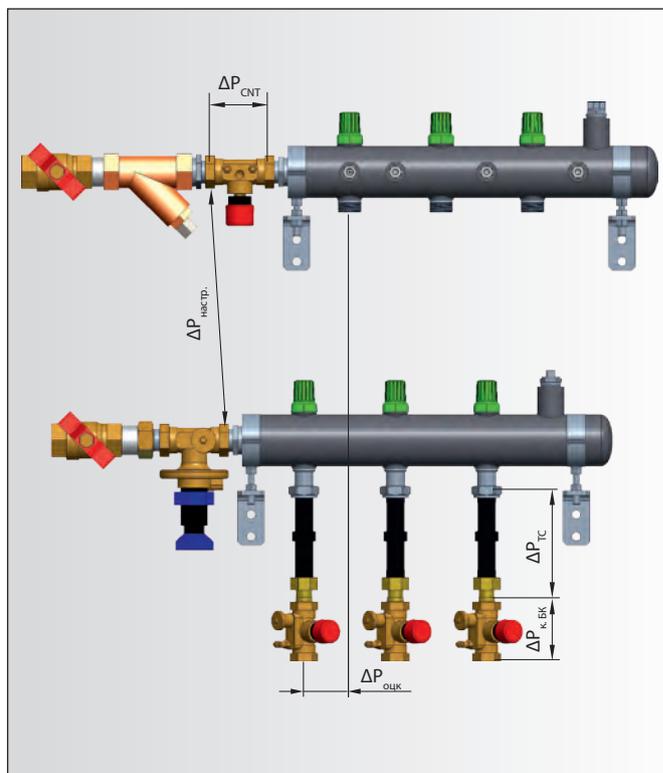


Таблица 22. Для выбора настройки балансировочных клапанов шкафа ШКСО-1

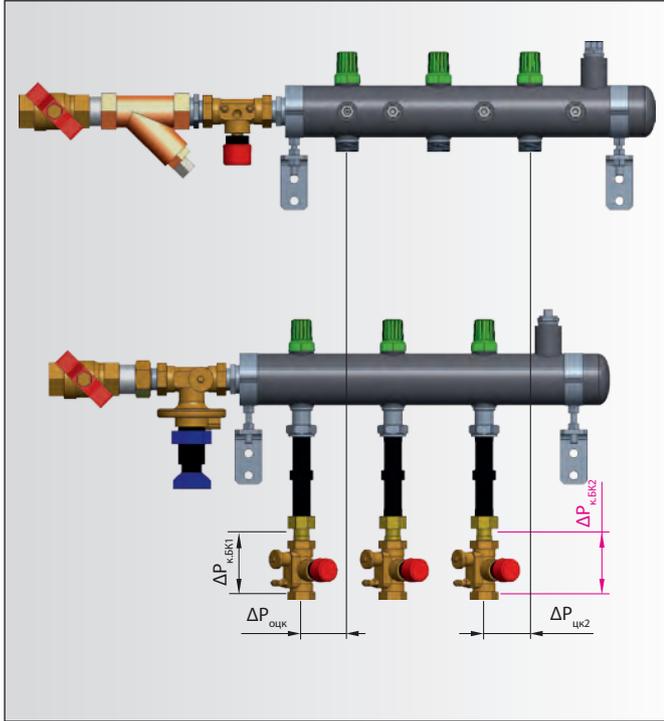
Поддерживаемый перепад давления между распределительными коллекторами $\Delta P_{рк}$ , кПа	Расчетный расход теплоносителя G, кг/ч, при настройке клапана в %								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5	155	235	310	390	470	545	625	700	780
6	150	225	300	375	450	525	600	675	750
7	140	215	285	355	425	495	570	640	710
8	135	205	270	340	405	475	540	610	675
9	125	190	255	320	380	445	510	570	635
10	120	180	240	300	360	420	480	540	600
11	110	165	220	275	330	385	440	495	550
12	100	155	205	255	305	355	408	460	510
13	95	140	185	235	280	325	370	420	465
14	85	125	165	210	250	290	330	375	415
15	75	110	150	185	220	260	295	335	370
16	65	95	130	160	190	225	255	290	320
17	50	80	105	130	155	180	210	235	260
18	40	60	80	100	120	140	160	180	200

**Настройка квартирных балансировочных клапанов.**

Для определения настройки квартирного балансировочного клапана необходимо знать расход через клапан  $G$  и потери давления на клапане  $\Delta P_{к.БК}$ .

В основном циркуляционном кольце (ОЦК) потери на клапане принимаются равными  $\Delta P_{к.БК} = 3$  кПа. Для остальных циркуляционных колец необходимо определить невязку по потерям давления относительно ОЦК и принять потери давления на клапане равными величине невязки.

$$\Delta P_{к.БК2} = \Delta P_{ОЦК} + \Delta P_{к.БК1} - \Delta P_{ЦК2}$$



**Расчет однотрубных систем отопления с радиаторными терморегуляторами**

Теплогидравлический расчет однотрубных систем водяного отопления с радиаторными терморегуляторами традиционен и зависит только от гидравлического сопротивления этих устройств.

Гидравлические характеристики клапанов терморегуляторов влияют на коэффициент затекания воды в отопительный прибор системы с замыкающими участками (байпасами) и, следовательно, на необходимую его поверхность, а также определяют гидравлическое сопротивление трубного узла прибора.

Коэффициент затекания  $\alpha$  без учета гравитационного давления в малом циркуляционном кольце (чем можно пренебречь при больших расходах теплоносителя через стояк) рассчитывается по формулам:

а) через характеристики гидравлического сопротивления:

$$\alpha = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{(S \cdot 10^4)_{оп}}{(S \cdot 10^4)_{з\у}}}}, \tag{11}$$

где  $(S \cdot 10^4)_{оп}$  — суммарная характеристика гидравлического сопротивления подводов, клапана терморегулятора и отопительного прибора, Па/(кг/ч)<sup>2</sup>, при расходе теплоносителя через стояк  $G_{ст.} = 100$  кг/ч;  
 $(S \cdot 10^4)_{з\у}$  — то же, замыкающего участка в Па/(кг/ч)<sup>2</sup>;

б) через пропускную способность:

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{K_{v\з\у}}{K_{vоп}}} \tag{12}$$

где  $K_{vоп}$  — суммарная пропускная способность подводов, клапана терморегулятора и отопительного прибора в м<sup>3</sup>/ч;

$K_{v\з\у}$  — то же, замыкающего участка в м<sup>3</sup>/ч.

Общая характеристика гидравлического сопротивления узла отопительного прибора  $(S \cdot 10^4)_{узл.}$  может быть рассчитана с использованием формулы (4), или общая пропускная способность  $K_{узл.}$  — по формуле (6).

Коэффициент затекания и общая характеристика гидравлического сопротивления узла отопительного прибора незначительно зависят от типа отопительного прибора и его длины. Поэтому для стандартных сочетаний диаметров подводов к прибору и замыкающего участка из стальных труб значения  $\alpha$  и характеристики гидравлического сопротивления всего этажестояка  $(S \cdot 10^4)_{э-ст}$  при его высоте 3 м и усредненном отопительном приборе до проведения уточняющих испытаний с достаточной для практики точностью можно принимать из табл. 23.

Для обеспечения гидравлической устойчивости однотрубной системы отопления потеря давления в стояках или горизонтальных ветвях должна быть не менее 70% располагаемого напора для всей системы без учета потери в головном трубопроводе.

В однотрубных системах отопления балансировочные клапаны типа АQT принимаются к установке также по диаметру стояка. При этом следует проверять, чтобы расчетный расход теплоносителя через стояки, на которых они установлены, лежал в диапазоне, указанных в табл. 11 (стр. 17).

При выборе клапана АQT в комбинации с термоэлементом QT необходимо, чтобы расчетный расход теплоносителя через клапан находился в диапазоне 30–70% от максимального значения.

При определении располагаемого давления для однотрубной системы отопления с балансировочными клапанами АQT следует иметь в виду, что минимальный перепад давлений на них должен составлять:

- 18 000 Па — для клапанов DN = 15–20 мм,
- 22 000 Па — для клапанов DN = 25–32 мм.

Ориентировочно требуемое располагаемое давление для однотрубной системы отопления с балансировочными клапанами АQT может быть определено по формулам:

а) при стояках 15 и 20 мм:

$$\Delta P_{co} = 140 \cdot L + 25700 + 1,43 \cdot n \cdot (S \cdot 10^4)_{э-ст.} \cdot \left(\frac{G}{100}\right)^2 \tag{13}$$

б) при стояках 25 и 32 мм:

$$\Delta P_{co} = 140 \cdot L + 31500 + 1,43 \cdot n \cdot (S \cdot 10^4)_{э-ст.} \cdot \left(\frac{G}{100}\right)^2 \tag{14}$$

В формулах (13) и (14):

$\Delta P_{co}$  — располагаемое давление для системы, Па;

$L$  — суммарная длина трубопроводов головной магистрали, м;

$n$  — число этажестояков;

$(S \cdot 10^4)_{э-ст.}$  — характеристика гидравлического сопротивления этажестояка с соответствующими диаметрами его элементов, Па, из табл. 23;

$G$  — расчетный расход теплоносителя через самый дальний, высокий и наиболее нагруженный стояк, кг/ч.

