

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Пособие

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

AB-QM

динамическая
балансировка при
любых режимах
системы отопления

RB.00.M7.50

www.danfoss.ru



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

Пособие
RB.00.M7.50

Москва
ООО «Данфосс»
2016

Настоящее пособие «Проектирование автоматизированных систем водяного отопления многоэтажных жилых и общественных зданий» RB.00.M7.50 выпущено взамен пособия RB.00.M6.50 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 термoeлементом Living 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. Волыхина, 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 и VVN@danfoss.ru

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

Содержание

Введение	4
Обзор приборов и устройств Danfoss для применения в автоматизированных системах отопления	6
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-KS и RLV-KD	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-5 и Indiv-5R	18
5.2. Квартирные теплосчетчики	19
6. Трубопроводная арматура	20
Особенности проектирования автоматизированных систем водяного отопления	21
1. Общие положения	21
2. Конструирование систем	21
2.1. Источник теплоснабжения	21
2.2. Параметры теплоносителя	21
2.3. Схемы систем отопления	22
2.4. Отопительные приборы	23
2.5. Трубопроводы и запорно-спускная арматура	24
2.6. Компенсация тепловых удлинений	24
2.7. Тепловая изоляция	25
2.8. Запорно-регулирующая арматура	25
2.9. Двухтрубные системы отопления	25
2.10. Однотрубные системы отопления	34
3. Расчет автоматизированных систем отопления	36
3.1. Общие положения	36
3.2. Тепловой расчет	36
3.3. Гидравлический расчет	36
Монтаж и наладка автоматизированных систем отопления	43
Местное регулирование	44
Заключение	45
Приложения	46
Приложение 1. Сводный перечень приборов и устройств Danfoss для автоматизации систем отопления многоэтажных жилых и общественных зданий	46
Приложение 2. Таблицы для выбора настроек пропускной способности клапанов радиаторных терморегуляторов типа RTR-N $D_y = 15$ мм	54
Приложение 3. Гидравлические характеристики элементов систем отопления	55
Приложение 4. Таблица зависимостей K_v , ΔP , G	56
Приложение 5. Таблица перевода единиц давления (перепада давлений)	56
Список используемой литературы	57

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 теплоснабжения.

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» теплопритоков 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 теплоснабжения, 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

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.



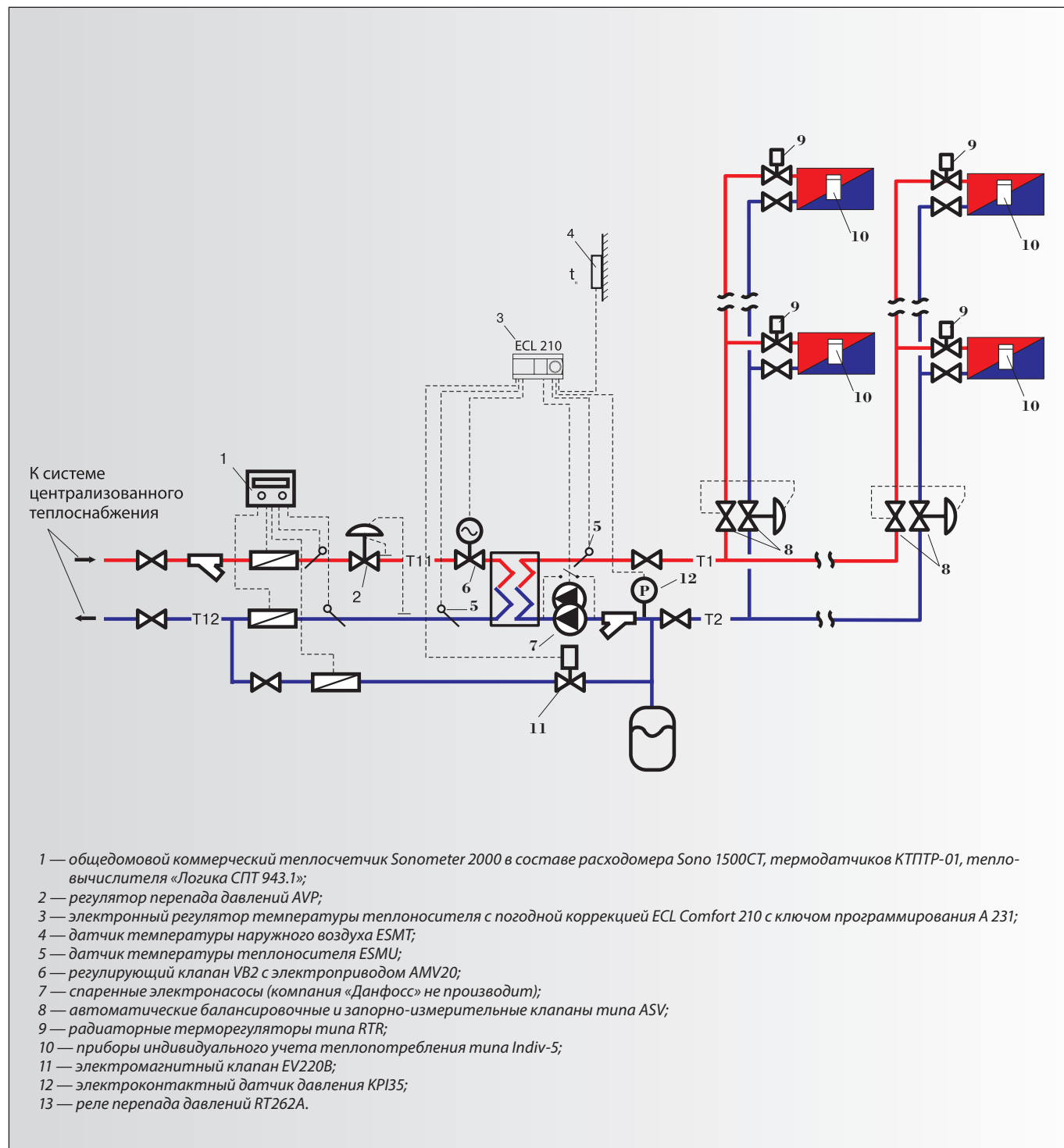
быть также оборудованы средствами коммерческого «общедомового» и индивидуального учета теплоснабжения.

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».

Рис. 1. Пример комплексной автоматизации двухтрубной системы водяного отопления с применением оборудования компании «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 типа RTR-N, RTR-DV или RTR-G и автоматического термостатического элемента, как правило, RTR 7000.

С 2011 года началось производство электронных программируемых термостатов living eco, которые могут замещать собой термозапчасти RTR 7000.

1.2. Устройство и принцип действия термостатического элемента

Термозапчапа является главным устройством автоматического регулирования. Внутри термозапчапа типа RTR 7000 (рис. 3) находится замкнутая гофрированная емкость — сильфон (1), который связан через шток термозапчапа (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».

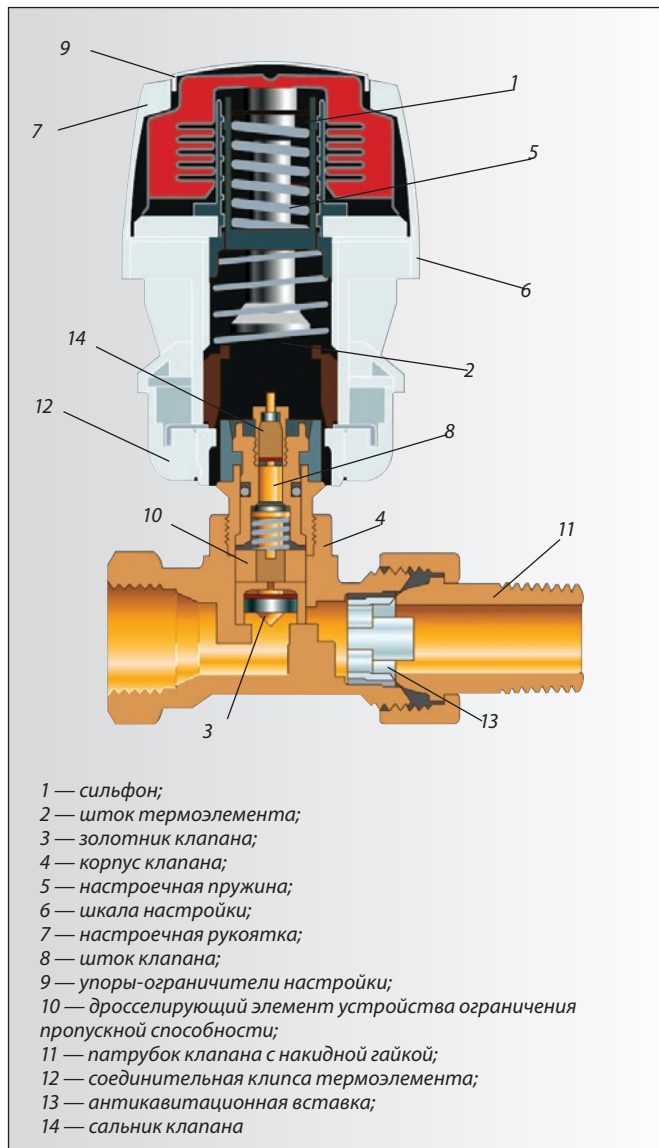
Это уникальное техническое решение запатентовано компанией и имеет ряд бесспорных преимуществ:

- 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» теплопоступлений в помещения;
- 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).

Рис. 2. Радиаторный терморегулятор RTR.



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



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

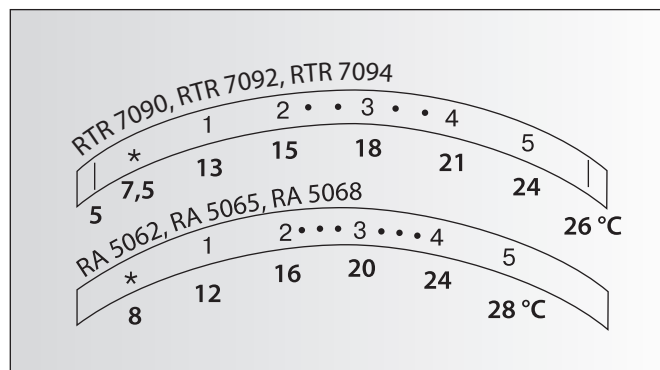
б) с выносным датчиком и диапазоном температурной настройки 5–26 °С. Выносной датчик представляет собой термобаллон, который соединен с сильфоном термоэлемента тонкой капиллярной трубкой длиной 2 м. Трубка намотана на термобаллон и при монтаже датчика вытягивается на нужную длину. Данные термоэлементы 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.

Рис. 4. Шкалы температурной настройки термоэлементов типа RTR.



Термоэлемент размещается на некотором расстоянии от регулирующего клапана терморегулятора и соединяется 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 регулирующими клапанами типа RA, 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 M30×1,5. Также жидкостными являются специальные термостатические элементы серии RAX белые, черные, «золотые» 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 living eco.

Главное отличие от традиционных термостатических элементов RTR 7000 заключается в установленных программах,

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 (типа 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 термоэлементы 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.

с помощью которых будет автоматически изменяться подача тепла по времени суток, дням недели или в период отпуска.

Термостат living eco представляет собой ПИД-контроллер электромеханического типа с шаговым моторчиком, который изменяет положение штока пропорционально изменению температуры в помещении.

Термостат сочетается как с новыми клапанами Danfoss типа RTR, так и с клапанами старого образца типа RTD или с клапанами других производителей (с резьбой М 30х1,5). 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 термостата living eco приведена в табл. 1 (стр. 11).

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

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

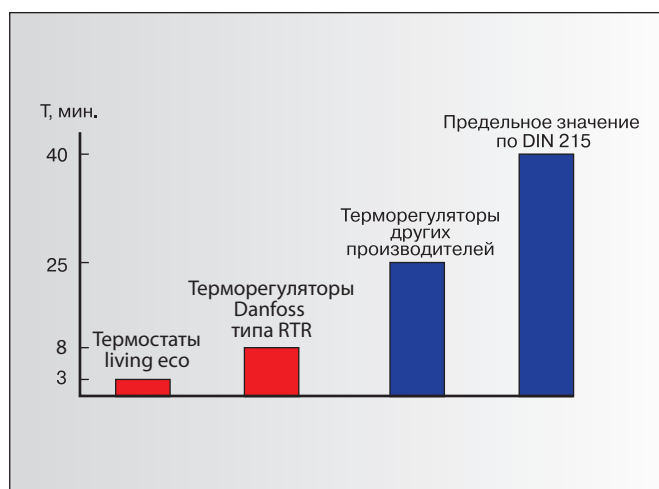


Рис. 5. Стандартные термостатические элементы Danfoss серии RTR 7000 и термостат living eco.



Таблица 1. Термостатические элементы Danfoss серии RTR 7000

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

Таблица 2. Термостат living eco

Описание модели	Диапазон настройки температуры T, °C	Кодовый номер
Термостат living eco с адаптерами RTR и K	6–28	014G0051
Адаптер для установки living eco на клапаны Danfoss RTD		014G0253

1.3. Какие бывают клапаны радиаторных терморегуляторов

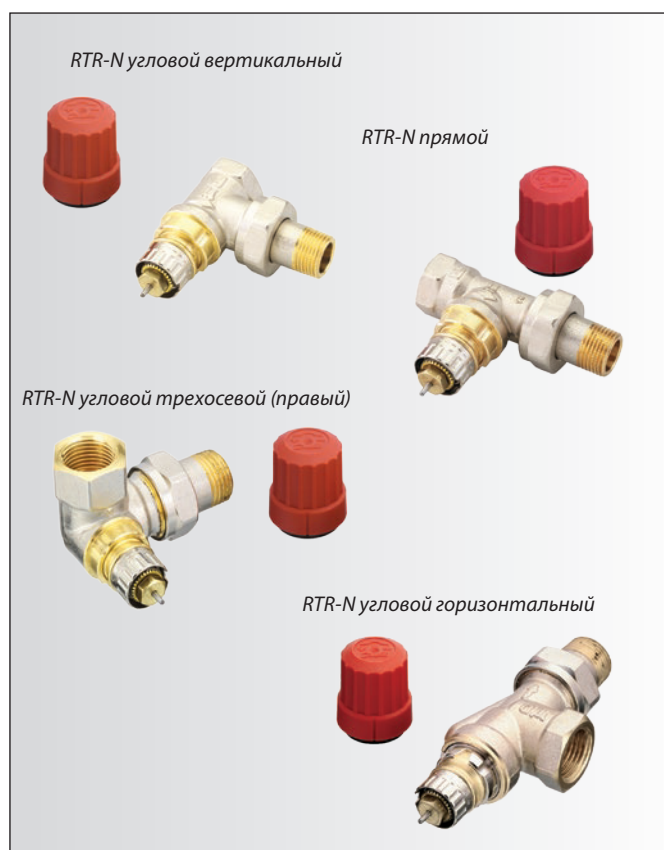
Регулирующие клапаны радиаторных терморегуляторов RA подразделяются на несколько типов: RTR-N и RA-DV (для двухтрубных насосных систем отопления) и RTR-G (для одно-трубных насосных и двухтрубных гравитационных систем)¹⁾.

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 $D_y = 15$ мм RA-NCX с хромированным корпусом, который обычно применяется совместно с термoelementами RAX в хромированном или цветном исполнении.

Клапаны RA-NCX используются в редких случаях, а клапаны RA-N $D_y = 10$ и 25 мм вообще не находят в России практического применения, поэтому они в настоящем пособии не представлены. Угловой горизонтальный и трехходовой 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 $D_y = 15$ мм с патрубком для прессового соединения с медной трубой $\varnothing 15 \times 1$ мм, который применяется в горизонтальных поквартирных системах отопления.

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

Рис. 7. Клапаны терморегуляторов RTR-N.



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 $3\frac{1}{4}$. 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.

¹⁾ Гравитационные системы в многоэтажных зданиях не применяются и в настоящем пособии не рассматриваются.

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.