**Таблица 23.** Коэффициент затекания  $\alpha$  и характеристика гидравлического сопротивления этажестояка  $(S \cdot 10^4)_{\text{Э-СТ}}$  высотой 3 м<sup>1</sup> с прямым клапаном терморегулятора RTR-G

Эскиз этажестояка	Диаметры трубопроводов d, мм			Коэффициент $\alpha$ (в числителе) и $(S \cdot 10^4)_{\text{Э-СТ}}$ (в знаменателе), Па/(кг/ч) <sup>2</sup> , в зависимости от длины замыкающего участка h, м			
	$d_{\text{СТ}}$	$d_{\text{ЗУ}}$	$d_{\text{п}}$ и RTR-G	0,08	0,15	0,3	0,5
	15	10	15	—	—	$\frac{0,28}{147,60}$	$\frac{0,30}{175,20}$
		15	15	—	—	$\frac{0,20}{146,90}$	$\frac{0,21}{143,70}$
		15	20	$\frac{0,23}{147,70}$	$\frac{0,24}{146,50}$	$\frac{0,25}{143,30}$	$\frac{0,26}{139,30}$
	20	15	15	—	—	$\frac{0,20}{51,10}$	$\frac{0,21}{53,00}$
		15	20	$\frac{0,23}{46,20}$	$\frac{0,24}{46,80}$	$\frac{0,25}{47,50}$	$\frac{0,26}{48,70}$
	25	15	20	$\frac{0,23}{27,80}$	$\frac{0,24}{28,80}$	$\frac{0,25}{30,30}$	$\frac{0,26}{32,70}$

<sup>1</sup> При высоте этажестояка, отличной от 3 м  $(S \cdot 10^4)_{\text{Э-СТ}}$ , может быть скорректирована с учетом характеристики гидравлического сопротивления 1 м трубы, взятой из приложения 3 (стр. 55).

# Монтаж и наладка автоматизированных систем отопления

Автоматизированные системы отопления не требуют сложной приборной наладки.

Вся наладка систем, выполненных в соответствии с проектом, сводится к следующему:

**1.** Установка преднастроек клапанов радиаторных терморегуляторов на рассчитанные и указанные в проекте значения пропускной способности (индексы настройки).

Настройка производится без применения какого-либо инструмента путем поворота настроечной коронки до совмещения цифрового индекса на ней с меткой, высверленной на корпусе клапана. От постороннего вмешательства настройка скрывается под устанавливаемым на клапан термостатическим элементом.

**2.** Настройка автоматического балансировочного клапана АРТ в двухтрубной системе отопления на требуемый перепад давлений. При поставке с завода-изготовителя АРТ настроен на перепад давлений 10 кПа.

Для настройки используется шестигранный штифтовой ключ. Предварительно клапан должен быть полностью открыт вращением его рукоятки против часовой стрелки. Затем вставляют ключ в отверстие штока и вращают его по часовой стрелке до упора, после чего вновь отворачивают ключ против часовой стрелки на количество оборотов, соответствующее необходимому регулируемому перепаду давлений (табл. 11 на стр. 17). Так, для настройки клапана АРТ с диапазоном настройки 0,05–0,25 бар на перепад давлений в 15 кПа ключ должен быть повернут на 10 оборотов, а для настройки на 20 кПа — на 5 оборотов.

**3.** Проверка по показаниям квартирных теплосчетчиков соответствия фактических расходов через квартирные системы отопления расчетным значениям. При необходимости уменьшение расхода производится с помощью ручного балансировочного клапана CNT или MNT. Перед проведением данной процедуры должны быть выполнены настройки по п.п. 1 и 2.

**4.** Настройка автоматического балансировочного клапана АQT в однотрубной системе отопления на расчетный расход через стояк и клапана АВ-PM в поквартирной системе на расчетный расход и перепад давлений между разделительными коллекторами.

Настройка производится поворотом вручную настроенного кольца клапана АQT или АВ-PM до совмещения значения расхода, выраженного в процентах (%), от максимального расхода через клапан принятого диаметра (табл. 11) с красной меткой на шейке клапана.

Температура настройки термостатического элемента QT зависит от множества факторов:

- количества отопительных приборов на стояке однотрубной системы отопления;
- величины эпизодических теплопоступлений в помещение;
- расчетного расхода теплоносителя через стояк (настройки балансировочного клапана АQT);
- теплоаккумулирующей способности ограждающих конструкций здания и др.

В этой связи настройка должна производиться в процессе наладки и эксплуатации системы отопления. Ориентировочные значения температуры настройки QT могут определяться по методике Danfoss, представленной в каталоге [14].

*Для корректного проведения всех настроек в проектной документации должны быть отражены:*

- значения настроек пропускной способности клапанов радиаторных терморегуляторов для двухтрубных систем отопления;
- расчетный расход теплоносителя в стояках однотрубных систем, поддерживаемый автоматическими балансировочными клапанами АQT;
- расчетный расход теплоносителя для каждой квартиры при поквартирной системе отопления;
- регулируемый перепад давлений, который должны поддерживать автоматические балансировочные клапаны АРТ.

## Местное регулирование

В тепловом пункте здания при централизованном теплоснабжении или в котельной при местном (индивидуальном) источнике теплоты необходимо предусматривать автоматическую погодную коррекцию температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления в случае:

- если для системы отопления требуется снижение температуры теплоносителя, подаваемого от источника теплоснабжения;
- если изменения параметров не требуется, но тепловая мощность системы более 50 кВт. При мощности системы отопления до 50 кВт допускается не предусматривать погодную коррекцию температуры теплоносителя;
- когда система приготовления теплоносителя оборудована приборами программирования подачи теплоты на отопление по часам суток и дням недели.

Схема комплексной автоматизации системы отопления (двухтрубной) приведена на рис. 1 (стр. 7), а устройство теплового пункта — на рис. 47.



Рис. 47. Автоматизированный тепловой пункт.

Присоединение автоматизированной системы отопления к тепловой сети централизованного теплоснабжения может осуществляться как по независимой, так и по зависимой схеме. Однако следует иметь в виду, что схема зависимого присоединения через водоструйный элеватор для автоматизации непригодна. Качественное местное автоматическое регулирование параметров теплоносителя для системы отопления может осуществляться только при наличии в ее контуре электрического циркуляционного насоса.

Для регулирования рекомендуются цифровые электронные контроллеры Danfoss серии ECL Comfort (рис. 48). Эти контроллеры по соотношению показаний датчиков температуры теплоносителя и наружного воздуха, а также по команде таймера управляют моторными регулирующими клапанами, через которые подается теплоноситель от системы теплоснабжения.

Контроллеры ECL Comfort подразделяются на цифровые одноканальные, управляющие одним регулирующим устройством, и двухканальные, которые могут подавать сигналы на два

механизма, например на регулирующие клапаны двух независимых систем отопления или на клапаны системы отопления и системы горячего водоснабжения.

Цифровые контроллеры — универсальные многофункциональные. Переключение с одной области применения на другую в них осуществляется посредством кнопок и различных управляющих карточек с микрочипом (для двухканальных приборов).

Контроллеры ECL Comfort могут работать как в обособленном режиме, так и в сети диспетчерского управления инженерными системами здания. Имеется большая номенклатура исполнительных механизмов — седельных проходных и трехходовых регулирующих клапанов, которые приводятся в действие электрическими приводами, а также поворотных трех- и четырехходовых клапанов (рис. 49). Приводы различаются по мощности и скорости перемещения штока, напряжению питания и сигналу управления (импульсный или аналоговый 0–10 В) и наличию возвратной пружины, закрывающей или открывающей клапан при исчезновении электропитания.

Для стабилизации гидравлических режимов наружных тепловых сетей и обеспечения работы исполнительных механизмов в оптимальном диапазоне давлений на вводе в здание рекомендуется устанавливать регулятор постоянства перепада давлений (рис. 50).

Для двухтрубной системы отопления с автоматическими радиаторными терморегуляторами циркуляционный насос целесообразно оснащать частотным преобразователем, а в небольшой системе поддерживать постоянный перепад давлений с помощью перепускного клапана между подающим и обратным трубопроводами (при независимом присоединении системы к тепловой сети) или на обводе насоса (при зависимой схеме присоединения).

Подробная информация об автоматизации тепловых пунктов, а также номенклатура приборов и устройств содержится в технических каталогах и специальных материалах компании «Дanfосс».

Комплектную поставку на российский рынок блочных тепловых пунктов со средствами автоматического регулирования, приборами учета теплотребления, частотными преобразователями и трубопроводной арматурой осуществляет компания «Дanfосс» через центральный московский офис и свои региональные отделения.

Технический прогресс, в том числе в области теплоснабжения зданий, не стоит на месте.