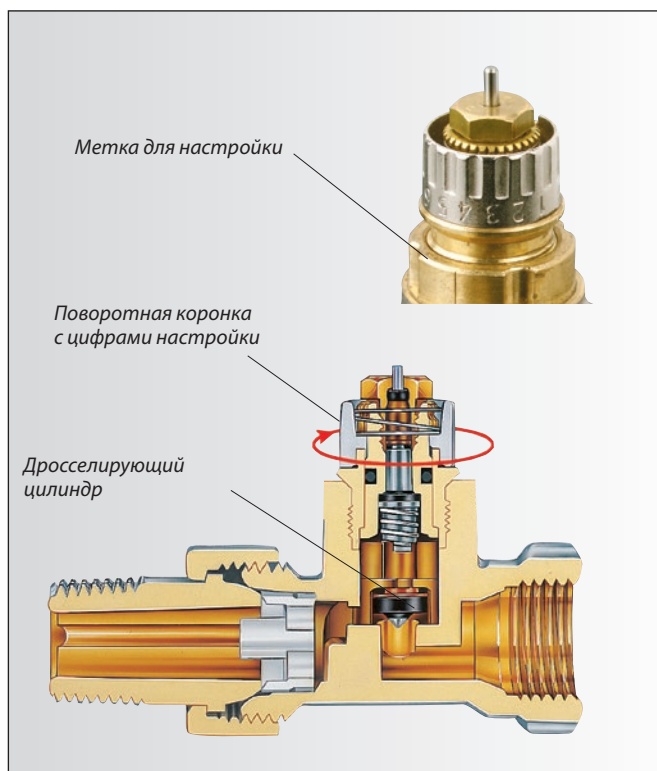


Таблица 2. Клапаны RTR-N

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность клапана K_v , м ³ /ч, при значениях предварительной настройки									Макси- мальное давление, бар		Предель- ный перепад давлений $\Delta P_{кл}$, бар	Макси- мальная темпе- ратура тепло- носителя T , °C	Кодовый номер
				с термoeлементом при $X_p = 2^\circ C$													
		вх.	вых.	1	2	3	4	5	6	7	N	N	P_y	$P_{пр.}$			
RTR-N 15 (никели- рован- ный)	Угловой вертикальный	Вн. ½	Нар. ½	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. ½	Нар. ½														013G7014
	Угловой гори- зонтальный (УК)	Вн. ½	Нар. ½														013G7048
	Угловой трех- осевой (правое исполнение)	Вн. ½	Нар. ½														013G7021
	Угловой трех- осевой (левое исполнение)	Вн. ½	Нар. ½														013G7022
RTR-N 20 (никели- рован- ный)	Угловой верти- кальный	Вн. ¾	Нар. ¾	0,10	0,15	0,17	0,26	0,35	0,46	0,73	1,04	1,40					013G7015
	Прямой	Вн. ¾	Нар. ¾														013G7016
	Угловой гори- зонтальный (УК)	Вн. ¾	Нар. ¾														013G7049

Клапаны серии RA-DV предназначены для использования в двухтрубных системах отопления совместно с термoeлементами с присоединением Данфосс RTR.

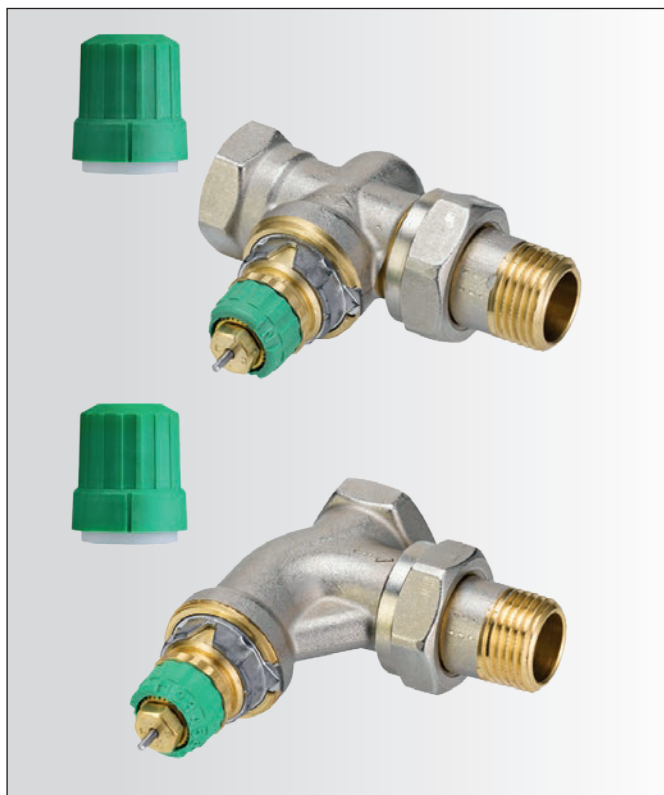
Динамические клапаны RA-DV оснащены встроенной функцией предварительной настройки для ограничения максимального расхода, проходящего через клапан. Ограничить максимальный расход можно в диапазоне 20–125 л/ч.

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 HE 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.

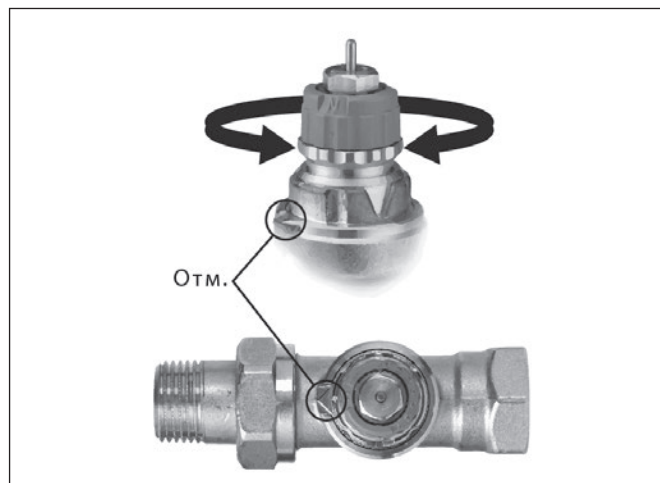
Для предотвращения отложений и коррозии клапаны RA-DV следует применять в системах водяного отопления, где теплоноситель отвечает требованиям Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. В других случаях необходимо обращаться в компанию «Данфосс». Не рекомендуется 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 ΔР _{кл.} , бар	Макс. температура теплоносителя Т, °С	Кодовый номер
				С газоконденсатным термоэлементом серии RTR 7000								N без т/э						
		вх.	вых.	1	2	3	4	5	6	7	N		Р _у	Р _{пр.}				
RA-DV 10	Угловой	Вн. 3/8	Нар. 3/8	20	25	30	40	50	75	95	125	135	10	16	0,6	95	013G7711	
	Прямой	Вн. 3/8	Нар. 3/8														013G7712	
RA-DV 15	Угловой	Вн. 1/2	Нар. 1/2														013G7713	
	Прямой	Вн. 1/2	Нар. 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.

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 прямыми и угловыми. В пособии не представлены клапаны RTR-G $D_y = 25$ 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 соединительной 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 одноконтурных 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.

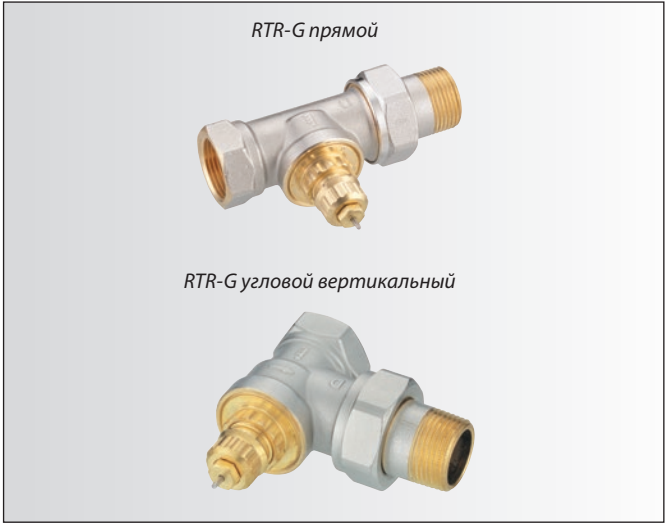
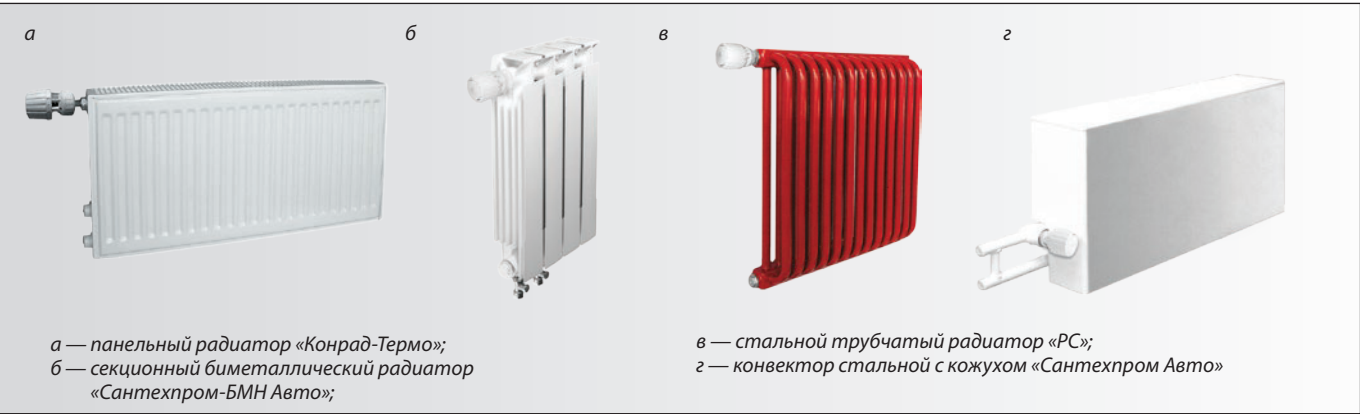


Таблица 4. Клапаны RTR-G

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность клапана K_v , м ³ /ч		Максимальное давление, бар		Предельный перепад давлений $\Delta P_{кл.}$, бар	Максимальная температура теплоносителя T , °C	Кодовый номер
		вх.	вых.	с термoeлементом при $X_p = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$	без т/э (K_{vs})	P_y	$P_{пр.}$			
RTR-G 15	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 20	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 Danfoss типа RTR-G — высокая пропускная способность (прямой RTR-G $D_y = 20$ мм имеет $K_v = 2,06$ м³/ч при $X_p = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Это важно в одноконтурных 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 термостатами, заполненными жидкостью). 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, если потребуется, 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 типа 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.

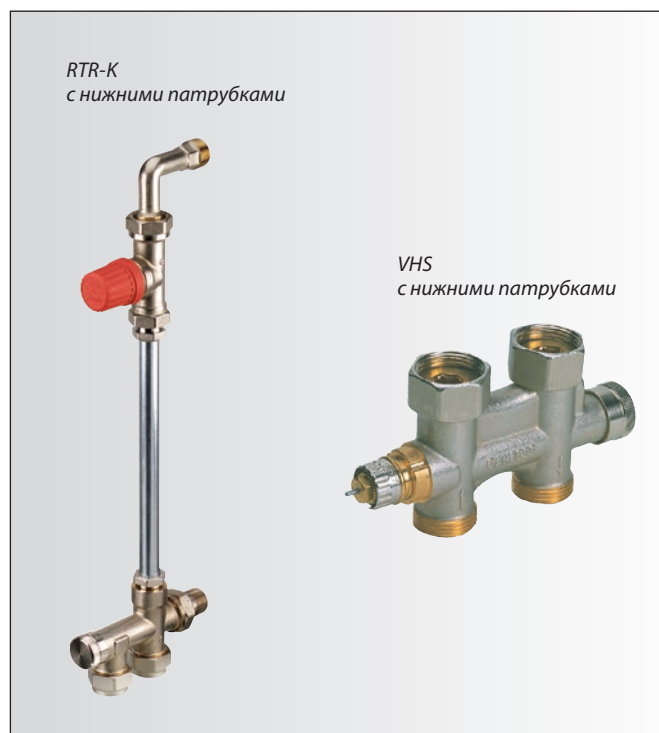
Гарнитура состоит из клапанного элемента, соединительной трубки и детали для присоединения трубопроводов (табл. 5). Все эти детали, а также стандартный термостатический элемент терморегулятора заказываются отдельно.

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 типа 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 патрубков D _у , мм ¹⁾	Пропускная способность гарнитуры K _v , м ³ /ч, при значениях предварительной настройки									Давление, бар		Максимальная температура теплоносителя T, °C	Кодовый номер
			с термозлементом при X _p = 2 °C												
			1	2	3	4	5	6	7	N	N	P _y	P _{np}		
RTR-K	Клапан RTR-K	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	15/–	—												013G7041

¹⁾ В числителе — диаметр патрубка для соединения с радиатором (наружная резьба), в знаменателе — для соединения с трубопроводом (наружная резьба).

Таблица 6. Присоединительно-регулирующая гарнитура VHS

Тип	Исполнение	Диаметр патрубков D_p , мм		Пропускная способность гарнитуры K_v , м ³ /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								без т/э (K_{vs})				
				1	2	3	4	5	6	7	N	N	усл.	исп.		
VHS	С нижними патрубками	15 ¹⁾	20 ¹⁾	0,02	0,04	0,07	0,12	0,19	0,27	0,33	0,48	0,57	10	16	120	013G4742
		20 ²⁾		0,02	0,04	0,07	0,12	0,19	0,27	0,33	0,48	0,57	10	16		013G4744

¹⁾ Наружная резьба.

²⁾ Внутренняя резьба.

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 термoeлемента металлической рукояткой (кодированный номер 013G3300). Слив производится через дренажную насадку со штуцером под шланг (кодированный номер 003L0152), которая в этом случае надевается на клапан RLV.

Клапан RLV выпускается прямым и угловым $D_y = 10$ (в пособии не приведен из-за отсутствия практического применения в России), 15 и 20 мм, а также в двух модификациях — с латунным никелированным или хромированным корпусом (RLV-CX). RLV-CX применяется исключительно совместно с хромированными терморегуляторами при особых требованиях заказчика к дизайну помещений (в пособии также не представлен).

Рис. 12. Запорный радиаторный клапан RLV.



Таблица 7. Запорный радиаторный клапан RLV

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность клапана K_{vs} , м ³ /ч	Давление, бар		Максимальная температура теплоносителя T, °C	Кодовый номер		
		к радиатору	к трубопроводу		P _y	P _{пр.}				
RLV-15	Прямой	Нар. 1/2	Вн. 1/2	2,5	10	16	120	003L0144		
	Угловой	Нар. 1/2	Вн. 1/2					003L0143		
RLV-20	Прямой	Нар. 3/4	Вн. 3/4	3,4						003L0146
	Угловой	Нар. 3/4	Вн. 3/4							003L0145

3.2. Запорно-присоединительные радиаторные клапаны RLV-KS и RLV-KD

Клапаны RLV-KS и RLV-KD (рис. 13, табл. 8) предназначены для присоединения отопительных приборов с «донными» патрубками к горизонтальным разводящим трубопроводам двухтрубной системы отопления.

Оба клапана позволяют отключить отдельный отопительный прибор от трубопроводной сети, а клапан RLV-KD — слить из него воду через насадку (аналогично клапана RLV).

Рис. 13. Запорно-присоединительные радиаторные клапаны.



Таблица 8. Запорно-присоединительные радиаторные клапаны RLV-KS и RLV-KD

Тип	Исполнение	Резьба штуцеров, дюймы		Пропускная способность клапана K_{vs} , м ³ /ч	Давление, бар		Максимальная температура теплоносителя T, °C	Кодовый номер
		к радиатору	к трубопроводу		P _y	P _{пр.}		
RLV-KS	Прямой	Нар. 1/2	Нар. 3/4	1,3	10	16	120	003L0220
		Вн. 3/4	Нар. 3/4					003L0221
RLV-KD	Прямой	Нар. 3/4	Нар. 3/4	1,0				003L0240
		Вн. 3/4	Нар. 3/4					003L0241

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 однотрубных систем и комбинированный балансировочный клапан, который сочетает в себе эти 2 функции.

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

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

4.2. Автоматические балансировочные клапаны

Автоматические балансировочные клапаны типа ASV-PV 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 ASV-PV (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 ASV-M или запорно-балансировочный клапан ASV-I и ASV-BD, которые обычно устанавливаются совместно с клапаном ASV-PV.

Балансировочный клапан ASV-PV — 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 ASV-PV является также запорным. Кроме того, у клапанов $D_y = 15-40$ мм имеется спускной кран для дренажа стояка системы отопления.

Рис. 15. Автоматические балансировочные клапаны ASV-PV и клапаны ASV-M(I) для двухтрубных систем отопления.