Рис. 48. Контроллеры и температурные датчики.



Рис. 49. Регулирующие клапаны с электроприводами.



Рис. 50. Гидравлические регуляторы давления.

## Заключение

Следующим шагом на пути совершенствования теплоснабжения являются системы с использованием квартирных тепловых пунктов.

В таких системах нет традиционных общедомовых систем отопления и горячего водоснабжения. В них в каждую квартиру подводится первичный теплоноситель из теплового пункта здания и холодная водопроводная вода. Дальнейшее приготовление теплоносителя для системы отопления и подогрев воды для хозяйственно-питьевых нужд осуществляется непосредственно в квартире в индивидуальном квартирном тепловом пункте (ИКТП).

ИКТП представляет собой настенную установку, включающую подогреватель квартирной системы ГВС и узел подключения квартирной системы отопления, который при необходимости может комплектоваться смесительным насосом. ИКТП оснащается всей средствами регулирования температуры теплоносителя и горячей воды, а также приборами для стабилизации гидравлических режимов работы обеих систем.

ИКТП работает таким образом, что в период разбора горячей воды сокращается подача теплоносителя в систему отопления. За это время вследствие тепловой инерционности здания температура воздуха в отапливаемых помещениях квартиры не успевает понизиться.

Такое решение позволяет:

- отказаться от внутридомовых трубопроводов горячей воды (подающего и циркуляционного);
- сократить суммарную тепловую нагрузку на системы отопления и ГВС;
- снизить тепловые потери от трубопроводов здания;
- упростить организацию учета теплопотребления и питьевой воды;
- обеспечить обособленность квартирных систем, что дает возможность хозяину проводить их реконструкцию, а также самому устанавливать комфортные параметры воздуха в помещениях и температуру горячей воды.

Компания «Данфосс» производит малогабаритные настенные квартирные тепловые пункты полной заводской готовности, которые могут применяться как в системах отопления и ГВС многоэтажных жилых зданий, так и в домах индивидуальных застройщиков.

Краткая техническая информация по квартирным тепловым пунктам приведена в прайс-листе «Малые тепловые пункты Danfoss» [19]. За консультацией по их применению следует обращаться в компанию «Данфосс».

## Приложения

### Приложение 1. Сводный перечень приборов и устройств Danfoss для автоматизации систем отопления многоэтажных жилых и общественных зданий

#### 1. Радиаторные терморегуляторы

##### 1.1 Клапаны терморегуляторов RTR

1.1.1. Клапан терморегулятора RTR-N для двухтрубной системы отопления латунный, никелированный с предварительной настройкой пропускной способности, PN = 10 бар, T<sub>макс</sub> = 120 °С.

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RTR-N 15	Прямой, DN = 15 мм, K <sub>v</sub> = 0,04–073 м <sup>3</sup> /ч, штуцер к радиатору — наружная резьба 1/2", штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба 1/2"	013G7014
	То же, угловой, вертикальный	013G7013
	То же, угловой с горизонтальным расположением штока (UK)	013G7048
	То же, трехосевой правого исполнения	013G7021
	То же, трехосевой левого исполнения	013G7022
RTR-N 20	Прямой, DN = 20 мм, K <sub>v</sub> = 0,1–1,04 м <sup>3</sup> /ч, штуцер к радиатору — наружная резьба 3/4", штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба 3/4"	013G7016
	То же, угловой, вертикальный	013G7015
	То же, угловой с горизонтальным расположением штока (UK), K <sub>v</sub> = 0,16–0,8 м <sup>3</sup> /ч	013G7049

1.1.2. Клапан терморегулятора RA-DV для двухтрубной системы отопления, латунный, никелированный с предварительной настройкой и автоматическим ограничением расхода, PN = 10 бар, T<sub>макс</sub> = 95 °С.

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RA-DV 10	Угловой, DN = 10 мм, диапазон настройки 20–125 л/ч, штуцер к радиатору — наружная резьба 3/8", штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба 3/8"	013G7711
	То же, прямой	013G7712
RA-DV 15	Угловой, DN = 15 мм, диапазон настройки 20–125 л/ч, штуцер к радиатору — наружная резьба 1/2", штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба 1/2"	013G7713
	То же, прямой	013G7714

1.1.3. Клапан терморегулятор RTR-G для однотрубной системы отопления латунный, никелированный с повышенной пропускной способностью, PN=1 бар, T<sub>макс</sub>=120°С.

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RTR-G 15	Прямой, DN = 15 мм, K <sub>v</sub> = 1,63 м <sup>3</sup> /ч, штуцер к радиатору — наружная резьба 1/2", штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба 1/2"	013G7024
	То же, угловой вертикальный, K <sub>v</sub> = 2,06 м <sup>3</sup> /ч	013G7023
RTR-G 20	Прямой, DN = 20 мм, K <sub>v</sub> = 2,06 м <sup>3</sup> /ч, штуцер к радиатору — наружная резьба 3/4", штуцер к трубопроводу — внутр. резьба 3/4"	013G7026
	То же, угловой, вертикальный, K <sub>v</sub> = 2,20 м <sup>3</sup> /ч	013G7025

##### 1.2. Присоединительно-регулирующие гарнитуры

1.2.1. Комплект гарнитуры RTR-K для присоединения радиатора к двухтрубной системе отопления латунная, никелированная, PN = 10 бар, T<sub>макс</sub>. = 120 °С.

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Клапан RTR-K с отводом	С предварительной настройкой пропускной способности, K <sub>v</sub> = 0,03–0,50 м <sup>3</sup> /ч <sup>1</sup> , штуцер к радиатору — наружная резьба 1/2"	013G7039
Соединительная трубка	L = 650 мм	013G3378
Распределительная деталь	Прямая, штуцеры к трубопроводам — наружная резьба 3/4"	013G7041

<sup>1</sup> K<sub>v</sub> гарнитуры (в сборе) с установленным термостатическим элементом при X<sub>p</sub> = 2 °С.

1.2.2. Гарнитура VHS для присоединения радиатора (без термоэлемента) с нижними штуцерами к двухтрубной системе отопления латунная, никелированная, PN = 10 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VHS 15	Прямая, $K_v = 0,02-0,48\text{ м}^3/\text{ч}^1$ , штуцеры к радиатору — внутренняя резьба $\frac{1}{2}"$ , штуцеры к трубопроводам — наружная резьба $\frac{3}{4}"$	013G4742
	Прямая, $K_v = 0,02-0,48\text{ м}^3/\text{ч}^1$ , штуцеры к радиатору — внутренняя резьба $\frac{3}{4}"$ , штуцеры к трубопроводам — наружная резьба $\frac{3}{4}"$	013G4744

<sup>1</sup>  $K_v$  гарнитуры с установленным термостатическим элементом при  $X_p = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 1.3. Термостатические элементы

1.3.1. Термостатические элементы серии RTR 7000 для установки на клапанах терморегуляторов RA, в том числе встроенных в стальные панельные радиаторы Baufa, Drotje, Brugman (Pfno, VK), Buderus, CICH (Europanel), De Longhi (Linea, Platella), Jaga (Linea, Plus), Northon, Octan, Potterton-Myson, Schafer, Thermoteknik, Vogel Noot (Cosmo-Compact), а также в клапаны гарнитур RTR-K и VHS.

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RTR 7090	С газозаполненным встроенным температурным датчиком, функцией защиты системы отопления от замерзания, диапазоном настройки 5–26 °C	013G7090
RTR 7092	То же, с выносным датчиком	013G7092
RTR 7094	С газозаполненным встроенным температурным датчиком, функцией защиты системы отопления от замерзания, диапазоном настройки 5–26 °C и кожухом против несанкционированного демонтажа и перенастройки	013G7094
RA 5062	Дистанционного управления, с газозаполненным встроенным температурным датчиком, функцией защиты системы отопления от замерзания, диапазоном настройки 8–28 °C и капиллярной трубкой длиной 2 м	013G5062
RA 5065	То же, с капиллярной трубкой длиной 5 м	013G5065
RA 5568	То же, с капиллярной трубкой длиной 5 м	013G5068

1.3.2. Электронный программируемый термостат Living eco для установки на клапана терморегуляторов RA и RTD.

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
living eco	С адаптером RA, диапазоном настройки 6–28 °C	014G0050
	С адаптерами RA и K, диапазоном настройки 6–28 °C	014G0052
Адаптер	Для установки living eco на клапаны типа RTD (вворачивается в адаптер K)	014G0253

### 1.4. Запорные и запорно-присоединительные радиаторные клапаны

1.4.1. Запорный радиаторный клапан RLV для двухтрубной системы отопления латунный, никелированный, PN = 10 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RLV 15	Прямой, DN = 15 мм, $K_v = 2,5\text{ м}^3/\text{ч}$ , штуцер к радиатору — наружная резьба $\frac{1}{2}"$ , штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба $\frac{1}{2}"$	003L0144
	То же, угловой, вертикальный	003L0143
RLV 20	Прямой, DN = 20 мм, $K_v = 3\text{ м}^3/\text{ч}$ , штуцер к радиатору — наружная резьба $\frac{3}{4}"$ , штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба $\frac{3}{4}"$	003L0146
	То же, угловой, вертикальный	003L0145

1.4.2. Запорно-присоединительный радиаторный клапан RLV-KD с возможностью дренажа радиатора для двухтрубной системы отопления латунный, никелированный, PN = 10 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RLV-KD	Прямой, $K_v = 1\text{ м}^3/\text{ч}$ , штуцер к радиатору — наружная резьба $\frac{1}{2}"$ , штуцер к трубопроводу — наружная резьба $\frac{3}{4}"$	003L0220
	Прямой, $K_v = 1\text{ м}^3/\text{ч}$ , штуцеры к радиатору — внутренняя резьба $\frac{3}{4}"$ , штуцеры к трубопроводам — наружная резьба $\frac{3}{4}"$	003L0221

1.4.3. Запорно-присоединительный радиаторный клапан RLV-KS без возможности дренажа радиатора для двухтрубной системы отопления латунный, никелированный, PN = 10 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RLV-KS	Прямой, $K_v = 1\text{ м}^3/\text{ч}$ , штуцер к радиатору — наружная резьба $\frac{1}{2}"$ , штуцер к трубопроводу — наружная резьба $\frac{3}{4}"$	003L0240
	Прямой, $K_v = 1\text{ м}^3/\text{ч}$ , штуцеры к радиатору — внутренняя резьба $\frac{3}{4}"$ , штуцеры к трубопроводам — наружная резьба $\frac{3}{4}"$	003L0241

### 1.5. Дополнительные принадлежности для радиаторных терморегуляторов и запорно-присоединительной радиаторной арматуры

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Фитинги с наружной резьбой DN = 15 мм, PN = 6 бар, T <sub>макс.</sub> = 95 °C	Для присоединения к RA-N 15, RA15/6TB и RLV 15 пластиковых труб $\varnothing 12 \times 2$	<b>013G4142</b>
	То же, $\varnothing 14 \times 2$	<b>013G4144</b>
	То же, $\varnothing 15 \times 2,5$	<b>013G4147</b>
Фитинги с внутренней резьбой, DN = 20 мм, PN = 6 бар, T <sub>макс.</sub> = 95 °C	Для присоединения к RA-K, VHS, RLV-KS и RLV-KD пластиковых труб $\varnothing 12 \times 2$	<b>013G4152</b>
	То же, $\varnothing 13 \times 2$	<b>013G4153</b>
	То же, $\varnothing 14 \times 2$	<b>013G4154</b>
	То же, $\varnothing 15 \times 2,5$	<b>013G4155</b>
	То же, $\varnothing 16 \times 1,5$	<b>013G4157</b>
	То же, $\varnothing 16 \times 2$	<b>013G4156</b>
	То же, $\varnothing 16 \times 2,2$	<b>013G4153</b>
	То же, $\varnothing 17 \times 2$	<b>013G4162</b>
	То же, $\varnothing 18 \times 2$	<b>013G4158</b>
	То же, $\varnothing 18 \times 2,5$	<b>013G4159</b>
	То же, $\varnothing 20 \times 2$	<b>013G4160</b>
	То же, $\varnothing 20 \times 2,5$	<b>013G4161</b>
Фитинги с наружной резьбой, DN = 15 мм, PN = 10 бар, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	Для присоединения к RA-N 15, RA15/6TB и RLV 15 медных труб $\varnothing 8 \times 1$	<b>013G4108</b>
	То же, $\varnothing 10 \times 1$	<b>013G4110</b>
	То же, $\varnothing 12 \times 1$	<b>013G4112</b>
	То же, $\varnothing 14 \times 1$	<b>013G4114</b>
	То же, $\varnothing 15 \times 1$	<b>013G4115</b>
	То же, $\varnothing 16 \times 1$	<b>013G4116</b>
Фитинги с внутренней резьбой, DN = 20 мм, PN = 10 бар, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	Для присоединения к RA-K, VHS, RLV-KS и RLV-KD медных труб $\varnothing 10 \times 1$	<b>013G4120</b>
	То же, $\varnothing 12 \times 1$	<b>013G4122</b>
	То же, $\varnothing 14 \times 1$	<b>013G4124</b>
	То же, $\varnothing 15 \times 1$	<b>013G4125</b>
	То же, $\varnothing 16 \times 1$	<b>013G4126</b>
	То же, $\varnothing 18 \times 1$	<b>013G4128</b>
Фитинги с наружной резьбой, DN = 15 мм, PN = 6 бар, T <sub>макс.</sub> = 95 °C	Для присоединения к RA-N 15, RA15/6TB и RLV 15 металлопластиковых труб $\varnothing 12 \times 2$	<b>013G4172</b>
	То же, $\varnothing 14 \times 2$	<b>013G4174</b>
Фитинги с внутренней резьбой, DN = 20 мм, PN = 6 бар, T <sub>макс.</sub> = 95 °C	Для присоединения к RA-K, VHS, RLV-KS и RLV-KD металлопластиковых труб $\varnothing 12 \times 2$	<b>013G4182</b>
	То же, $\varnothing 14 \times 2$	<b>013G4184</b>
	То же, $\varnothing 15 \times 2,5$	<b>013G4185</b>
	То же, $\varnothing 16 \times 2$	<b>013G4186</b>
	То же, $\varnothing 16 \times 2,25$	<b>013G4187</b>
	То же, $\varnothing 18 \times 2$	<b>013G4188</b>
	То же, $\varnothing 20 \times 2$	<b>013G4190</b>
	То же, $\varnothing 20 \times 2,5$	<b>013G4191</b>
Запорная рукоятка	Латунная без покрытия	<b>013G3300</b>
Крышка	Для шкалы настройки термoeлемента RA 2920	<b>013G1672</b>
Фиксатор для защиты от демонтажа	Для термoeлементов RA 2994 и RA 2992 (20 штук)	<b>013G5245</b>
Винты для защиты от демонтажа	Для термoeлемента RA 2920 (50 штук)	<b>013G1232</b>
Набор инструментов	Для выполнения блокировки/разблокировки термoeлемента	<b>013G1236</b>
Спускной кран	С насадкой под шланг латунный без покрытия для VHS, RLV, RLV-KD	<b>003L0152</b>

## 2. Балансировочные клапаны

### 2.1. Автоматические и ручные балансировочные клапаны для двухтрубных систем отопления

2.1.1. Автоматический балансировочный клапан АРТ латунный муфтовый, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с диапазоном настройки  $\Delta P_{\text{рег.}} = 5\text{--}25\text{ кПа}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
АРТ	DN = 15 мм, $K_{VS} = 1,6\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5701
	DN = 20 мм, $K_{VS} = 2,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5702
	DN = 25 мм, $K_{VS} = 4,0\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5703
	DN = 32 мм, $K_{VS} = 6,3\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5704
	DN = 40 мм, $K_{VS} = 10\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5705
	DN = 50 мм, $K_{VS} = 16\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5706

2.1.2. Автоматический балансировочный клапан АРТ латунный муфтовый, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с диапазоном настройки  $\Delta P_{\text{рег.}} = 20\text{--}60\text{ кПа}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
АРТ	DN = 15 мм, $K_{VS} = 1,6\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5741
	DN = 20 мм, $K_{VS} = 2,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5742
	DN = 25 мм, $K_{VS} = 4,0\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5743
	DN = 32 мм, $K_{VS} = 6,3\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5744
	DN = 40 мм, $K_{VS} = 10\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5745
	DN = 50 мм, $K_{VS} = 16\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z5746

2.1.3. Запорный клапан CDT латунный муфтовый, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$  (для комплектации АРТ)

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
CDT	DN = 15 мм, $K_{VS} = 1,6\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7691
	DN = 20 мм, $K_{VS} = 2,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7692
	DN = 25 мм, $K_{VS} = 4,0\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7693
	DN = 32 мм, $K_{VS} = 6,3\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7694
	DN = 40 мм, $K_{VS} = 10\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7695
	DN = 50 мм, $K_{VS} = 16\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7702 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> С наружной резьбой.