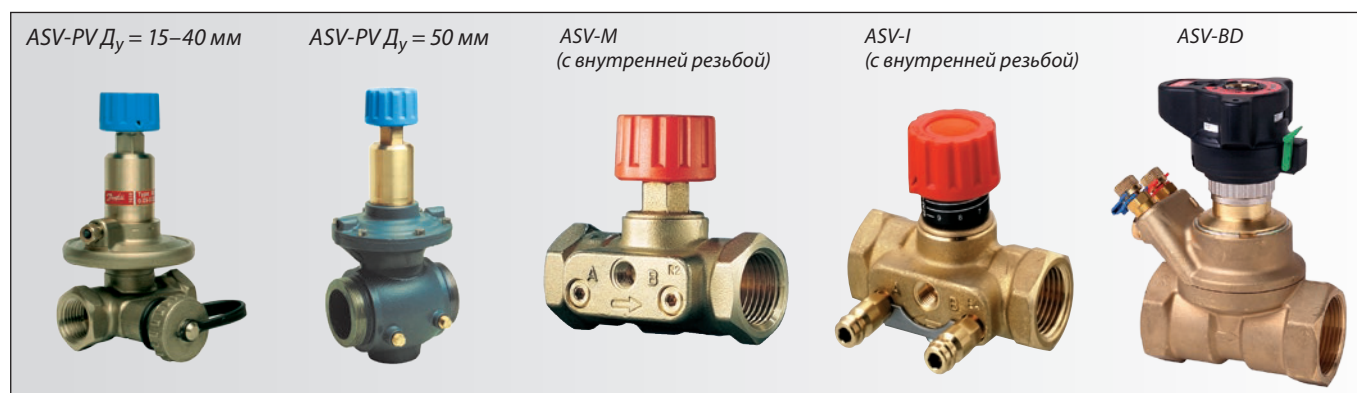


Таблица 9. Автоматические балансировочные клапаны ASV-PV, ASV-M ASV-I и ASV-BD

Условный проход клапана D_y , мм	Тип клапана	15	20	25	32	40	50
Пропускная способность клапана K_{vs} , m^3/h	ASV-PV, ASV-M, ASV-I	1,6	2,5	4,0	6,3	10,0	20(16) ¹⁾
	ASV-BD	3	6,0	9,5	18	26	40
Способ соединения с трубопроводом	ASV-PV, ASV-M, ASV-I	Внутренняя резьба					Наружная резьба ²⁾
	ASV-BD						Внутренняя резьба
Регулируемый перепад давлений $\Delta P_{рег}$, бар	ASV-PV	0,05–0,25; 0,2–0,6					
Условное давление P_y , бар	ASV-PV, ASV-M, ASV-I	16					
	ASV-BD	20					
Предельная температура теплоносителя T , °C	ASV-PV, ASV-M, ASV-I, ASV-BD	120					
Кодовый номер	ASV-PV	003L7601 ³⁾	003L7602 ³⁾	003L7603 ³⁾	003L7604 ³⁾	003L7605 ³⁾	003Z0611 ³⁾
		003L7711 ⁴⁾	003L7712 ⁴⁾	003L7713 ⁴⁾	003L7714 ⁴⁾	003L7715 ⁴⁾	003Z0621 ⁵⁾
	ASV-M	003L7691	003L7692	003L7693	003L7694	003L7695	003L7702
	ASV-I	003L7641	003L7642	003L7643	003L7644	003L7645	003L7652
	ASV-BD	003Z4041	003Z4042	003Z4043	003Z4044	003Z4045	003Z4046

¹⁾ Без скобок — для клапана ASV-PV, в скобках — для клапанов ASV-M и ASV-I.

²⁾ Для соединения с трубопроводом требуется комплект фитингов (кодированный номер 003L8162 — резьбовые, кодированный номер 003L8163 — приварные).

³⁾ Кодовые номера клапанов с диапазоном настроек 0,05–0,25 бар.

⁴⁾ Кодовые номера клапанов с диапазоном настроек 0,2–0,6 бар.

⁵⁾ Кодовый номер клапана с диапазоном настроек 0,2–0,4 бар.

Таблица 10. Выбор настройки автоматического балансировочного клапана ASV-PV

Количество оборотов шпинделя	Регулируемый перепад давлений $\Delta P_{рег}$, бар, для клапанов ASV-PV с разным диапазоном настройки		
	0,05–0,25	0,2–0,4	0,2 – 0,6
0	0,25	0,40	0,6
1	0,24	0,39	0,58
2	0,23	0,38	0,56
3	0,22	0,37	0,54
4	0,21	0,36	0,52
5	0,20	0,35	0,5
6	0,19	0,34	0,48
7	0,18	0,33	0,46
8	0,17	0,32	0,44
9	0,16	0,31	0,42
10	0,15	0,30	0,4
11	0,14	0,29	0,38
12	0,13	0,28	0,36
13	0,12	0,27	0,34
14	0,11	0,26	0,32
15	0,10	0,25	0,3
16	0,09	0,24	0,28
17	0,08	0,23	0,26
18	0,07	0,22	0,24
19	0,06	0,21	0,22
20	0,05	0,20	0,2

Автоматические балансировочные клапаны типа АВ-QM (рис. 16, табл. 11) 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 АВ-QM могут оснащаться термостатическими элементами QT (рис. 17, табл. 12). 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. Автоматические балансировочные клапаны АВ-QM для однотрубных систем отопления.



Таблица 11. Автоматический балансировочный клапан АВ-QM с измерительными ниппелями

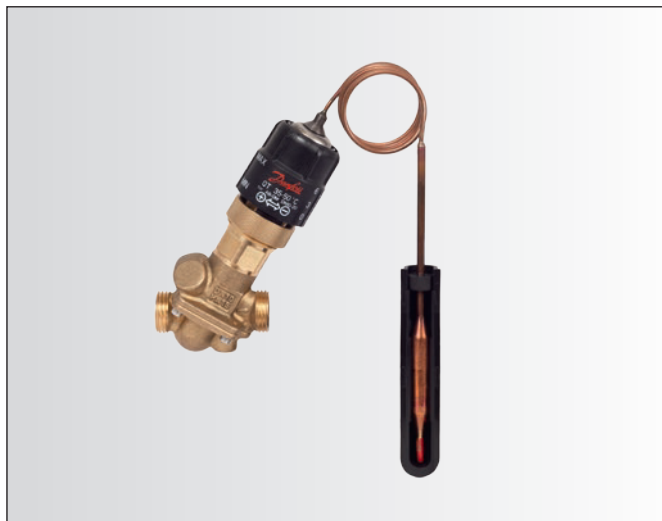
Условный проход клапана D_y , мм	15	20	25
Диапазон настройки расхода G , m^3/h	0,09–0,45	0,18–0,90	0,34–1,70
Способ соединения с трубопроводом	Наружная резьба		
Минимальный перепад давлений на клапане $\Delta P_{кл.}$, бар	0,16		0,20
Максимальный перепад давлений на клапане $\Delta P_{кл.}$, бар	4		
Условное давление P_y , бар	16		
Предельная температура теплоносителя T , °C	120		
Кодовый номер	003Z1212	003Z1213	003Z1214

Таблица 12. Термостатический элемент QT для клапанов АВ-QM

Условный проход клапана АВ-QM, мм	Диапазон температурной настройки термoeлементa QT, °C	Кодовый номер
15–20	45–60	003Z0382
25–32	45–60	003Z0383

Настройка балансировочных клапанов АВ-QM производится поворотом предназначенного для этого кольца до совмещения метки на нем с цифрой на шкале, обозначающей процент (%) от максимального значения расхода по строке табл. 11 «Диапазон настройки расхода» (правая цифра).

Рис. 17. Балансировочный клапан АВ-QM с термостатическим элементом QT.



Автоматический комбинированный балансировочный клапан АВ-PM (рис. 18, табл. 13) функционирует как регулятор перепада давлений, ограничитель расхода и как клапан с дистанционным управлением (при установке на него термоэлектропривода). 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 ASV-I.

Рис. 18. Автоматический балансировочный клапан АВ-PM.



Таблица 13. Автоматический комбинированный балансировочный клапан АВ-PM

Условный проход D_y , 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 ΔP_r при отсутствии расхода, кПа	22		
Диапазон перепада давлений на клапане, кПа	16–400		
Условное давление P_y , бар	16		
Предельная температура теплоносителя $T_{\text{макс.}}$, °C	120		
Кодовый номер	003Z1402	003Z1403	003Z1404

4.3. Ручные балансировочные клапаны

Ручные балансировочные клапаны — устройства вентильного типа с фиксацией положения его настройки на требуемую пропускную способность.

В системах отопления применяется ручной балансировочный клапан USV-I (рис. 19, табл. 14), который используется как ограничитель расхода через квартирные системы отопления. Зависимость пропускной способности клапана от положения шпинделя (количества оборотов) приведена в табл. 15.

Рис. 19. Ручной балансировочный клапан USV-I.



Таблица 14. Ручной балансировочный клапан USV-I

Условный проход клапана D_v , мм	15	20	25
Пропускная способность открытого клапана K_{VS} , м ³ /ч	1,6	2,5	4,0
Способ соединения с трубопроводом	Внутренняя резьба		
Условное давление P_y , бар	16		
Предельная температура теплоносителя T , °C	120		
Кодовый номер	003Z2131	003Z2132	003Z2133

Таблица 15. Выбор настройки клапана USV-I (ASV-I)¹⁾

Условный проход клапана D_v , мм	K_v клапана, м ³ /ч, при количестве оборотов его шпинделя от закрытого положения							Открытое положение
	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3	
15	0,2	0,4	0,8	1,1	1,3	1,5	1,6	1,6
20	0,3	0,7	1,3	1,7	2,0	2,3	2,5	2,5
25	0,4	1,1	1,9	2,7	3,3	3,6	3,9	4,0

¹⁾ ASV-I используется совместно с автоматическими балансировочными клапанами ASV-PV в многоквартирных системах отопления.

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 многоквартирных 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-5 и Indiv-5R

Приборы индивидуального учета теплотребления (счетчики-распределители) Indiv-5 и Indiv-5R (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

Рис. 20. Прибор индивидуального теплоучета типа Indiv.



теплоотдачи прибора отопления. Эти данные могут считываться визуально с миниатюрного дисплея Indiv-5 или передаваться по радиоканалу с Indiv-5R в единый расчетный центр, где по специальной программе определяется доля зафиксированного общедомовым теплосчетчиком теплотребления, приходящаяся на каждого потребителя (квартиру).

Счетчик-распределитель устанавливается, как правило, на поверхности нагрева отопительного прибора с использованием специального адаптера. При плохом прохождении радиосигнала через ограждения здания Indiv-5R (с выносным датчиком) может размещаться на стене.

Наиболее полная информация о системе учета теплотребления с применением счетчика-распределителя Indiv-5 и Indiv-5R представлена в каталоге ООО «Данфосс» «Средства учета тепловой энергии» [17].

Рис. 21. Квартирные теплосчетчики.



5.2. Квартирные теплосчетчики

В соответствии с требованиями п. 6.1.3 СНиП 41–01–2003 [1] в поквартирных системах отопления с горизонтальной разводкой трубопроводов для организации индивидуального учета теплотребления должны быть установлены квартирные теплосчетчики. Они не являются коммерческими приборами учета, а служат для измерения и расчета распределения между квартирами потребленной энергии, зафиксированной общедомовым теплосчетчиком.

Компания «Данфосс» предлагает два вида теплосчетчиков (рис. 21):

- Sonometer 1100;
- M-Cal (модель 447).

Sonometer 1100 — теплосчетчик с ультразвуковым расходомером, способный работать при температуре теплоносителя в диапазоне 5–130(150) °С.

Теплосчетчик имеет широкую номенклатуру по номинальному расходу q_r (0,6–60 м³/ч), диаметру условного прохода расходомера D_y (15–100 мм), способу его соединения с трубопроводами системы (резьбовое, фланцевое), условному давлению P_y (16, 25 бар). Для поквартирного учета рекомендуется использовать Sonometer 1100 с резьбовым расходомерами $D_y = 15$ и 20 мм, номинальным расходом 0,6, 1,5, 2,5 м³/ч и рабочим давлением 16 бар. Теплосчетчики с большими параметрами (в настоящем пособии не представлены) могут применяться для измерения затрат тепловой энергии другими индивидуальными потребителями.

Отличительной особенностью Sonometer 1100 является высокий уровень его чувствительности, надежности и точности измерений. Имея класс 2 точности по ГОСТ ЕН 1434, он обеспечивает измерение расходов теплоносителя в динамическом диапазоне 1:250 (при полном диапазоне 1:1500). Такая точность особенно важна для индивидуального учета тепловой энергии, когда требуется корректное измерение при значительном сокращении расхода теплоносителя. Теплосчетчик имеет минимальные в своем классе потери давления 3,8–12,8 кПа в зависимости от D_y и не требует до и после себя прямых участков трубопровода.

Sonometer 1100 обладает широкими коммуникационными возможностями. Через встраиваемый модуль входных импульсов он позволяет подключать к себе до двух дополнительных импульсных приборов учета (например, счетчиков горячей и холодной воды), обрабатывать их сигналы, хранить

и передавать учетные данные. Кроме импульсных модулей входа и выхода Sonometer 1100 имеет порты для подключения интерфейсных модулей M-bus, RS232, RS485, а также встроенный радиомодуль с частотой 868,95 МГц. Теплосчетчик также может подключаться к компьютеру для локального считывания данных и настройки прибора через оптический порт.

Теплосчетчик M-Cal имеет компактную конструкцию. В его состав входит механический многопоточный расходомер, электронный тепловычислитель и два датчика температуры Pt 500, причем один из них уже вмонтирован в корпус расходомера, а другой устанавливается в специальный шаровой кран. Теплосчетчик M-Cal работает в диапазоне температур от 5 до 90 °С и может быть установлен на подающий или обратный трубопровод. Он имеет потери давления 24–25 кПа при номинальных расходах. Теплосчетчик выпускается в версиях с номинальным расходом 0,6, 1,5, 2,5 м³/ч и $D_y = 15$ и 20 мм.

Точность измерения M-Cal соответствует требованиям стандарта ЕН 1434 класс 2. Динамический диапазон измерения расхода составляет 1:100. M-Cal имеет оптический интерфейс и оснащается встроенным модулем импульсного выходного сигнала или модулем M-bus, позволяющими подключать прибор к распределенной сети сбора данных.

Для соединения расходомеров с трубопроводом используются резьбовые патрубки с накидными гайками.

Литевая батарея прибора рассчитана на 12 лет службы.

Номенклатура квартирных теплосчетчиков приведена в Приложении 1 (стр. 53), с подробными техническими характеристиками можно ознакомиться в каталоге «Средства учета тепловой энергии» [17].

Для диспетчеризации индивидуального поквартирного учета компания «Данфосс» предлагает решение, основанное на стандарте M-bus EN1434–3. Стандарт M-bus обеспечивает сбор данных с теплосчетчиков или других приборов учета по витой медной паре произвольной конфигурации общей протяженностью до нескольких километров.

Предлагаемое комплексное решение включает в себя как аппаратные средства (M-bus концентраторы Izar Center Memory или Izar Center, преобразователи импульсного сигнала в протокол M-bus Hydro Port Pulse или Izar Port Pulse Mini), так и программные продукты, делающие процесс создания и настройки сети интуитивно понятным, не требующим специальных знаний, и позволяющие достичь высокой степени автоматизации рутинных операций сбора, обработки и хранения учетных данных.

6. Трубопроводная арматура

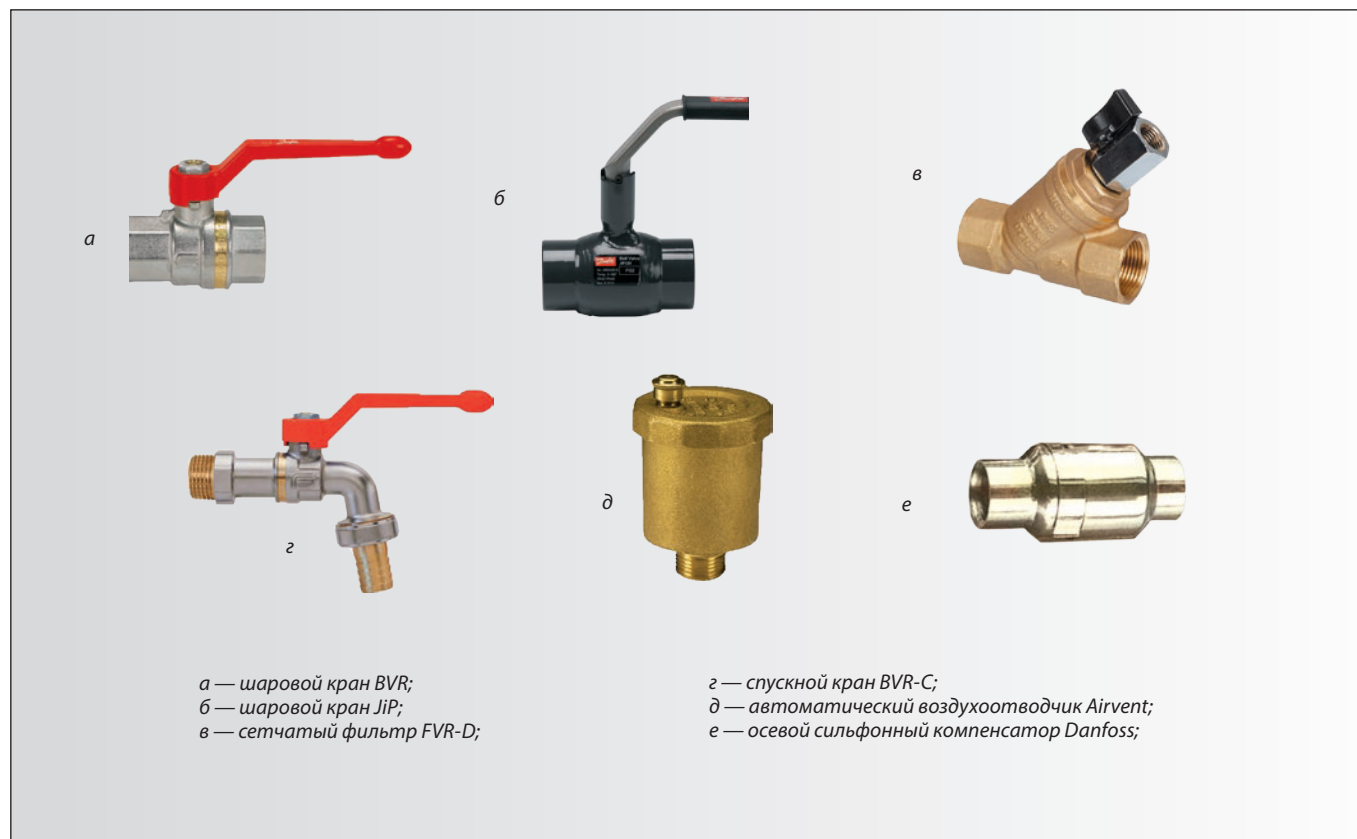
Компания «Данфосс» поставляет практически весь спектр трубопроводной арматуры для оснащения систем отопления многоэтажных зданий (рис. 22):

- запорные и спускные шаровые краны серии BVR, а также воздухоотводчики Airvent;
- стальные шаровые краны типа JiP для установки на магистральных трубопроводах;

- сетчатые фильтры FVR, FVR-D и FVF;
- поворотные затворы VFY, SYLAX;
- обратные клапаны 402, 462, 802, 812, 805, 895 и NRV EF.
- осевые сильфонные компенсаторы Danfoss.

Полный перечень арматуры представлен в каталоге [18].

Рис. 22. Трубопроводная арматура.



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. 23). 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. 23, а).

Допускается и зависимое присоединение системы к теплосети через смесительный узел с циркуляционным насосом (рис. 23, 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. 23, в).

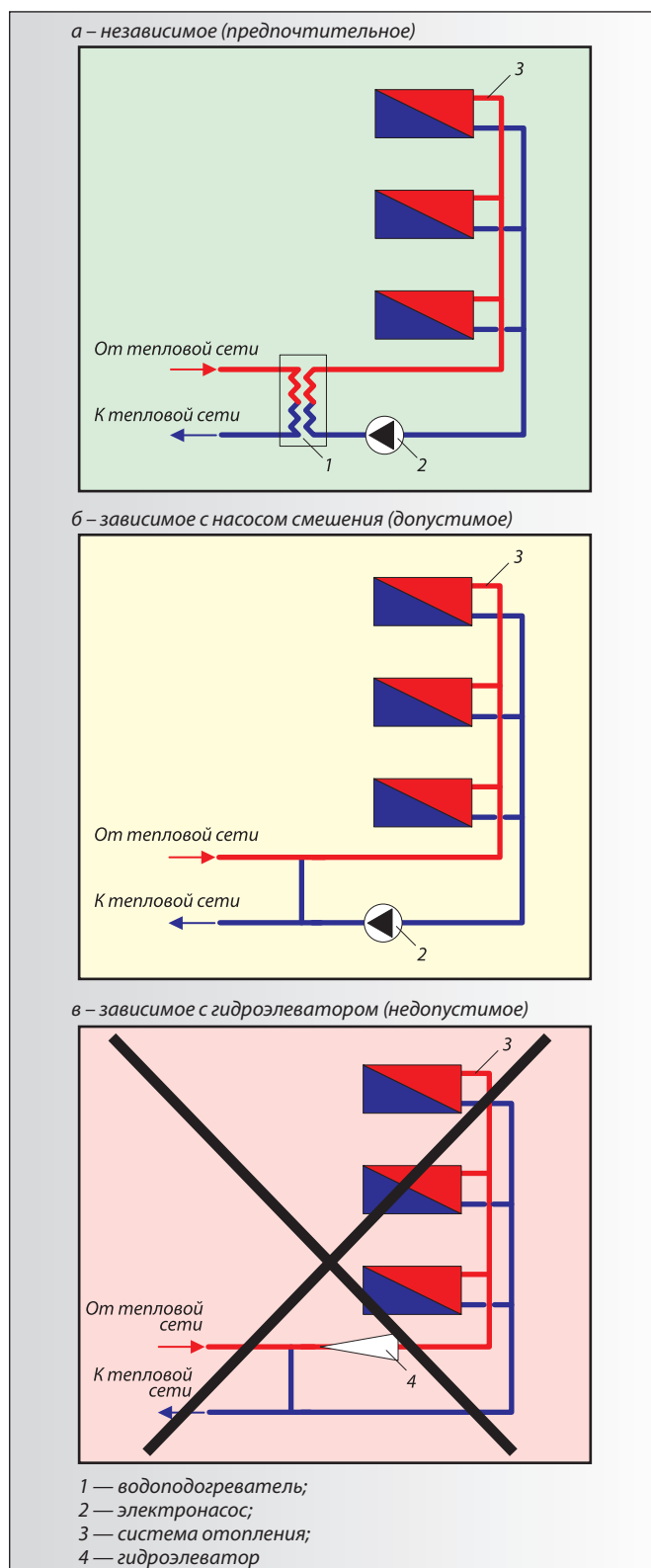
Узлы присоединения должны оснащаться средствами регулирования отпуска теплоты на отопление.

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 санитарно-гигиеническими требованиями (105 °С — для однетрубных и 95 °С — для вертикальных двухтрубных систем отопления) и техническими условиями заводов — изготовителей отопительных приборов, трубопроводов и другого оборудования для отопительных систем.

Рис. 23. Присоединение автоматизированных систем отопления к тепловым сетям централизованного теплоснабжения.



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

Гидростатическое давление (высота системы отопления) не должно быть свыше 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. 24).

Для применения радиаторных терморегуляторов наилучшим образом подходят двухтрубные системы отопления. В них отопительные приборы присоединены к трубопроводам

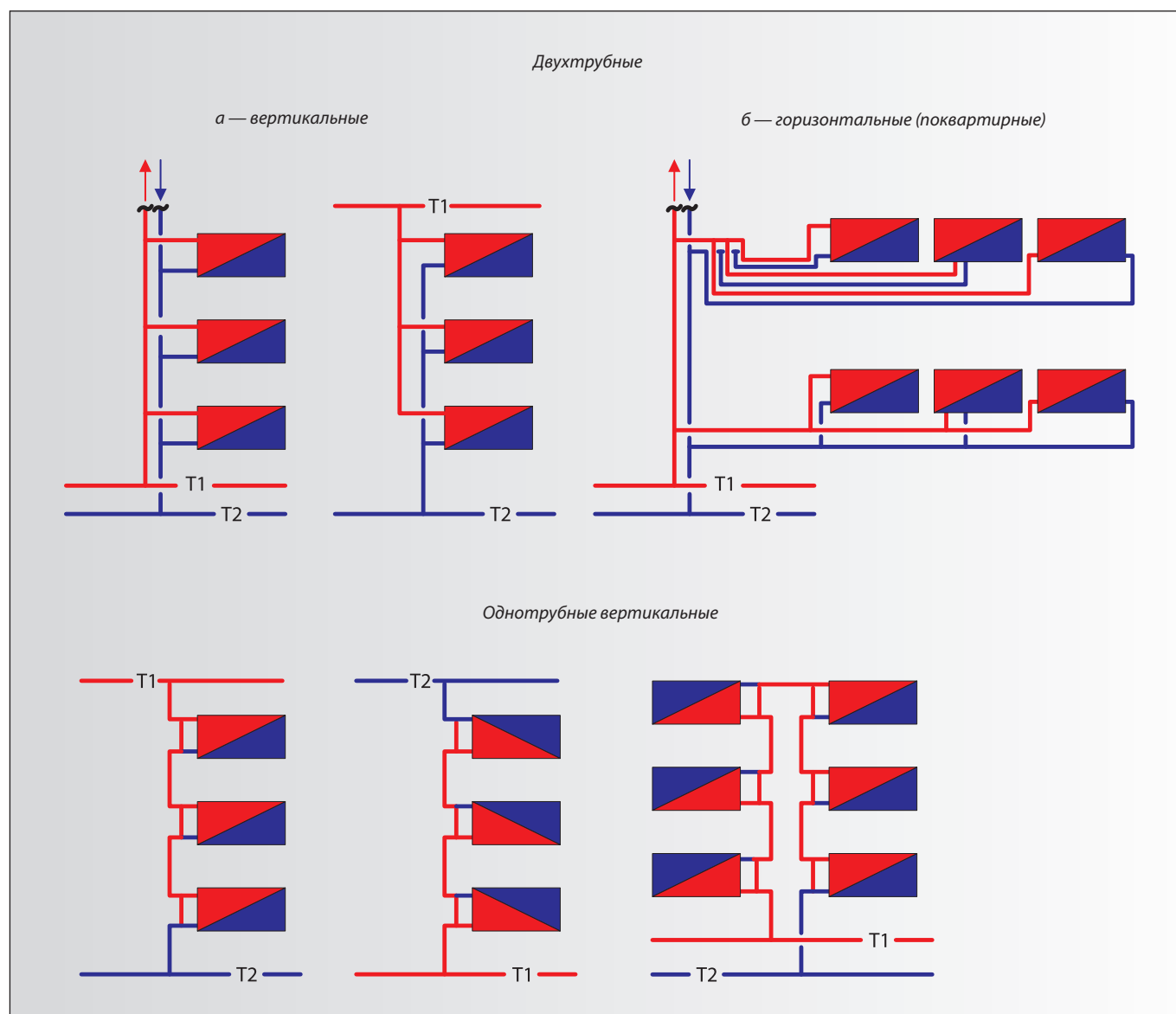
параллельно. Поэтому срабатывание терморегуляторов на одних отопительных приборах системы отопления не вызывает (при определенных условиях) изменения теплоотдачи других приборов. Таким образом, автоматические радиаторные терморегуляторы изначально были разработаны именно для двухтрубных систем отопления, 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 индустриальными методами строительства.

Двухтрубные автоматизированные системы отопления бывают вертикальные и горизонтальные.

В зависимости от объемно-планировочного решения здания (наличия подвалов, чердаков, технических этажей),

Рис. 24. Типы автоматизированных систем отопления.



принятой системы теплоснабжения и т.д. магистральные трубопроводы могут прокладываться (рис. 25):

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

Схема с нижней разводкой магистралей (рис. 25, 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. 25, 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 однетрубных систем при наличии чердака или технического этажа.

Схему с верхней разводкой магистральных трубопроводов (рис. 25, 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. 26). 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

Рис. 25. Разводка магистральных трубопроводов.

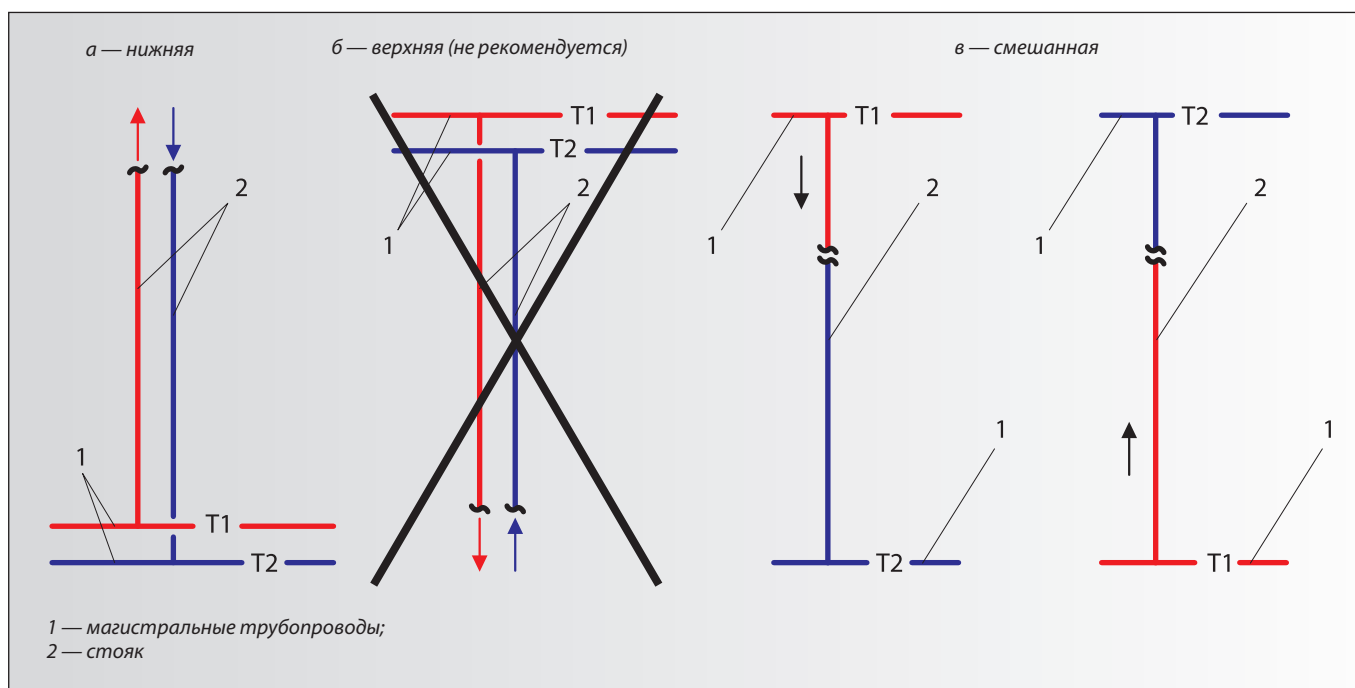
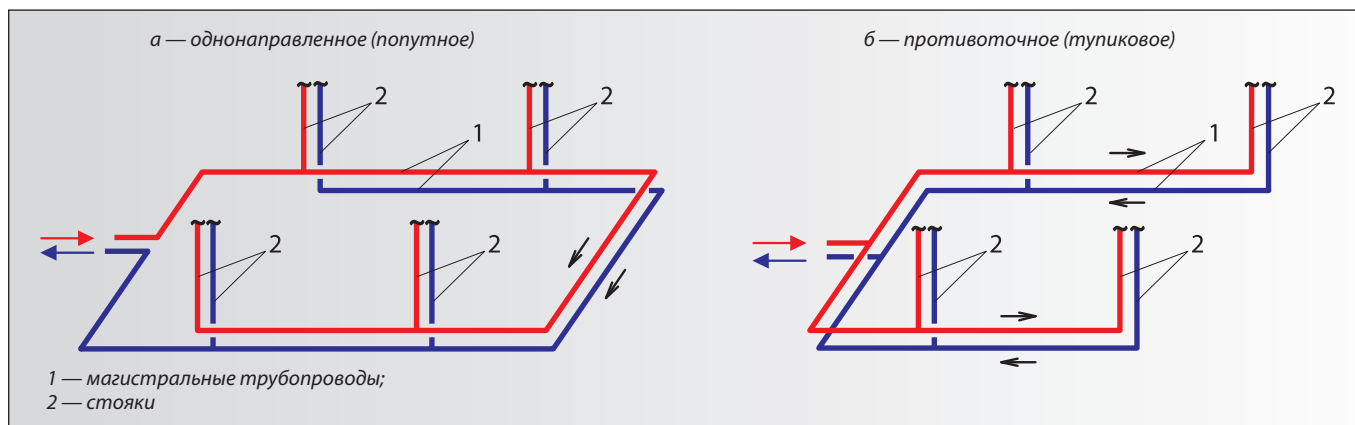


Рис. 26. Направление движения теплоносителя по магистральным трубопроводам.



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 многоквартирных 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. 27, а) для контроля случайных утечек теплоносителя. При наличии дренажных приямков или трапов для спуска стояков можно допустить применение шлангов (рис. 27, 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).

Рис. 27. Устройство дренажа стояков.