2.1.4. Настраиваемый ручной запорно-балансировочный клапан CNT латунный муфтовый, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$  (для комплектации клапана АРТ)

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
CNT	DN = 15 мм, $K_{VS} = 1,6\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7641
	DN = 20 мм, $K_{VS} = 2,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7642
	DN = 25 мм, $K_{VS} = 4,0\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z7643

2.1.5. Настраиваемый ручной запорно-балансировочный клапан ASV-BD, латунный муфтовый, PN = 20 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$  (для комплектации клапана АРТ)

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
ASV-BD	DN = 15 мм, $K_{VS} = 3,0\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z4041
	DN = 20 мм, $K_{VS} = 6,0\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z4042
	DN = 25 мм, $K_{VS} = 9,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z4043

2.1.6. Ручной балансировочный клапан MNT латунный муфтовый, PN = 10 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
MNT	DN = 15 мм, $K_{VS} = 1,6\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z2331
	DN = 20 мм, $K_{VS} = 2,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z2332
	DN = 25 мм, $K_{VS} = 4\text{ м}^3/\text{ч}$	003Z2333

## 2.2. Автоматические балансировочные клапаны для однотрубных систем отопления

2.2.1. Автоматический балансировочный клапан AQT латунный с измерительными ниппелями, наружной резьбой, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AQT	DN = 15 мм, $G = 0,09-0,45\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{AQT}} = 0,16-0,4\text{ бар}$	003Z1812
	DN = 20 мм, $G = 0,18-0,9\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{AQT}} = 0,16-0,4\text{ бар}$	003Z1813
	DN = 25 мм, $G = 0,34-1,7\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{AQT}} = 0,2-0,4\text{ бар}$	003Z1814
	DN = 32 мм, $G = 0,64-3,2\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{AQT}} = 0,2-0,4\text{ бар}$	003Z1815

2.2.2. Автоматический комбинированный балансировочный клапан АВ-PM латунный, с наружной резьбой, PN=16 бар, T=120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
АВ-PM	DN = 15 мм, $G \frac{3}{4} A$ , $G = 0,02-0,40\text{ м}^3/\text{ч}$ ,	003Z1402
	DN = 20 мм, $G 1 A$ , $G = 0,40-0,78\text{ м}^3/\text{ч}$ ,	003Z1403
	DN = 25 мм, $G 1\frac{1}{4} A$ , $G = 0,80-1,60\text{ м}^3/\text{ч}$ ,	003Z1404

2.2.3. Термостатический элемент QT регулятора температуры обратного теплоносителя (для использования с клапаном AQT)

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
QT	$T_{\text{рег}} = 45-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , для установки на клапан AQT DN = 15-20 мм	003Z0382
	То же, для установки на клапан AQT DN = 25-32 мм	003Z0383

2.2.4. Патрубок с накидной гайкой (1 шт.) для присоединения балансировочных клапанов AQT, APT и CDT, PN = 16 бар  $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Резьбовой	DN = 15 мм для AQT	003Z0232
	То же, DN = 20 мм	003Z0233
	То же, DN = 25 мм	003Z0234
	То же, DN = 32 мм	003Z0235
	DN = 50 мм для APT	003Z0278
	То же, для CDT	003Z0274
Приварной	DN = 15 мм для AQT	003Z0226
	То же, DN = 20 мм	003Z0227
	То же, DN = 25 мм	003Z0228
	То же, DN = 32 мм	003Z0229
	DN = 50 мм, для APT	003Z0276
	То же, для CDT	003Z0272

## 3. Трубопроводная арматура

### 3.1. Запорно-спускная арматура

3.1.1. Кран шаровой запорный Danfoss латунный муфтовый, PN = 40 бар,  $T_{\text{макс.}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
BVR	DN = 15 мм, $K_{VS} = 15\text{ м}^3/\text{ч}$	065B8207
	DN = 20 мм, $K_{VS} = 28\text{ м}^3/\text{ч}$	065B8208
	DN = 25 мм, $K_{VS} = 39\text{ м}^3/\text{ч}$	065B8209
	DN = 32 мм, $K_{VS} = 84\text{ м}^3/\text{ч}$	065B8210
	DN = 40 мм, $K_{VS} = 156\text{ м}^3/\text{ч}$	065B8211
	DN = 50 мм, $K_{VS} = 243\text{ м}^3/\text{ч}$	065B8212

3.1.2. Кран шаровой запорный JIP стальной под приварку, PN = 40 бар, T<sub>макс.</sub> = 180 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
JIP-FF	DN = 50 мм, K <sub>V5</sub> = 184 м <sup>3</sup> /ч	065N0125
	DN = 65 мм, K <sub>V5</sub> = 200 м <sup>3</sup> /ч	065N4280
	DN = 80 мм, K <sub>V5</sub> = 470 м <sup>3</sup> /ч	065N4285
	DN = 100 мм, K <sub>V5</sub> = 640 м <sup>3</sup> /ч	065N0140
	DN = 125 мм, K <sub>V5</sub> = 1080 м <sup>3</sup> /ч	065N0745
	DN = 150 мм, K <sub>V5</sub> = 1900 м <sup>3</sup> /ч	065N0750

3.1.3. Кран шаровой запорный JIP стальной фланцевый, T<sub>макс.</sub> = 180 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
JIP-WW	DN = 50 мм, PN = 40 бар, K <sub>V5</sub> = 184 м <sup>3</sup> /ч	065N0325
	DN = 65 мм, PN = 16 бар, K <sub>V5</sub> = 200 м <sup>3</sup> /ч	065N4282
	DN = 80 мм, PN = 16 бар, K <sub>V5</sub> = 470 м <sup>3</sup> /ч	065N4287
	DN = 100 мм, PN = 16 бар, K <sub>V5</sub> = 640 м <sup>3</sup> /ч	065N0240
	DN = 125 мм, PN = 16 бар, K <sub>V5</sub> = 1080 м <sup>3</sup> /ч	065N0845
	DN = 150 мм, PN = 16 бар, K <sub>V5</sub> = 1900 м <sup>3</sup> /ч	065N0850

3.1.4. Кран шаровой спускной Danfoss латунный муфтовый, PN = 10 бар, T<sub>макс.</sub> = 90 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
BVR-C	С насадкой под шланг, DN = 15 мм, K <sub>V5</sub> = 1,9 м <sup>3</sup> /ч	065B8200
	То же, DN = 20 мм, K <sub>V5</sub> = 6 м <sup>3</sup> /ч	065B8201
	То же, DN = 25 мм, K <sub>V5</sub> = 12,1 м <sup>3</sup> /ч	065B8202

3.1.5. Автоматический воздухоотводчик Danfoss латунный, PN = 10 бар, T<sub>макс.</sub> = 110 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Airvent	С наружной резьбой на штуцере, DN = 15 мм	065B8223

3.2. Фильтры сетчатые

3.2.1. Фильтр сетчатый муфтовый латунный, PN = 25 бар, T<sub>макс.</sub> = 130 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FVR	С пробкой, DN = 15 мм, K <sub>V5</sub> = 4,5 м <sup>3</sup> /ч	065B8235
	То же, DN = 20 мм, K <sub>V5</sub> = 7,9 м <sup>3</sup> /ч	065B8236
	То же, DN = 25 мм, K <sub>V5</sub> = 11,2 м <sup>3</sup> /ч	065B8237
	То же, DN = 32 мм, K <sub>V5</sub> = 17 м <sup>3</sup> /ч	065B8238
	То же, DN = 40 мм, K <sub>V5</sub> = 24,5 м <sup>3</sup> /ч	065B8239
	То же, DN = 50 мм, K <sub>V5</sub> = 36 м <sup>3</sup> /ч	065B8240
FVR-D	Со спускным краном, DN = 15 мм, K <sub>V5</sub> = 4,5 м <sup>3</sup> /ч	065B8241
	То же, DN = 20 мм, K <sub>V5</sub> = 7,9 м <sup>3</sup> /ч	065B8242
	То же, DN = 25 мм, K <sub>V5</sub> = 11,2 м <sup>3</sup> /ч	065B8243
	То же, DN = 32 мм, K <sub>V5</sub> = 17 м <sup>3</sup> /ч	065B8244
	То же, DN = 40 мм, K <sub>V5</sub> = 24,5 м <sup>3</sup> /ч	065B8245
	То же, DN = 50 мм, K <sub>V5</sub> = 36 м <sup>3</sup> /ч	065B8246

3.2.2. Фильтр сетчатый фланцевый чугунный, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 150 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FVF	С пробкой, DN = 50 мм, K <sub>V5</sub> = 54 м <sup>3</sup> /ч	065B7745
	То же, DN = 65 мм, K <sub>V5</sub> = 95 м <sup>3</sup> /ч	065B7746
	То же, DN = 80 мм, K <sub>V5</sub> = 140 м <sup>3</sup> /ч	065B7747
	То же, DN = 100 мм, K <sub>V5</sub> = 201 м <sup>3</sup> /ч	065B7748
	То же, DN = 125 мм, K <sub>V5</sub> = 340 м <sup>3</sup> /ч	065B7749
	То же, DN = 150 мм, K <sub>V5</sub> = 526 м <sup>3</sup> /ч	065B7750

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FVF	Со спускным краном, DN = 50 мм, $K_{VS} = 54 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7731
	То же, DN = 65 мм, $K_{VS} = 95 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7732
	То же, DN = 80 мм, $K_{VS} = 140 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7733
	То же, DN = 100 мм, $K_{VS} = 201 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7734
	То же, DN = 125 мм, $K_{VS} = 340 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7735
	То же, DN = 150 мм, $K_{VS} = 526 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7736