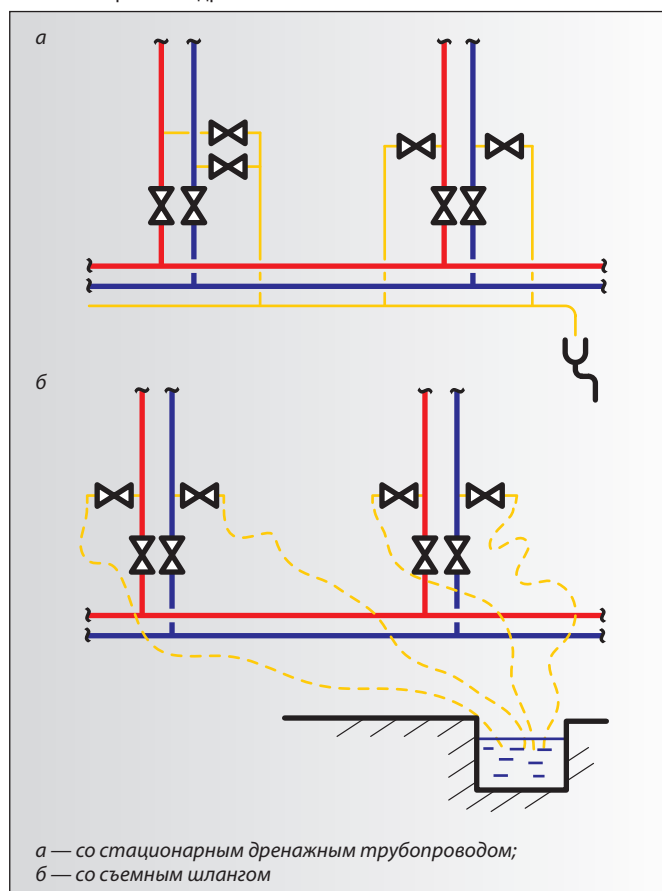
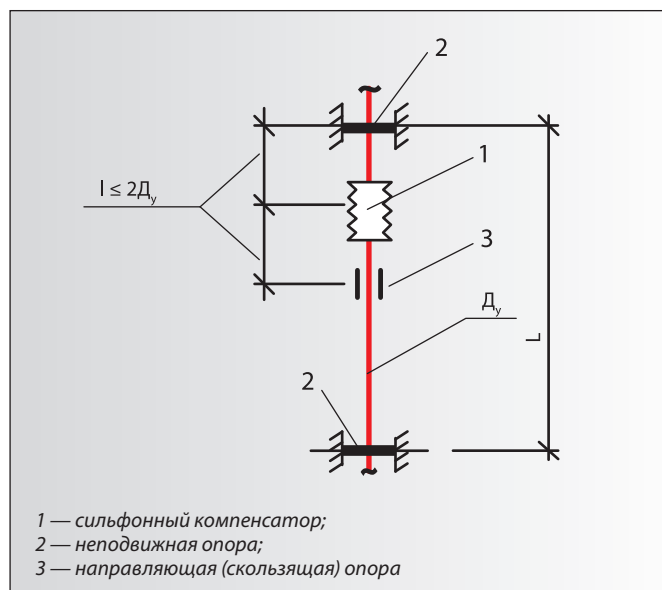


Рис. 28. Установка сильфонных компенсаторов Danfoss.



На трубопроводе для исключения его бокового смещения, а также поломки или заклинивания компенсатора необходимо предусмотреть скользящие опоры (рис. 28). 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 установка неподвижных опор осуществляются по величине удлинения трубопровода ΔL и компенсирующей способности компенсатора δ .

Удлинение трубопровода ΔL , 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, °C.

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 2δ , а δ), так как нет гарантии, что компенсаторы будут монтироваться в растянутом виде.

В зданиях с количеством этажей менее 8 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. 29). При этом должна быть предусмотрена неподвижная опора в середине стояка.

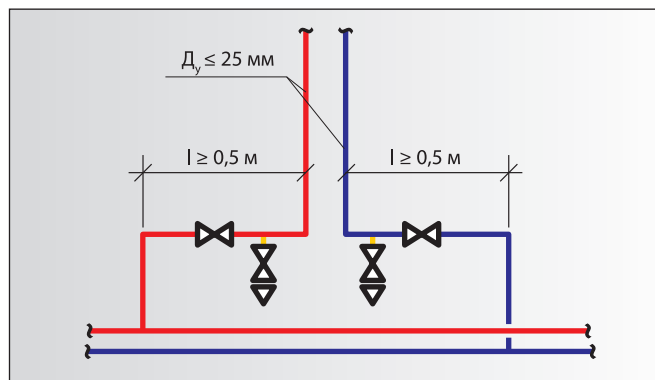
Для обеспечения свободного осевого перемещения трубопроводов в местах их пересечения стен и перекрытий необходимо установить гильзы с зазором между трубой и гильзой не менее 3–5 мм, заделанным эластичным материалом.

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.

2.7. Тепловая изоляция

Магистральные трубопроводы и разводящие стояки необходимо покрывать тепловой изоляцией. Не допускается теплоизолировать сильфонные компенсаторы и скользящие опоры, так как изоляция нарушит возможность компенсации. Тепловая изоляция может применяться из любых материалов, отвечающих требованиям пожарной безопасности.

Рис. 29. Устройство отступа стояка для компенсации теплового удлинения.



2.8. Запорно-регулирующая арматура

Радиаторные терморегуляторы

Радиаторные терморегуляторы могут применяться в системах водяного отопления с насосной циркуляцией теплоносителя¹⁾ 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.

Таблица 16. Тепловое удлинение трубопровода

$T_r, ^\circ\text{C}$	ΔL , 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

¹⁾ 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.

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 (см. стр. 11–12).

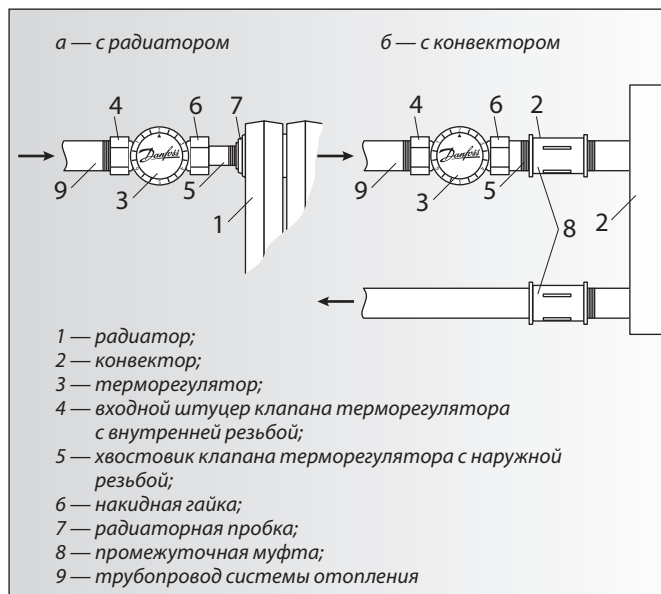
Для достижения максимальной теплоотдачи отопительного прибора подавать в него теплоноситель следует по схеме «сверху — вниз». В этой связи клапаны терморегулятора RTR-N и RA-DV устанавливаются в верхнюю пробку радиатора или на верхнем штуцере конвектора через промежуточную муфту (рис. 30). С учетом этих 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 $D_y = 15$ мм.

На всех без исключения клапанах терморегуляторов должны устанавливаться термостатические элементы.

Рис. 30. Соединение клапана терморегулятора с элементами системы отопления.



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

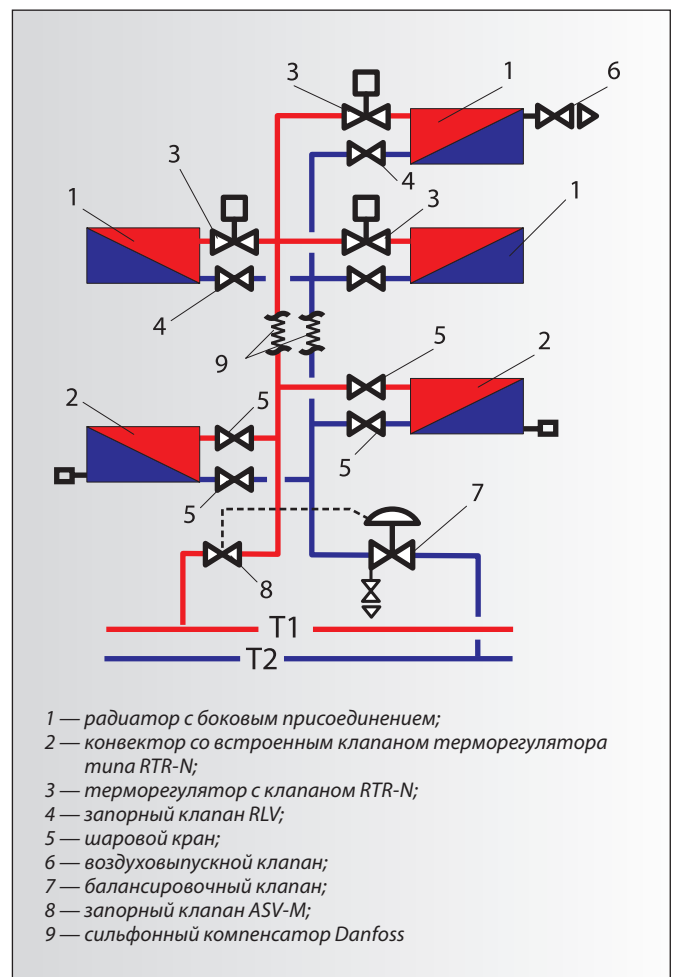
Тип термостатического элемента (со встроенным или выносным датчиком и др.) выбирается в зависимости от размещения отопительного прибора (см. стр. 9).

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

Устанавливается клапан RLV на обратной подводе 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.

Рис. 31. Стояк двухтрубной автоматизированной системы отопления с нижним расположением магистралей.



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. 31).

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 следует использовать 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.

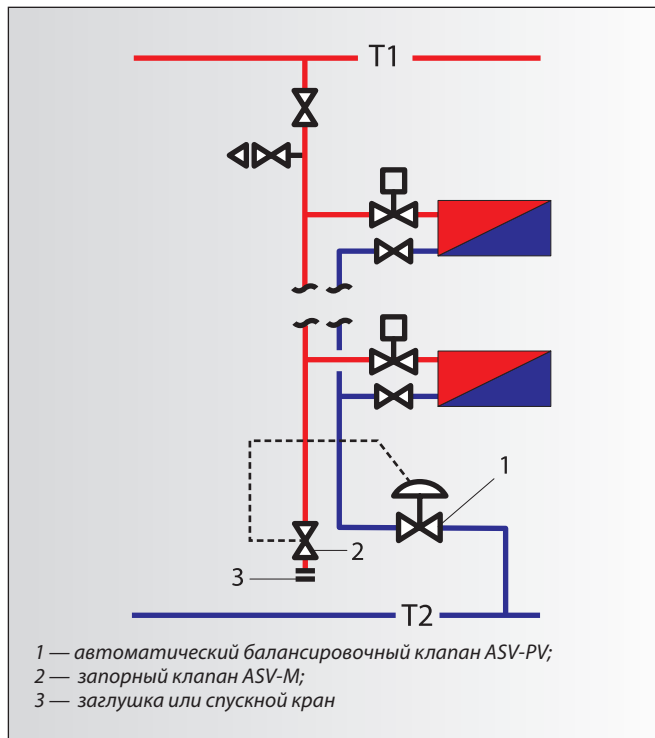
В целях обеспечения работы радиаторных терморегуляторов в оптимальном и бесшумном режиме на их клапанах необходимо поддерживать постоянный перепад давлений. Для этого на стояках следует предусматривать автоматические балансировочные клапаны типа ASV-PV, которые стабилизируют перепад давлений между подающим 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 ASV-PV устанавливается на обратном стояке двухтрубной системы отопления (см. рис. 31).

Клапан ASV-PV $D_y = 15\text{--}50$ мм обычно применяется совместно с запорным клапаном ASV-M, который монтируется на подающем стояке системы. Этот клапан, кроме выполнения основной — запорной функции, применяется для присоединения импульсной трубки клапана ASV-PV к подающему стояку. Так как длина импульсной трубки ограничена, расстояние между клапанами ASV-PV и ASV-M 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. 32).

Рис. 32. Установка балансировочного клапана ASV-PV на двухтрубном стояке при верхней подающей магистрали.



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

Несмотря на то что ASV-PV имеет запорное устройство и встроенный дренажный кран, практика эксплуатации систем отопления с этими клапанами подтвердила целесообразность обвязывать их дополнительной запорной и спускной арматурой (рис. 33).

Горизонтальные двухтрубные системы

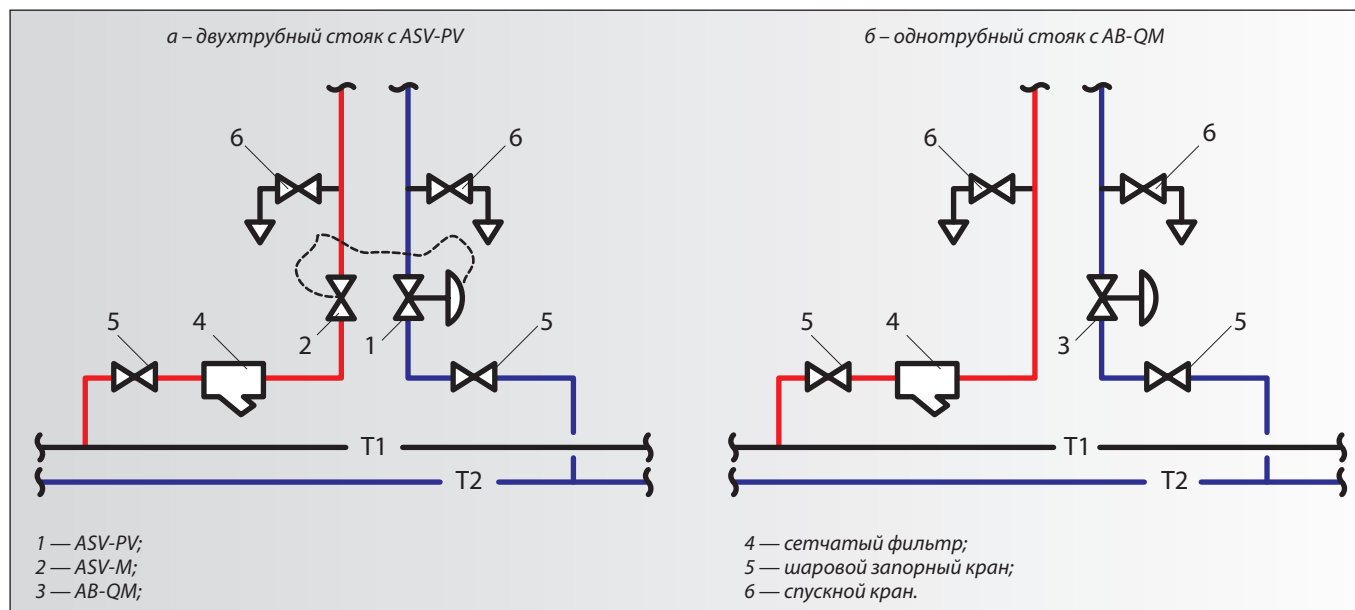
В последние годы в России сложилась негативная практика строительства жилых зданий, когда дома сдаются без окончательной отделки, которую владельцы квартир производят самостоятельно и, как правило, без какой-либо проектной документации и необходимых согласований.

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)¹⁾.

Поквартирная система (рис. 34) состоит из локальных квартирных систем (г), подключаемых к разводящим стоякам или ветвям (б) через квартирные узлы ввода (в). Стояки

¹⁾ Подобные горизонтальные системы с локальной разводкой могут также предусматриваться в административных зданиях, где офисы сдают в аренду.

Рис. 33. Рекомендуемая установка дополнительной арматуры на вертикальных стояках систем отопления.



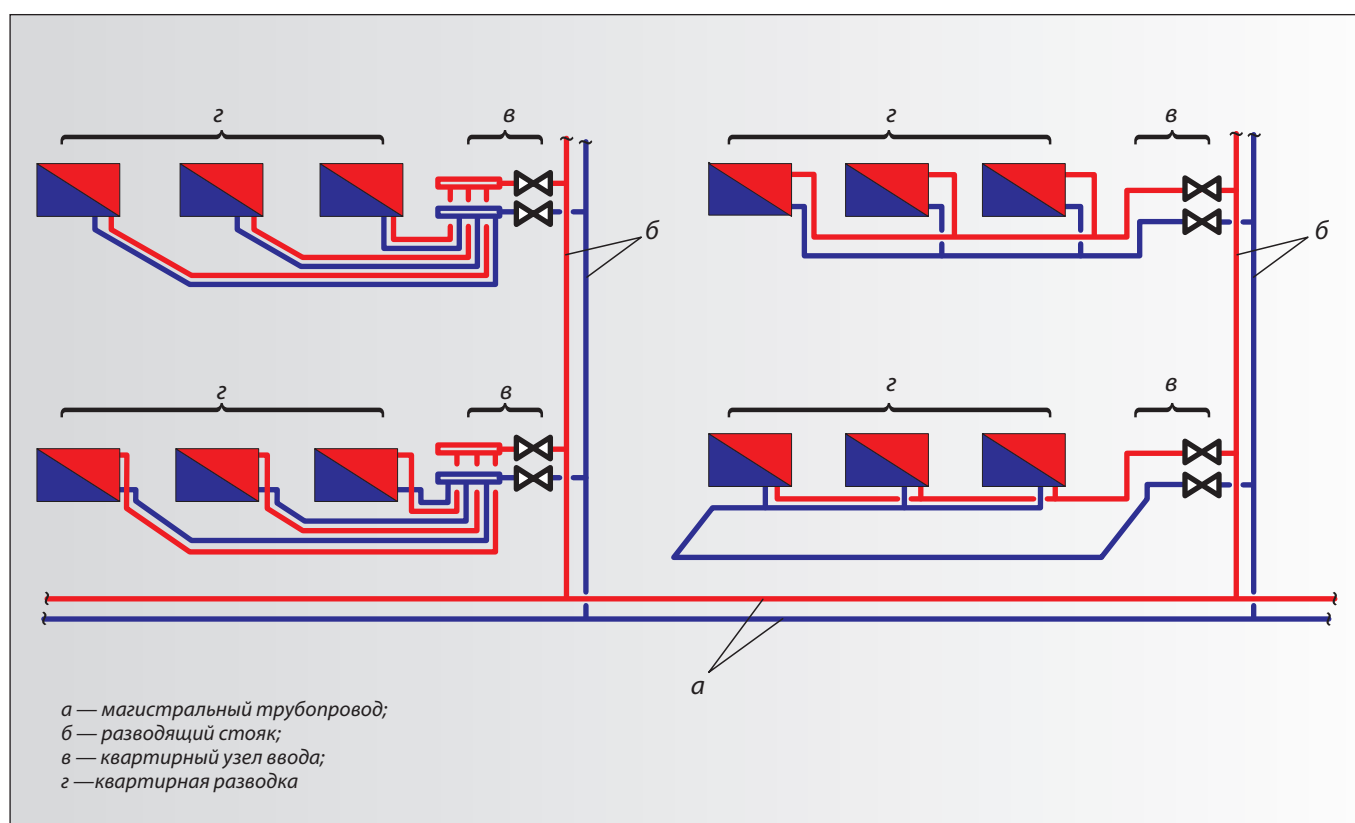
объединяются, как правило, общими магистральными трубопроводами (а) системы отопления жилой части здания, к которым одновременно могут подключаться стояки лестничных клеток. Отопление встроенных и пристроенных помещений общественного назначения следует осуществлять с помощью отдельных систем.

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.

Рис. 34. Принципиальная схема поквартирной системы отопления многоэтажного здания.



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. 35). 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. 36, 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. 36, б).

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

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 воздухоподсосы 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 устанавливается, 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;

Рис. 35. Размещение разводящих стояков в здании.

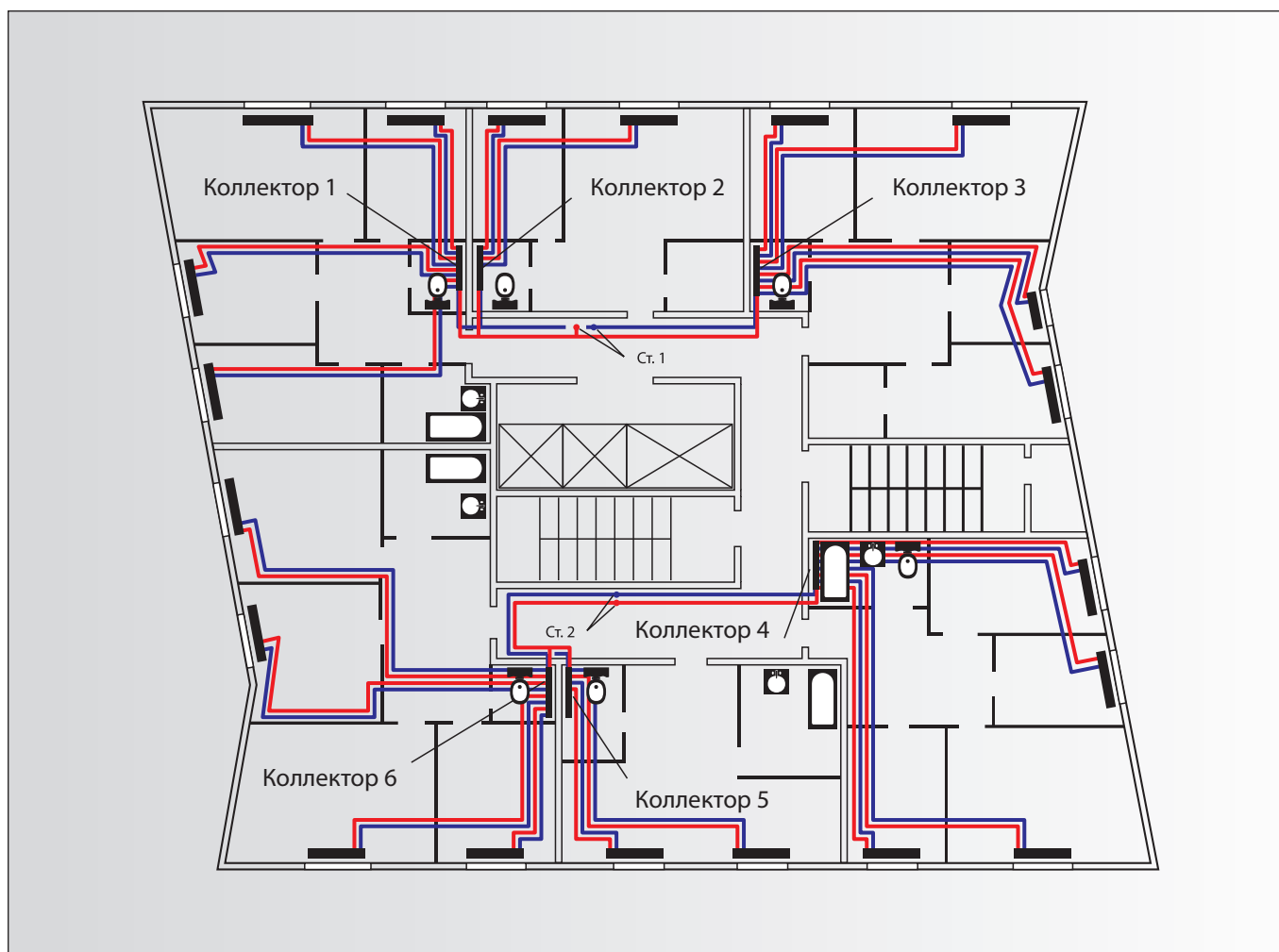
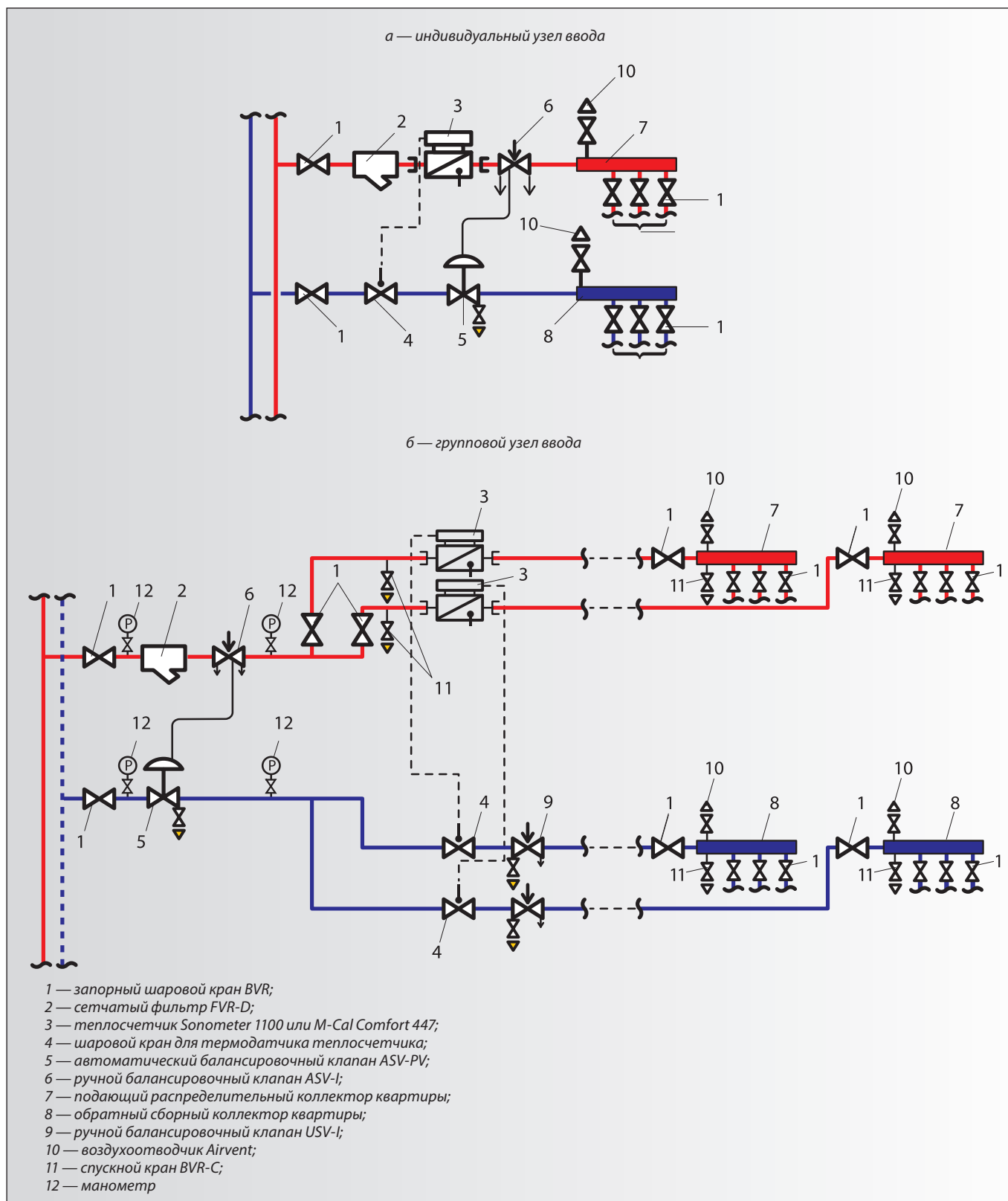


Рис. 36. Узлы ввода квартирных систем отопления.



• *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).

Групповые (поэтажные) узлы ввода

Групповой узел ввода выполняет только часть функций индивидуального квартирного узла: присоединительную, регулировочную 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.

Для контроля режимов работы квартирных систем отопления групповые узлы ввода рекомендуется оснащать манометрами в местах, обозначенных на рис. 36, 6.

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 квартир.

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 типа Sonometer 1100 с ультразвуковым расходомером или M-Cal Compact 447 с механическим расходомером (см. стр. 20). При применении этих теплосчетчиков

предусматривать прямые участки трубопровода до и после расходомеров не требуется;

– автоматический балансировочный клапан типа ASV-PV в комплекте с настраиваемым запорно-измерительным клапаном ASV-I (см. стр. 16–17). Он поддерживает на локальной квартирной подсистеме отопления постоянный перепад давлений вне зависимости от колебаний давлений в разводящих трубопроводах системы отопления здания;

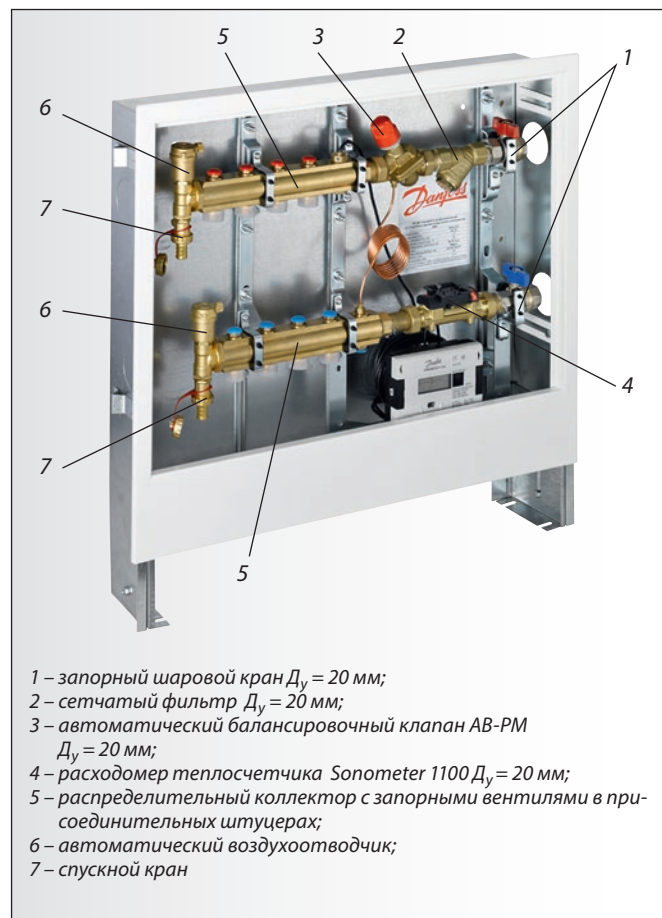
– ручной балансировочный клапан USV-I (см. стр. 18);

– запорную, спускную и воздухоотводящую арматуру Danfoss (см. стр. 20);

– сетчатый фильтр типа FVR-D со спускным краном (см. 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 теплотребления, компания «Данфосс» разработала и приступила к производству шкафов полной заводской готовности ШКСО-1 (рис. 37) с узлом ввода для одной квартирной отопительной системы и групповых узлов ввода TDU.3 (рис. 38).

Рис. 37. Шкаф ШКСО-1 В4



Шкафы ШКСО-1 оснащены всем необходимым технологическим оборудованием для выполнения вышеперечисленных функций, включая распределительные коллекторы¹⁾, к которым присоединяются разводящие трубопроводы квартирной системы отопления в случае с ШКСО-1 и коллекторы с отводами на квартирные системы отопления.

¹⁾ Отдельно распределительные коллекторы компания «Данфосс» не поставляет, а только в составе шкафов ШКСО-1.

Таблица 17. Шкаф ШКСО-1 с узлом присоединения квартирной системы отопления

Тип шкафа ШКСО-1		B1	B4	B7
Количество штуцеров на распределительном коллекторе, шт.		1	4	7
Макс. температура теплоносителя, °C		90		
Условное давление P_y , бар		10		
Мин. перепад давлений на клапане АВ-РМ, кПа		16		
Макс. перепад давлений на распределительных коллекторах, кПа		18		
Макс. перепад давлений в магистральных трубопроводах системы отопления, кПа		200		
Расчетный расход теплоносителя в квартирной системе отопления, кг/ч		40–780		
Измеряемый минимальный расход теплоносителя, кг/ч		6		
Габаритные размеры, мм	длина	450	670	820
	глубина	120	120	120
	высота	665	665	665
Размер резьбы крана для присоединения к магистральным трубопроводам системы отопления, дюймы		Внутр. 3/4		
Размер резьбы штуцеров распределительных коллекторов, дюймы		Наружн. 3/4		
Срок службы автономного источника питания теплосчетчика, лет		11		

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 состав поэтажных узлов TDU.3 входят автоматические балансировочные клапаны ASV-PV, 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 в последствии установить средства учета для каждой квартиры.

В качестве прибора теплоучета в шкафах ШКСО-1 предусмотрен квартирный теплосчетчик Sonometer 1100. 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.

Шкафы ШКСО-1 бывают трех типов:

- ШКСО-1 B1 — с одной парой штуцеров на распределительных коллекторах. Этот вариант шкафа предназначен для присоединения к узлу ввода трубопроводов квартирной системы отопления при периметральной разводке;
- ШКСО-1 B4 и B7 — с четырьмя или семью парами штуцеров, который предусматривает использование лучевой разводки внутриквартирных трубопроводов.

Кроме этого шкафы выпускаются в правом и левом исполнении, а также для открытой установки у стены или в нише.

Основные технические характеристики шкафов ШКСО-1 представлены в табл. 17, а их номенклатура — приведена в приложении 1 на стр. 54.

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 разводку¹⁾, предпочтительно лучевую, с индивидуальным присоединением каждого отопительного прибора к распределительному коллектору (рис. 38, а).