### 3.3. Сильфонные компенсаторы

#### 3.3.1. Компенсатор Danfoss из нержавеющей стали под приварку с внутренней направляющей гильзой, PN = 16 бар,

$T_{\text{макс.}} = 300 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Компенсатор Danfoss из нержавеющей стали под приварку с внутренней направляющей гильзой	DN = 15 мм, удлинение $2\delta = 32 \text{ мм}$	193B4034
	DN = 20 мм, удлинение $2\delta = 36 \text{ мм}$	193B4035
	DN = 25 мм, удлинение $2\delta = 40 \text{ мм}$	193B4036
	DN = 32 мм, удлинение $2\delta = 40 \text{ мм}$	193B4037
	DN = 40 мм, удлинение $2\delta = 36 \text{ мм}$	193B4038
	DN = 50 мм, удлинение $2\delta = 64 \text{ мм}$	193B4039
	DN = 65 мм, удлинение $2\delta = 80 \text{ мм}$	193B4040
	DN = 80 мм, удлинение $2\delta = 64 \text{ мм}$	193B4041

#### 3.3.2. Компенсатор Danfoss из нержавеющей стали под приварку с внутренней направляющей и наружной защитной гильзой, PN = 10 бар, $T_{\text{макс.}} = 300 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Компенсатор Danfoss из нержавеющей стали под приварку с внутренней направляющей и наружной защитной гильзой	DN = 15 мм, удлинение $2\delta = 32 \text{ мм}$	193B4000
	DN = 15 мм, удлинение $2\delta = 64 \text{ мм}$	193B4001
	DN = 20 мм, удлинение $2\delta = 40 \text{ мм}$	193B4002
	DN = 20 мм, удлинение $2\delta = 80 \text{ мм}$	193B4003
	DN = 25 мм, удлинение $2\delta = 36 \text{ мм}$	193B4004
	DN = 25 мм, удлинение $2\delta = 64 \text{ мм}$	193B4005
	DN = 32 мм, удлинение $2\delta = 36 \text{ мм}$	193B4006
	DN = 32 мм, удлинение $2\delta = 80 \text{ мм}$	193B4007
	DN = 40 мм, удлинение $2\delta = 36 \text{ мм}$	193B4008
	DN = 40 мм, удлинение $2\delta = 64 \text{ мм}$	193B4009
	DN = 50 мм, удлинение $2\delta = 48 \text{ мм}$	193B4010
	DN = 50 мм, удлинение $2\delta = 80 \text{ мм}$	193B4011
	DN = 65 мм, удлинение $2\delta = 40 \text{ мм}$	193B4012
	DN = 65 мм, удлинение $2\delta = 80 \text{ мм}$	193B4013
	DN = 80 мм, удлинение $2\delta = 40 \text{ мм}$	193B4014
	DN = 80 мм, удлинение $2\delta = 80 \text{ мм}$	193B4015
	DN = 100 мм, удлинение $2\delta = 48 \text{ мм}$	193B4016
	DN = 100 мм, удлинение $2\delta = 80 \text{ мм}$	193B4017

## 4. Квартирные теплосчетчики

### 4.1. Теплосчетчик с механическим расходомером

#### 4.1.1. Теплосчетчик M-Cal Compact 447 с импульсным выходом, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 90 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер <sup>1)</sup>
M-Cal Compact 447	С расходомером, DN = 15 мм, G <sub>ном.</sub> = 0,6 м <sup>3</sup> /ч, K <sub>vs</sub> = 1,22 м <sup>3</sup> /ч	<b>087G5398P</b> <b>(087G5395P)</b>
	То же, G <sub>макс.</sub> = 1,5 м <sup>3</sup> /ч, K <sub>vs</sub> = 3,04 м <sup>3</sup> /ч	<b>087G5399P</b> <b>(087G5396P)</b>
	С расходомером, DN = 20 мм, G <sub>ном.</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч, K <sub>vs</sub> = 5,07 м <sup>3</sup> /ч	<b>087G5400P</b> <b>(087G5397P)</b>

<sup>1)</sup> Без скобок – для подающего трубопровода, в скобках – для обратного.

### 4.2. Теплосчетчик с ультразвуковым расходомером

#### 4.2.1. Теплосчетчик Sonometer 1100, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 130 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер <sup>1)</sup>
Sonometer 1100	С расходомером, DN = 15 мм, G <sub>ном.</sub> = 0,6 м <sup>3</sup> /ч, K <sub>vs</sub> = 2,05 м <sup>3</sup> /ч	<b>087G6101P</b> <b>(087G6111P)</b>
	То же, G <sub>макс.</sub> = 1,5 м <sup>3</sup> /ч, K <sub>vs</sub> = 5,47 м <sup>3</sup> /ч	<b>087G6102P</b> <b>(087G6112P)</b>
	С расходомером, DN = 20 мм, G <sub>ном.</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч, K <sub>vs</sub> = 7,9 м <sup>3</sup> /ч	<b>087G6103P</b> <b>(087G6113P)</b>

<sup>1)</sup> Без скобок – для подающего трубопровода, в скобках – для обратного.

### 4.3. Дополнительные принадлежности

#### 4.3.1. Шаровой кран для подключения второго датчика температуры теплосчетчиков M-Cal Compact 447 и Sonometer 1100, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 130 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
—	DN = 15 мм	<b>087H0118<sup>1)</sup></b>
	DN = 20 мм	<b>087H0119<sup>1)</sup></b>
	DN = 25 мм	<b>087H0120<sup>1)</sup></b>

<sup>1)</sup> Поставляется в коробках по 12 штук.

#### 4.3.2. Гильза для установки второго датчика температуры теплосчетчиков M-Cal Compact 447 и Sonometer 1100, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 130 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
—	DN = 15 мм, L = 60 мм	<b>085B0600</b>

#### 4.3.3. Комплект (2 шт.) резьбовых патрубков для присоединения расходомеров теплосчетчиков M-Cal Compact 447 и Sonometer 1100 латунные, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 130 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
—	DN = 15 мм	803014
	DN = 20 мм	803016

#### 4.3.4. Модули и средства для системы диспетчеризации

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
См. каталог «Средства учета тепловой энергии» [17]		

## 5. Шкафы с узлом присоединения квартирной системы отопления

### 5.1. Этажные узлы ввода TDU.3

Кодовый номер	Наименование	DN коллектора	Кол-во отводов	Левое/правое исполнение	Присоединение к стояку	DN АРТ/CNT	MSV-B/MNT	Присоединение отводов
144G4622	TDU.3 DN50-2L-20-CNT15-MSVB15	50	2	Левое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4623	TDU.3 DN50-3L-20-CNT15-MSVB15	50	3	Левое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4624	TDU.3 DN50-4L-20-CNT15-MSVB15	50	4	Левое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4625	TDU.3 DN50-5L-20-CNT15-MSVB15	50	5	Левое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4626	TDU.3 DN50-6L-20-CNT15-MSVB15	50	6	Левое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4627	TDU.3 DN50-7L-20-CNT15-MSVB15	50	7	Левое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4628	TDU.3 DN50-8L-20-CNT15-MSVB15	50	8	Левое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4694	TDU.3 DN50-2L-25-CNT20-MSVB15	50	2	Левое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4695	TDU.3 DN50-3L-25-CNT20-MSVB15	50	3	Левое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4696	TDU.3 DN50-4L-25-CNT20-MSVB15	50	4	Левое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4697	TDU.3 DN50-5L-25-CNT20-MSVB15	50	5	Левое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4698	TDU.3 DN50-6L-25-CNT20-MSVB15	50	6	Левое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4699	TDU.3 DN50-7L-25-CNT20-MSVB15	50	7	Левое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4700	TDU.3 DN50-8L-25-CNT20-MSVB15	50	8	Левое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4766	TDU.3 DN50-2L-32-CNT25-MSVB15	50	2	Левое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4767	TDU.3 DN50-3L-32-CNT25-MSVB15	50	3	Левое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4768	TDU.3 DN50-4L-32-CNT25-MSVB15	50	4	Левое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4769	TDU.3 DN50-5L-32-CNT25-MSVB15	50	5	Левое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4770	TDU.3 DN50-6L-32-CNT25-MSVB15	50	6	Левое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4771	TDU.3 DN50-7L-32-CNT25-MSVB15	50	7	Левое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4772	TDU.3 DN50-8L-32-CNT25-MSVB15	50	8	Левое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4631	TDU.3 DN50-2R-20-CNT15-MSVB15	50	2	Правое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4632	TDU.3 DN50-3R-20-CNT15-MSVB15	50	3	Правое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4633	TDU.3 DN50-4R-20-CNT15-MSVB15	50	4	Правое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4634	TDU.3 DN50-5R-20-CNT15-MSVB15	50	5	Правое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4635	TDU.3 DN50-6R-20-CNT15-MSVB15	50	6	Правое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4636	TDU.3 DN50-7R-20-CNT15-MSVB15	50	7	Правое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4637	TDU.3 DN50-8R-20-CNT15-MSVB15	50	8	Правое	Rp ¾"	15	MSV-B	Rp ¾"
144G4703	TDU.3 DN50-2R-25-CNT20-MSVB15	50	2	Правое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4704	TDU.3 DN50-3R-25-CNT20-MSVB15	50	3	Правое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4705	TDU.3 DN50-4R-25-CNT20-MSVB15	50	4	Правое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4706	TDU.3 DN50-5R-25-CNT20-MSVB15	50	5	Правое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4707	TDU.3 DN50-6R-25-CNT20-MSVB15	50	6	Правое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4708	TDU.3 DN50-7R-25-CNT20-MSVB15	50	7	Правое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4709	TDU.3 DN50-8R-25-CNT20-MSVB15	50	8	Правое	Rp 1"	20	MSV-B	Rp ¾"
144G4775	TDU.3 DN50-2R-32-CNT25-MSVB15	50	2	Правое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4776	TDU.3 DN50-3R-32-CNT25-MSVB15	50	3	Правое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4777	TDU.3 DN50-4R-32-CNT25-MSVB15	50	4	Правое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4778	TDU.3 DN50-5R-32-CNT25-MSVB15	50	5	Правое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4779	TDU.3 DN50-6R-32-CNT25-MSVB15	50	6	Правое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4780	TDU.3 DN50-7R-32-CNT25-MSVB15	50	7	Правое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"

Кодовый номер	Наименование	DN коллектора	Кол-во отводов	Левое/правое исполнение	Присоединение к стояку	DN АРТ/CNT	MSV-B/ MNT	Присоединение отводов
144G4781	TDU.3 DN50-8R-32-CNT25-MSVB15	50	8	Правое	Rp 1¼"	25	MSV-B	Rp ¾"
144G4568	TDU.3 DN50-2L-20-CNT15-MNT15	50	2	Левое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4569	TDU.3 DN50-3L-20-CNT15-MNT15	50	3	Левое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4570	TDU.3 DN50-4L-20-CNT15-MNT15	50	4	Левое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4571	TDU.3 DN50-5L-20-CNT15-MNT15	50	5	Левое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4572	TDU.3 DN50-6L-20-CNT15-MNT15	50	6	Левое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4573	TDU.3 DN50-7L-20-CNT15-MNT15	50	7	Левое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4574	TDU.3 DN50-8L-20-CNT15-MNT15	50	8	Левое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4640	TDU.3 DN50-2L-25-CNT20-MNT15	50	2	Левое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4641	TDU.3 DN50-3L-25-CNT20-MNT15	50	3	Левое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4642	TDU.3 DN50-4L-25-CNT20-MNT15	50	4	Левое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4643	TDU.3 DN50-5L-25-CNT20-MNT15	50	5	Левое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4644	TDU.3 DN50-6L-25-CNT20-MNT15	50	6	Левое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4645	TDU.3 DN50-7L-25-CNT20-MNT15	50	7	Левое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4646	TDU.3 DN50-8L-25-CNT20-MNT15	50	8	Левое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4712	TDU.3 DN50-2L-32-CNT25-MNT15	50	2	Левое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4713	TDU.3 DN50-3L-32-CNT25-MNT15	50	3	Левое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4714	TDU.3 DN50-4L-32-CNT25-MNT15	50	4	Левое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4715	TDU.3 DN50-5L-32-CNT25-MNT15	50	5	Левое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4716	TDU.3 DN50-6L-32-CNT25-MNT15	50	6	Левое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4717	TDU.3 DN50-7L-32-CNT25-MNT15	50	7	Левое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4718	TDU.3 DN50-8L-32-CNT25-MNT15	50	8	Левое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4577	TDU.3 DN50-2R-20-CNT15-MNT15	50	2	Правое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4578	TDU.3 DN50-3R-20-CNT15-MNT15	50	3	Правое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4579	TDU.3 DN50-4R-20-CNT15-MNT15	50	4	Правое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4580	TDU.3 DN50-5R-20-CNT15-MNT15	50	5	Правое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4581	TDU.3 DN50-6R-20-CNT15-MNT15	50	6	Правое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4582	TDU.3 DN50-7R-20-CNT15-MNT15	50	7	Правое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4583	TDU.3 DN50-8R-20-CNT15-MNT15	50	8	Правое	Rp ¾"	15	MNT	Rp ¾"
144G4649	TDU.3 DN50-2R-25-CNT20-MNT15	50	2	Правое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4650	TDU.3 DN50-3R-25-CNT20-MNT15	50	3	Правое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4651	TDU.3 DN50-4R-25-CNT20-MNT15	50	4	Правое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4652	TDU.3 DN50-5R-25-CNT20-MNT15	50	5	Правое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4653	TDU.3 DN50-6R-25-CNT20-MNT15	50	6	Правое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4654	TDU.3 DN50-7R-25-CNT20-MNT15	50	7	Правое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4655	TDU.3 DN50-8R-25-CNT20-MNT15	50	8	Правое	Rp 1"	20	MNT	Rp ¾"
144G4721	TDU.3 DN50-2R-32-CNT25-MNT15	50	2	Правое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4722	TDU.3 DN50-3R-32-CNT25-MNT15	50	3	Правое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4723	TDU.3 DN50-4R-32-CNT25-MNT15	50	4	Правое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4724	TDU.3 DN50-5R-32-CNT25-MNT15	50	5	Правое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4725	TDU.3 DN50-6R-32-CNT25-MNT15	50	6	Правое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4726	TDU.3 DN50-7R-32-CNT25-MNT15	50	7	Правое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"
144G4727	TDU.3 DN50-8R-32-CNT25-MNT15	50	8	Правое	Rp 1¼"	25	MNT	Rp ¾"

## 5.2. Шкаф ШКСО-1 с индивидуальным узлом ввода

Кодовый номер	Описание	Подключение к стоякам	Кол-во отводов
<b>Узлы для периметральной разводки СО</b>			
<b>Встраиваемый корпус</b>			
003L1254	ШКСО-1 В1 П тип 1	Правое	1
003L1255	ШКСО-1 В1 Л тип 1	Левое	1
<b>Приставной корпус</b>			
003L1256	ШКСО-1 В1 П тип 2	Правое	1
003L1257	ШКСО-1 В1 Л тип 2	Левое	1
<b>Узлы для лучевой разводки СО</b>			
<b>Встраиваемый корпус</b>			
003L1258	ШКСО-1 В2 П тип 1	Правое	2
003L1259	ШКСО-1 В3 П тип 1	Правое	3
003L1260	ШКСО-1 В4 П тип 1	Правое	4
003L1261	ШКСО-1 В5 П тип 1	Правое	5
003L1262	ШКСО-1 В6 П тип 1	Правое	6
003L1263	ШКСО-1 В7 П тип 1	Правое	7
003L1264	ШКСО-1 В8 П тип 1	Правое	8
003L1265	ШКСО-1 В2 Л тип 1	Левое	2
003L1266	ШКСО-1 В3 Л тип 1	Левое	3
003L1267	ШКСО-1 В4 Л тип 1	Левое	4
003L1268	ШКСО-1 В5 Л тип 1	Левое	5
003L1269	ШКСО-1 В6 Л тип 1	Левое	6
003L1270	ШКСО-1 В7 Л тип 1	Левое	7
003L1271	ШКСО-1 В8 Л тип 1	Левое	8
<b>Приставной корпус</b>			
003L1272	ШКСО-1 В2 П тип 2	Правое	2
003L1273	ШКСО-1 В3 П тип 2	Правое	3
003L1274	ШКСО-1 В4 П тип 2	Правое	4
003L1275	ШКСО-1 В5 П тип 2	Правое	5
003L1276	ШКСО-1 В6 П тип 2	Правое	6
003L1277	ШКСО-1 В7 П тип 2	Правое	7
003L1278	ШКСО-1 В8 П тип 2	Правое	8
003L1279	ШКСО-1 В2 Л тип 2	Левое	2
003L1280	ШКСО-1 В3 Л тип 2	Левое	3
003L1281	ШКСО-1 В4 Л тип 2	Левое	4
003L1282	ШКСО-1 В5 Л тип 2	Левое	5
003L1283	ШКСО-1 В6 Л тип 2	Левое	6
003L1284	ШКСО-1 В7 Л тип 2	Левое	7
003L1285	ШКСО-1 В8 Л тип 2	Левое	8

## Приложение 2. Таблицы для выбора настроек пропускной способности клапанов радиаторных терморегуляторов RTR-N DN = 15 мм

При  $\Delta P_{RTR-N} = 8$  кПа

$\Delta T_{систы}$ °C	Q пред, кВт, при различных преднастройках пропускной способности клапана RTR-N														
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	N
15	0,20	0,32	0,45	0,62	0,79	1,01	1,23	1,50	1,77	1,94	2,12	2,33	2,56	3,08	3,60
20	0,27	0,43	0,59	0,82	1,06	1,35	1,65	2,01	2,38	2,61	2,84	3,14	3,43	4,12	4,82
25	0,33	0,54	0,74	1,03	1,31	1,68	2,06	2,50	2,96	3,25	3,53	3,91	4,28	5,13	6,00