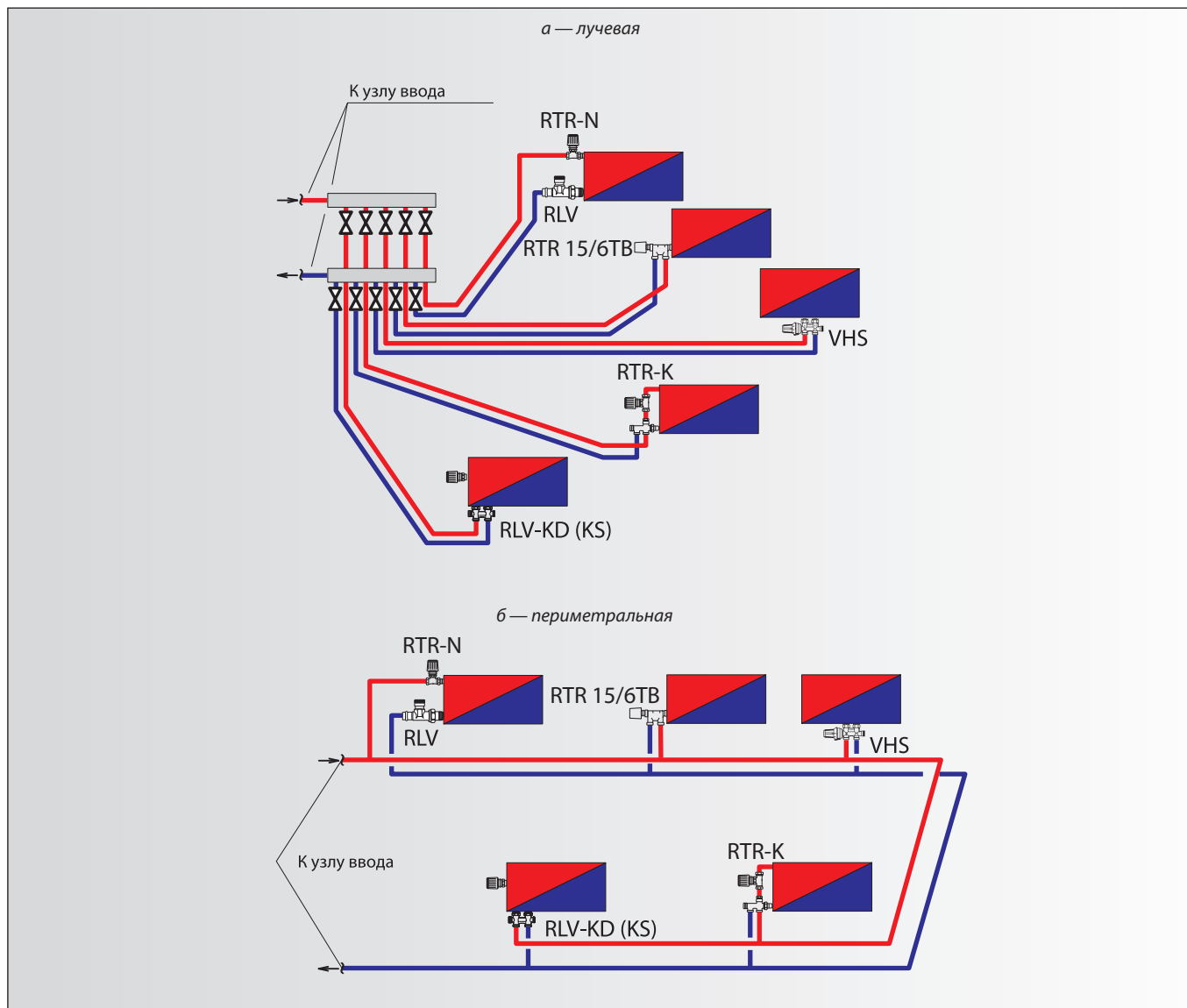
Такая разводка выполняется из цельной трубы от распределительного коллектора до отопительного прибора без промежуточных соединительных элементов. При этом система в значительной степени гарантирована от протечек, и изменение расхода через один из приборов практически не влияет на перераспределение теплоносителя 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. 38, б) в местах присоединения отопительных приборов имеют место 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

¹⁾ 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.

Рис. 38. Двухтрубная разводка квартирных трубопроводов.



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, как правило, пластиковые и медные трубы, соединяемые с арматурой и оборудованием системы отопления с помощью специальных фитингов (см. 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.

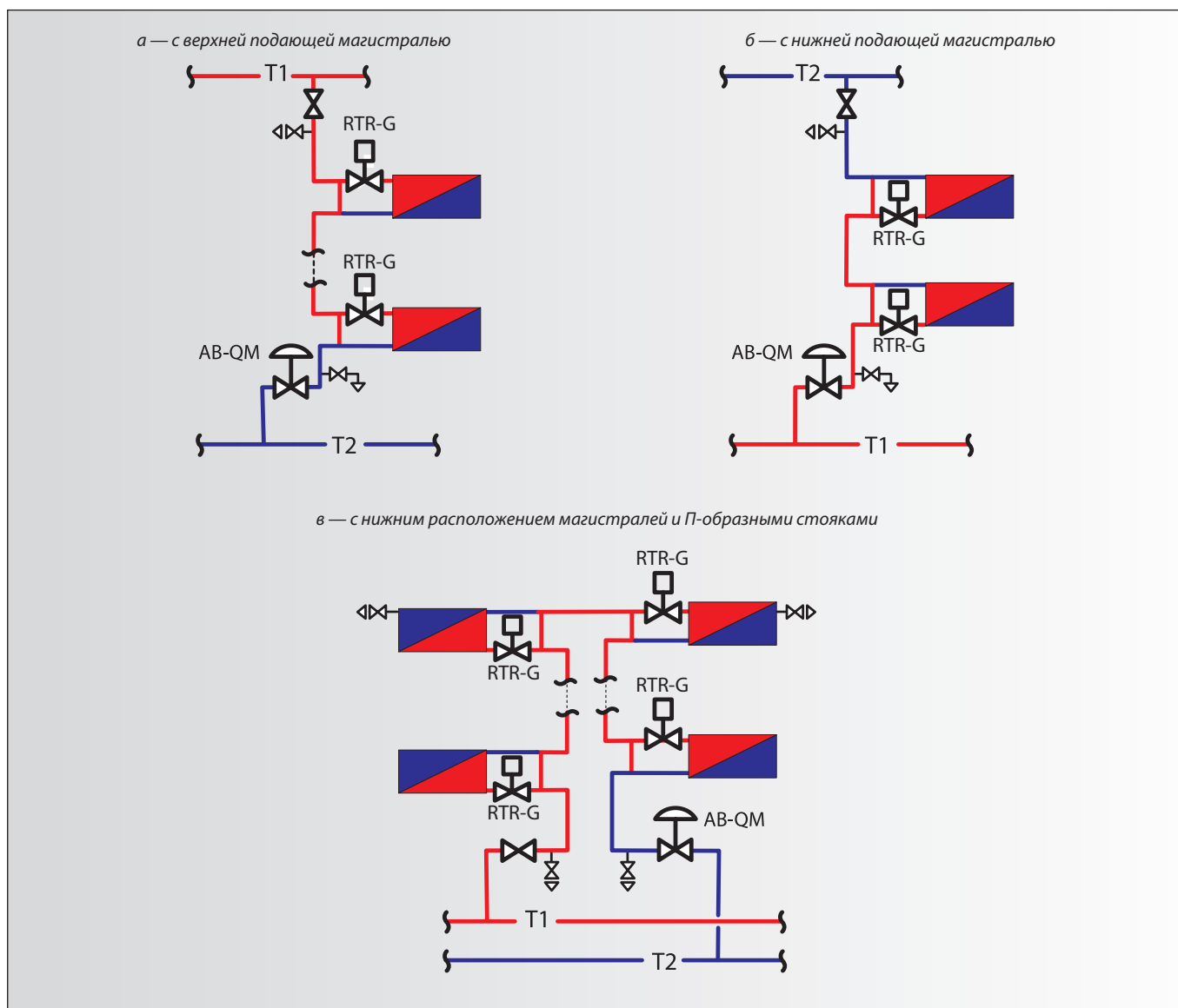
Отопительные приборы поквартирных систем должны быть оборудованы автоматическими терморегуляторами. Они могут быть традиционными с клапанами RTR-N и устанавливаться на трубопроводах, входить в состав присоединительно-регулирующих гарнитур RTR-K, RTR 15/6TB и VHS или встраиваться заводами-изготовителями 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-KS или RLV-KD; клапан запорный радиаторный RLV; запорные клапаны в конструкции присоединительно-регулирующих гарнитур RTR-K и VHS.

Рис. 39. Автоматизированная однотрубная вертикальная система отопления.



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

2.10. Однотрубные системы отопления

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

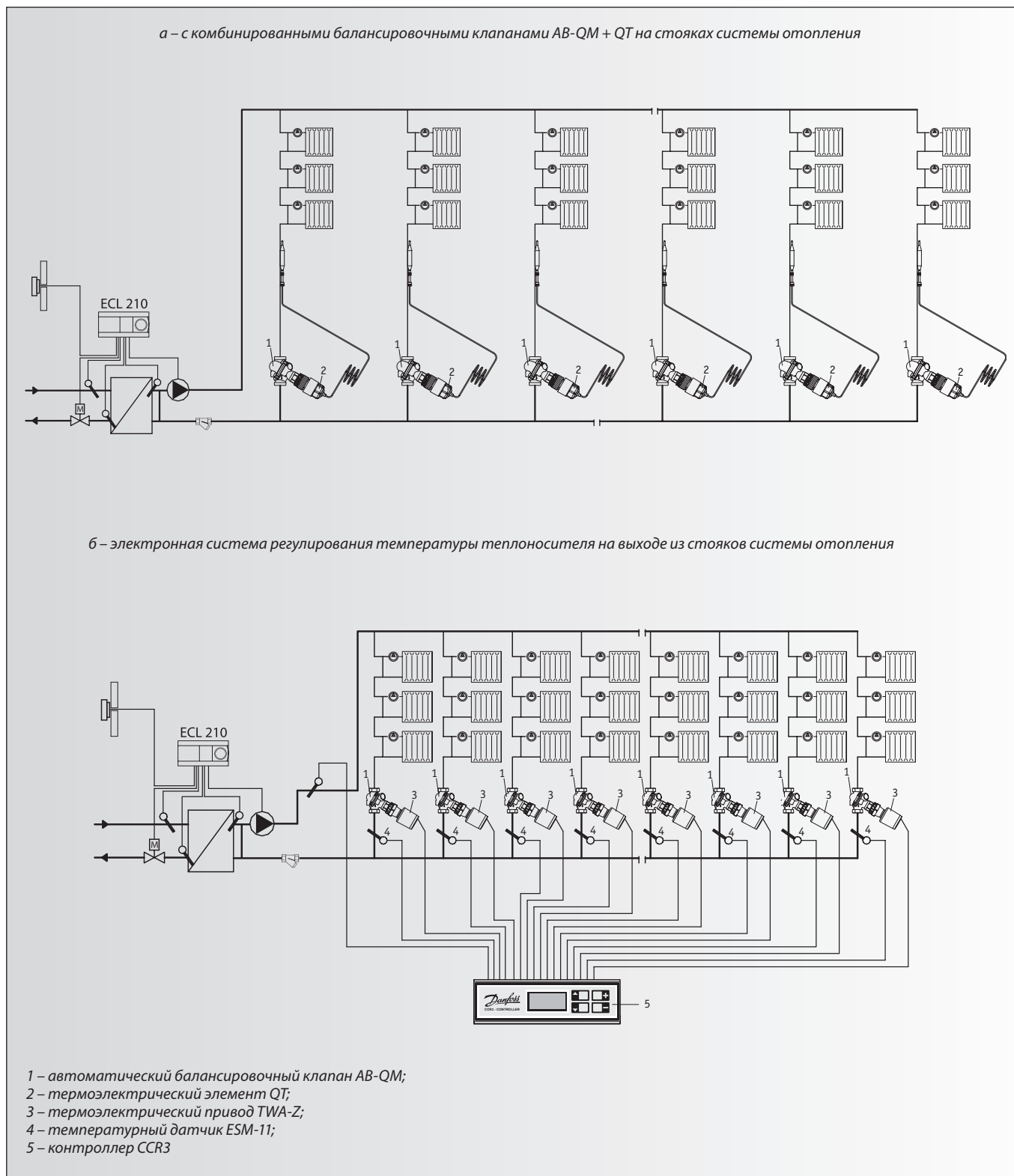
Диаметр RTR-G, как правило, принимается по диаметру присоединительных элементов отопительного прибора (патрубков или пробок), а диаметр закрывающего участка — на калибр меньше (см. табл. 23 на стр. 42). Для обеспечения наибольшего затекания воды в отопительный прибор целесообразно принимать диаметр подводов 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 типа 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 типа AB-QM (рис. 39). 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

Рис. 40. Решения Danfoss по повышению энергоэффективности однотрубных систем отопления.



централизованного теплоснабжения, снижает эффективность работы теплоэлектростанции.

Для энергосбережения и оптимизации работы систем централизованного теплоснабжения на стояках однотрубной системы отопления целесообразно устанавливать автоматические балансировочные клапаны АВ-QM, дооснащенные термостатическими элементами QT (рис. 17 и 40, а), которые,

таким образом, превращаются в регуляторы температуры прямого действия. Эти устройства поддерживают на заданном пониженном уровне температуру теплоносителя, выходящего из стояков системы, и ограничивают его расход в пределах расчетного значения.

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. 40, б) состоит из устанавливаемых на стояках балансировочных клапанов АВ-QM (1) с нормально открытыми (при отсутствии напряжения) термоэлектрическими приводами TWA-Z (2) на 24 В пост. тока., датчиков температуры (3), например, типа 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 теплосеть.

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 «Данфосс С.О.», предоставляемой 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 α (отношение расхода теплоносителя, затекающего в прибор, к общему расходу в стояке). При установке перед отопительными приборами терморегуляторов следует иметь в виду, что коэффициент затекания α становится значительно ниже, чем при использовании традиционной ручной регулирующей арматуры (например, 0,3 по сравнению с 0,5).

Коэффициент затекания α 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 $(R_L + Z)$.

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)². 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 ΔP — потеря давления, Па;

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

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:

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

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

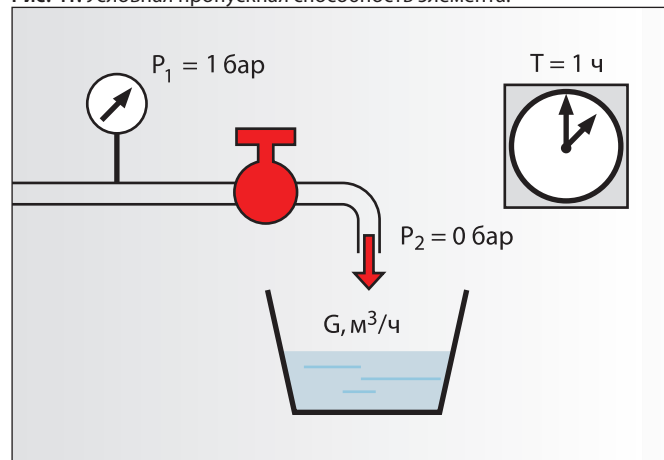
– устройства с коэффициентом его местного сопротивления $\zeta = (S \cdot 10^4) \zeta_{\zeta=1}$.

В современной практике гидравлический расчет трубопроводных сетей принято выполнять с использованием величин условной пропускной способности ее элементов K_v в $(\text{м}^3/\text{ч})/\text{бар}^{0,5}$.

Примечание. Для сокращения написания единица измерения K_v обозначается как $\text{м}^3/\text{ч}$.

Условная пропускная способность K_v соответствует расходу воды через элемент сети в $\text{м}^3/\text{ч}$ при перепаде давлений на нем в 1 бар (рис. 41).

Рис. 41. Условная пропускная способность элемента.



Реальная потеря давления ΔP 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 ΔP — потеря давления в бар;

K_v — пропускная способность в $\text{м}^3/\text{ч}$;

G — расчетный расход воды в $\text{м}^3/\text{ч}$.

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.

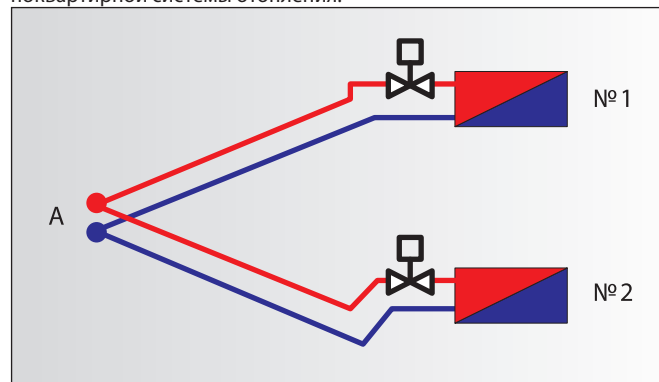
Гидравлическая увязка колец осуществляется путем расчета требуемого для этого сопротивления клапана терморегулятора RTR-N и затем выбора индекса его настройки по величине необходимой пропускной способности, определенной с использованием формулы (5).

Пример

Даны два параллельно присоединенных к коллектору поквартирной системы отопления радиатора № 1 и № 2 с терморегуляторами RTR-N15 (рис. 42).

Между коллекторами автоматическим балансировочным клапаном поддерживается постоянный перепад давлений $\Delta P_k = 15000$ Па. Гидравлическое сопротивление радиатора № 1 и трубопроводов к нему $\Delta P_1 = 3000$ Па при расчетном расходе теплоносителя $G_1 = 35$ кг/ч ($0,035$ $\text{м}^3/\text{ч}$), а радиатора № 2 с трубопроводами — $\Delta P_2 = 1000$ Па при расходе $G_2 = 65$ кг/ч ($0,065$ $\text{м}^3/\text{ч}$).

Рис. 42. Два радиатора, параллельно присоединенных к коллектору поквартирной системы отопления.



Необходимо определить настройки терморегуляторов для увязки данных колец.

Решение

1. Рассчитываем требуемое сопротивление клапанов терморегуляторов:

$$\begin{aligned} \Delta P_{RTR1} &= \Delta P_k - \Delta P_1 = 15000 - 3000 = 12000 \text{ Па (0,12 бар)}, \\ \Delta P_{RTR2} &= \Delta P_k - \Delta P_2 = 15000 - 1000 = 14000 \text{ Па (0,14 бар)}. \end{aligned}$$

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. 43).