При  $\Delta P_{RTR-N} = 10$  кПа

$\Delta T_{систы}$ °C	Q пред, кВт, при различных преднастройках пропускной способности клапана RTR-N														
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	N
15	0,22	0,36	0,50	0,69	0,88	1,13	1,38	1,68	1,98	2,17	2,37	2,61	2,86	3,44	4,02
20	0,30	0,48	0,66	0,92	1,18	1,51	1,85	2,25	2,66	2,92	3,17	3,51	3,84	4,61	5,39
25	0,37	0,60	0,83	1,15	1,47	1,88	2,30	2,80	3,31	3,63	3,95	4,37	4,78	5,74	6,71

## Приложение 3. Гидравлические характеристики элементов систем отопления

### Характеристики гидравлического сопротивления

Трубопроводы из стальных водогазопроводных (обыкновенных) труб

DN, мм	15	20	25	32	40	50
$(S \cdot 10^4)_{L=1 м}, Па/(кг/ч)^2$	33,410	7,500	1,900	0,480	0,250	0,065
$(S \cdot 10^4)_{\zeta=1}, Па/(кг/ч)^2$	10,420	3,130	1,170	0,380	0,165	0,085

Трубопроводы из стальных электросварных труб

$d_n \times \delta$ , мм	76×2,8	89×2,8	108×2,8	133×3,2	159×3,5
$(S \cdot 10^4)_{L=1 м}, Па/(кг/ч)^2$	0,0131	0,0052	0,0017	0,0006	0,0002
$(S \cdot 10^4)_{\zeta=1}, Па/(кг/ч)^2$	0,0240	0,0123	0,0057	0,0024	0,0011

Трубопроводы из медных труб

$d_n \times \delta$ , мм	10×1	12×1	14×1	15×1	16×1	18×1
$(S \cdot 10^4)_{L=1 м}, Па/(кг/ч)^2$	557	172	86	57	43	22
$(S \cdot 10^4)_{\zeta=1}, Па/(кг/ч)^2$	160	63	32	22	16	10

Трубопроводы из пластиковых и металлопластиковых труб

$d_n \times \delta$ , мм	12×2	13×2	14×2	15×2,5	16×2	17×2	18×2	20×2
$(S \cdot 10^4)_{L=1 м}, Па/(кг/ч)^2$	695	470	243	170	96	73	49	28
$(S \cdot 10^4)_{\zeta=1}, Па/(кг/ч)^2$	160	94	63	63	30	22	16	13

### Коэффициенты местных сопротивлений

Усредненные значения (для труб из любого материала) коэффициентов местных сопротивлений

Наименование местного сопротивления	Радиатор колончатый или стальной панельный	Отвод под углом 90°	Тройник				Отступ	Обход	Внезапное расширение	Внезапное сужение
			на проход	на ответвление	на разделение	на слияние				
$\zeta$	2	1,5	1	1,5	1,5	3	0,5	2	1	0,5

### Приложение 4. Таблица зависимостей $K_v$ , $\Delta P$ , $G$

$\Delta P \backslash G$	$\text{м}^3/\text{ч}$	$\text{кг}/\text{ч}$
бар	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}} \cdot 10^{-3}, \text{м}^3/\text{ч}$
	$\Delta P = \left(\frac{G}{K_v}\right)^2, \text{бар}$	$\Delta P = \left(\frac{G}{K_v}\right)^2 \cdot 10^{-6}, \text{бар}$
	$G = K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{м}^3/\text{ч}$	$G = 1000 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{кг}/\text{ч}$
Па	$K_v = 316 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$K_v = 0,316 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{м}^3/\text{ч}$
	$\Delta P = \left(\frac{G}{K_v}\right)^2 \cdot 10^5, \text{Па}$	$\Delta P = 0,1 \cdot \left(\frac{G}{K_v}\right)^2, \text{Па}$
	$G = 3,16 \cdot 10^{-3} \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{м}^3/\text{ч}$	$G = 3,16 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{кг}/\text{ч}$
кПа	$K_v = 10 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}} \cdot 10^{-2}, \text{м}^3/\text{ч}$
	$\Delta P = 100 \cdot \left(\frac{G}{K_v}\right)^2, \text{кПа}$	$\Delta P = \left(\frac{G}{K_v}\right)^2 \cdot 10^{-4}, \text{кПа}$
	$G = 0,1 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{м}^3/\text{ч}$	$G = 100 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{кг}/\text{ч}$

### Приложение 5. Таблица перевода единиц давления (перепада давлений)

Исходная единица \ Производная единица	бар	Па	кПа	ГПа	МПа	мбар
1 бар	1	$10^5$	$10^2$	$10^3$	$10^{-1}$	$10^3$
1 Па	$10^{-5}$	1	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-6}$	$10^{-2}$
1 кПа	$10^{-2}$	$10^3$	1	10	$10^{-3}$	10
1 ГПа	$10^{-3}$	$10^2$	$10^{-1}$	1	$10^{-4}$	1
1 МПа	10	$10^6$	$10^3$	$10^4$	1	$10^4$
1 мбар	$10^{-3}$	$10^2$	$10^{-1}$	1	$10^{-4}$	1

## Список используемой литературы

1. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 / Минрегион России. — М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2012.
2. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 / Минрегион России. — М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2012.
3. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85 / Минрегион России. — М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2012.
4. СП 54.13330.2011. Жилые здания многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 / Минрегион России. — М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2011.
5. ГОСТ 30494–96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Госстандарт России. — М., 1999.
6. МГСН 2.01.99. Энергосбережение в зданиях / Правительство Москвы. — М.: Изд. ГУП «НИАЦ», 1999.
7. МГСН 3.01–96. Жилые здания / Правительство Москвы. — М.: Изд. ГУП «НИАЦ», 1997.
8. МГСН 3.01–96. Жилые здания. Дополнение № 1 «Реконструкция и модернизация пятиэтажных жилых домов первого периода индустриального домостроения» / Правительство Москвы. — М.: Изд. ГУП «НИАЦ», 1997.
9. Своды правил по проектированию и строительству: СП 41–101–95. Проектирование тепловых пунктов / Госстрой России. — М.: Изд. ФГУП ЦПП, 2004.
10. Своды правил по проектированию и строительству: СП 41–102–98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб / Госстрой России.— М.: Изд. ГУП ЦПП, 1998.
11. Своды правил по проектированию и строительству: СП 41–102–98. Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «РАНДОМ СОПОЛИМЕР» / Минстрой России. — М.: Изд. ГУП ЦПП, 1997.
12. Рекомендации по проектированию энергоэкономичных технических решений систем отопления, вентиляции и водоснабжения встроено-пристроенных в жилые здания помещений общественного назначения. — М.: Изд. ГУП «НИАЦ», 1998.
13. Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах систем теплоснабжения зданий. RB.00.H8.50: Пособие. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2013.
14. Балансировочные клапаны. RC.08.A21.50: Каталог. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2017.
15. Радиаторные терморегуляторы и запорно-присоединительная арматура. VD.53.P23.50: Каталог. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2018.
16. Энергосберегающие отопительные конвекторы с автоматическими терморегуляторами Danfoss RB.00.C2.50: Каталог-рекомендации. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2013.
17. Средства учета тепловой энергии. RC.08.HM9.50: Каталог. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2016.
18. Трубопроводная арматура. RC.16.A20.50: Каталог. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2018.
19. Прайс-лист «Малые тепловые пункты Danfoss». — М.: ООО «Данфосс», 2007.
20. Пособие по проектированию систем водяного отопления к СНиП 2.04.05–91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» / Госстрой Украины, КиевЗНИИЭП. — К.: Укрархстройинформ, 2001.
21. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. I. Отопление. — М.: Стройиздат, 1990.
22. Карпов В.Н. Системы водяного отопления многоэтажных зданий. Технические рекомендации по проектированию. М.: АВОК-ПРЕСС, 2010.
23. Карпов М.Ю. Система отопления жилых и общественных зданий // АВОК. 2005. № 6.
24. Колубков А.Н., Никитин С.Г., Бочкалов Д.А. и др. Опыт проектирования и эксплуатации поквартирных систем отопления высотных зданий // АВОК. 2005. № 6.
25. Колубков А.Н., Шилкин Н.В. Многофункциональный высотный комплекс в Москве на Мосфильмовской улице. // АВОК. 2006. № 8.
26. Ливчак И.Ф. Квартирное отопление. — М.: Стройиздат, 1982.
27. Пырков В.В. Особенности современных систем водяного отопления. 2-е изд., перераб. и доп. — К.: ІДП Таки справи, 2003.
28. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика / ООО с ИИ «Данфосс ТОВ». — К.: Таки справи, 2005.
29. Садовская Т.И. Системы поквартирного отопления // Энергосбережение. 2003. № 1.
30. Сканава А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов. — М.: Изд. АСВ, 2002.
31. Инженерные системы многофункциональных высотных комплексов. Вопросы и ответы // АВОК. 2007. № 2.