Рис. 43. Схема распределения потерь давления в элементах вертикальной двухтрубной вертикальной системы отопления.

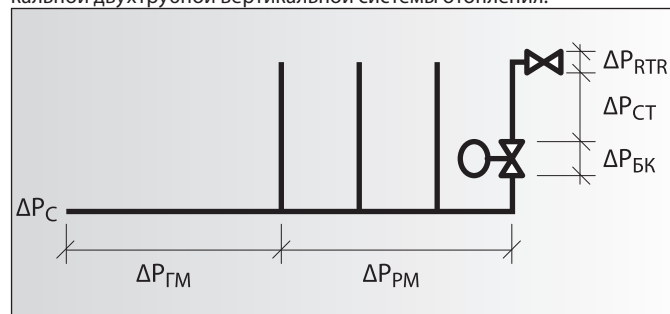


Таблица 18. Значения ΔP_{e1m} при различных параметрах теплоносителя

$t_1 - t_2$	95/70	90/70	85/70	85/65	85/60	80/70	80/65	80/60
ΔP_{e1m} , Па	159	122	90	117	143	59	86	112

Вертикальная двухтрубная система

1. Потеря давления в клапане терморегулятора ΔP 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 ΔP_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;

ΔP_{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 $\Delta P_{RTR} = 10000$ Па обеспечивает работу терморегуляторов в оптимальном режиме, а верхняя $\Delta P_{RTR} = 25000$ 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 высоко расположенный отопительный прибор системы.

2. Рекомендуется потери давления в межэтажных участках стояка ΔP_{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 ASV-M $\Delta P_{БК} \geq 3000$ Па;
- в автоматическом клапане ASV-PV $\Delta P_{БК}$ — не менее принятой потери давления в клапане терморегулятора ($\Delta P_{БК} \geq \Delta P_{RA}$), но не менее 10000 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 ΣL — 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 $v = 0,25 \div 0,8$ 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 ASV-PV 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 ASV-PV перепада на системе отопления квартиры. При этом перепад давлений на самом ASV-PV в расчетном режиме принимается равным 15 кПа. В этом случае клапан будет иметь $K_v = 0,6 \cdot K_{vs}$, находясь в прикрытом 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 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 ASV-PV 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 давлений 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 (см. 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.

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)	≤10 (≤30)	11–15 (33–45)	16–20 (48–60)	>20 (>60)
(ΔP_C — $\Delta P_{ГМ}$), Па	29 000	43 000	57 000	72 000

Таблица 20. Выбор условного прохода балансировочных клапанов ASV-PV, ASV-M(I) и USV-I¹⁾

Д _у 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

¹⁾ ASV-PV и ASV-M — Д_у = 15–50 мм, ASV-I и USV-I — Д_у = 15–25 мм.

Таблица 21. Предельный расход теплоносителя через расходомер квартирного теплосчетчика

Тип счетчика	Предельный расход теплоносителя G _{пред} , кг/ч, для расходомера с Д _у /G _{ном}		
	15/0,6	15/1,5	20/2,5
M-Cal Compact 447	270	680	1140
Sonometer 1100	460	1230	1770

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 м³/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 м³/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.

Порядок расчета настроек клапанов в узле TDU.3

Расчет настроек узла TDU.3 требует несколько больших усилий, чем ШКСО-1. Для получения требуемых данных нам понадобится:

- 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 ASV-PV:

$$\Delta P_{настр} = \Delta P_{оцк} + \Delta P_{к.БК} + 2 \cdot \Delta P_{шк} + \Delta P_{тс} + \Delta P_{ASV-I}$$

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

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

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

$\Delta P_{тс}$ — потери давления на теплосчетчике

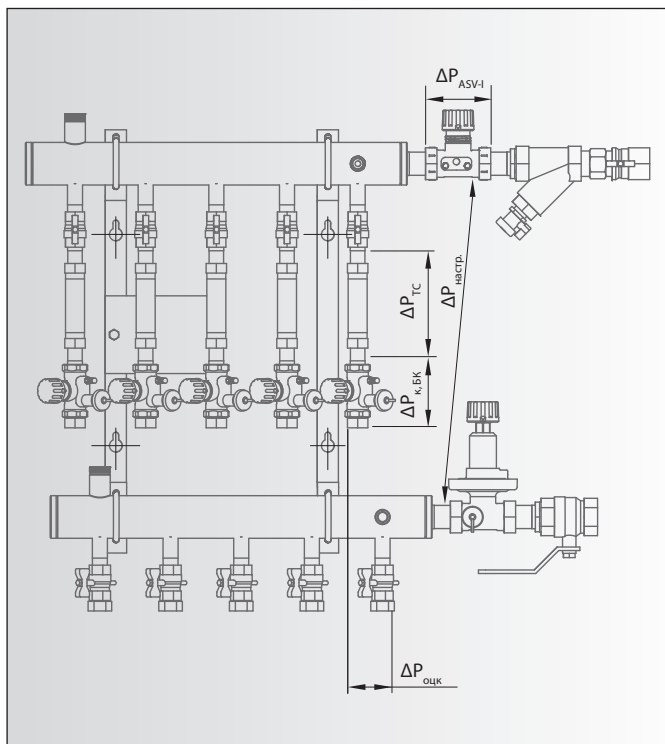
ΔP_{ASV-I} — потери давления на клапане ASV-I

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 ASV-PV при номинальном значении расхода теплоносителя в квартирных системах отопления.

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

Поддерживаемый перепад давлений 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

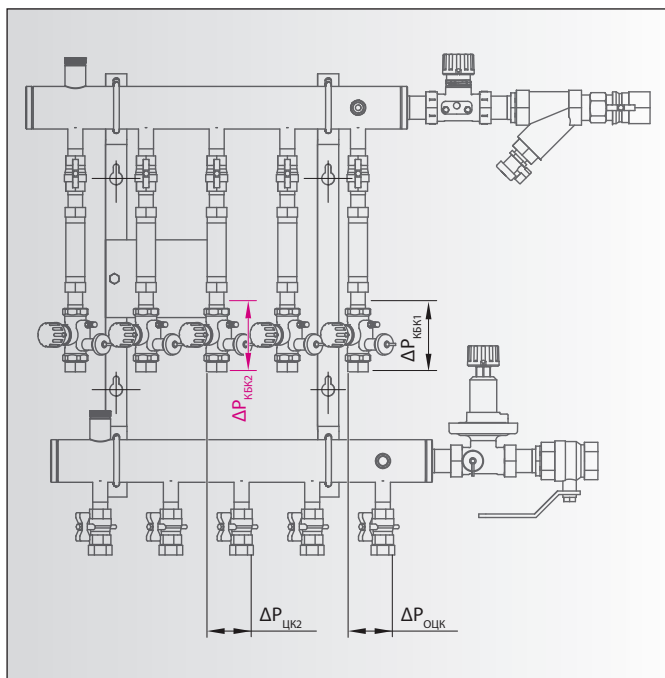


Определение настройки квартирных балансировочных клапанов.

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

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

$$\Delta P_{\text{КБК}2} = \Delta P_{\text{ОЦК}} + \Delta P_{\text{КБК}1} - \Delta P_{\text{ЦК}2}$$



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 α 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:

$$\alpha = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{(S \cdot 10^4)_{\text{оп}}}{(S \cdot 10^4)_{\text{зп}}}}}, \quad (11)$$

где $(S \cdot 10^4)_{\text{оп}}$ — суммарная характеристика гидравлического сопротивления подводов, клапана терморегулятора и отопительного прибора, Па/(кг/ч)², при расходе теплоносителя через стояк $G_{\text{ст.}} = 100$ кг/ч;

$(S \cdot 10^4)_{\text{зп}}$ — то же, замыкающего участка в Па/(кг/ч)²;

б) через пропускную способность:

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{K_{\text{взп}}}{K_{\text{вон}}}}, \quad (12)$$

где $K_{\text{вон}}$ — суммарная пропускная способность подводов, клапана терморегулятора и отопительного прибора в м³/ч;

$K_{\text{взп}}$ — то же, замыкающего участка в м³/ч.

Общая характеристика гидравлического сопротивления узла отопительного прибора $(S \cdot 10^4)_{\text{узл.}}$ может быть рассчитана с использованием формулы (4), или общая пропускная способность $K_{\text{узл.}}$ — 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 α и характеристики гидравлического сопротивления всего этажестояка $(S \cdot 10^4)_{\text{э-ст}}$ 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 составлять не менее 70% располагаемого напора для всей системы без учета потери в общем головном трубопроводе.

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

При выборе клапана АВ-QM в комбинации с термоэлементом QT необходимо, чтобы расчетный расход теплоносителя

через клапан находился в диапазоне 30–70 % от максимального значения расхода.

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

- 18 000 Па — для клапанов $D_y = 15\text{--}20$ мм,
- 22 000 Па — для клапанов $D_y = 25\text{--}32$ мм.

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

а) при стояках 15 и 20 мм:

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

б) при стояках 25 и 32 мм:

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

В формулах (13) и (14):

ΔP_{co} — располагаемое давление для системы, Па;

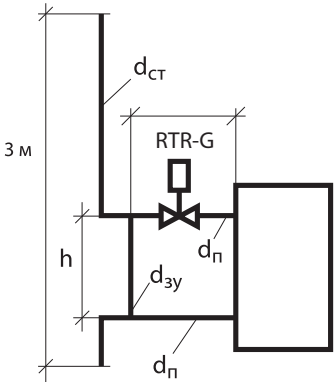
L — суммарная длина трубопроводов головной магистрали, м;

n — число этажестояков;

$(S \cdot 10^4)_{\text{эт.-ст.}}$ — 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 α и характеристика гидравлического сопротивления этажестояка $(S \cdot 10^4)_{\text{эт.-ст.}}$ высотой 3 м¹⁾ с прямым клапаном терморегулятора RTR-G

Эскиз этажестояка	Диаметры трубопроводов d, мм			Коэффициент α (в числителе) и $(S \cdot 10^4)_{\text{эт.-ст.}}$ (в знаменателе), Па/(кг/ч) ² , в зависимости от длины замыкающего участка h, м			
	$d_{\text{ст}}$	$d_{\text{зз}}$	d_n 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	$\frac{0,23}{27,80}$	$\frac{0,24}{28,80}$	$\frac{0,25}{30,30}$	$\frac{0,26}{32,70}$

¹⁾ При высоте этажестояка, отличной от 3 м $(S \cdot 10^4)_{\text{эт.-ст.}}$, 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 ASV-PV в двухтрубной системе отопления на требуемый перепад давлений. При поставке с завода-изготовителя ASV-PV 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 (см. табл. 11 на стр. 17). Так, для настройки клапана ASV-PV 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 ASV-I или USV-I. Перед проведением данной процедуры должны быть выполнены настройки по п.п. 1 и 2.

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

Настройка производится поворотом вручную настроечного кольца клапана AB-QM или AB-PM до совмещения значения расхода, выраженного в процентах (%), от максимального расхода через клапан принятого диаметра (см. 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 AB-QM);
- 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 AB-QM;
- расчетный расход теплоносителя для каждой квартиры при поквартирной системе отопления;
- регулируемый перепад давлений, который должны поддерживать автоматические балансировочные клапаны ASV-PV.

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. 44.

Рис. 44. 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. 45). 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. 46). 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. 47).

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 «Дanfoss».

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

Рис. 45. Контроллеры и температурные датчики.



Рис. 46. Регулирующие клапаны с электроприводами.



Рис. 47. Гидравлические регуляторы давления.



Заключение

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

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 типа RTR-N для двухтрубной системы отопления латунный, никелированный с предварительной настройкой пропускной способности, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс}} = 120^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RTR-N 15	Прямой, $D_y = 15$ мм, $K_v = 0,04\text{--}0,73$ м ³ /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, $D_y = 20$ мм, $K_v = 0,1\text{--}1,04$ м ³ /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), $K_v = 0,16\text{--}0,8$ м ³ /ч	013G7049

1.1.2. Клапан терморегулятора типа RA-DV для двухтрубной системы отопления, латунный, никелированный с предварительной настройкой и автоматическим ограничением расхода, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс}} = 95^\circ\text{C}$.

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RA-DV 10	Угловой, $D_y = 10$ 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, $D_y = 15$ 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. Клапаны терморегулятора типа RTR-G для однотрубной системы отопления латунный, никелированный с повышенной пропускной способностью, $P_y = 1$ бар, $T_{\text{макс}} = 120^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RTR-G 15	Прямой, $D_y = 15$ мм, $K_v = 1,63$ м ³ /ч, штуцер к радиатору – наружная резьба 1/2", штуцер к трубопроводу – внутренняя резьба 1/2"	013G7024
	То же, угловой вертикальный, $K_v = 2,06$ м ³ /ч	013G7023
RTR-G 20	Прямой, $D_y = 20$ мм, $K_v = 2,06$ м ³ /ч, штуцер к радиатору – наружная резьба 3/4", штуцер к трубопроводу – внутр. резьба 3/4"	013G7026
	То же, угловой, вертикальный, $K_v = 2,20$ м ³ /ч	013G7025

1.2. Присоединительно-регулирующие гарнитуры

1.2.1. Комплект гарнитуры RTR-K для присоединения радиатора к двухтрубной системе отопления латунная, никелированная, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс}} = 120^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Клапан RTR-K с отводом	С предварительной настройкой пропускной способности, $K_v = 0,03\text{--}0,50$ м ³ /ч ¹⁾ , 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

¹⁾ K_v гарнитуры (в сборе) с установленным термостатическим элементом при $X_p = 2^\circ\text{C}$.

1.2.2. Гарнитура VHS для присоединения радиатора (без термoeлементa) с нижними штуцерами к двухтрубной системе отопления латунная, никелированная, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °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 1/2", штуцеры к трубопроводам — наружная резьба 3/4"	013G4742
	Прямая, $K_v = 0,02-0,48 \text{ м}^3/\text{ч}^{(1)}$, штуцеры к радиатору — внутренняя резьба 3/4", штуцеры к трубопроводам — наружная резьба 3/4"	013G4744

¹⁾ K_v гарнитуры с установленным термостатическим элементом при $X_p = 2$ °C.

1.3. Термостатические элементы

1.3.1. Термостатические элементы серии RTR 7000 для установки на клапанах терморегуляторов типа 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 типа 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, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RLV 15	Прямой, $D_y = 15$ мм, $K_v = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$, штуцер к радиатору — наружная резьба 1/2", штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба 1/2"	003L0144
	То же, угловой, вертикальный	003L0143
RLV 20	Прямой, $D_y = 20$ мм, $K_v = 3 \text{ м}^3/\text{ч}$, штуцер к радиатору — наружная резьба 3/4", штуцер к трубопроводу — внутренняя резьба 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, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °C

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

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

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RLV-KS	Прямой, $K_v = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$, штуцер к радиатору — наружная резьба 1/2", штуцер к трубопроводу — наружная резьба 3/4"	003L0240
	Прямой, $K_v = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$, штуцеры к радиатору — внутренняя резьба 3/4", штуцеры к трубопроводам — наружная резьба 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 $D_y = 15 \text{ мм}$, $P_y = 6 \text{ бар}$, $T_{\text{макс.}} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$	Для присоединения к RA-N 15, RA15/6TB и RLV 15 пластиковых труб $\varnothing 12 \times 2$	013G4142
	То же, $\varnothing 14 \times 2$	013G4144
	То же, $\varnothing 15 \times 2,5$	013G4147
Фитинги с внутренней резьбой, $D_y = 20 \text{ мм}$, $P_y = 6 \text{ бар}$, $T_{\text{макс.}} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$	Для присоединения к RA-K, VHS, RLV-KS и RLV-KD пластиковых труб $\varnothing 12 \times 2$	013G4152
	То же, $\varnothing 13 \times 2$	013G4153
	То же, $\varnothing 14 \times 2$	013G4154
	То же, $\varnothing 15 \times 2,5$	013G4155
	То же, $\varnothing 16 \times 1,5$	013G4157
	То же, $\varnothing 16 \times 2$	013G4156
	То же, $\varnothing 16 \times 2,2$	013G4153
	То же, $\varnothing 17 \times 2$	013G4162
	То же, $\varnothing 18 \times 2$	013G4158
	То же, $\varnothing 18 \times 2,5$	013G4159
	То же, $\varnothing 20 \times 2$	013G4160
	То же, $\varnothing 20 \times 2,5$	013G4161
Фитинги с наружной резьбой, $D_y = 15 \text{ мм}$, $P_y = 10 \text{ бар}$, $T_{\text{макс.}} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$	Для присоединения к RA-N 15, RA15/6TB и RLV 15 медных труб $\varnothing 8 \times 1$	013G4108
	То же, $\varnothing 10 \times 1$	013G4110
	То же, $\varnothing 12 \times 1$	013G4112
	То же, $\varnothing 14 \times 1$	013G4114
	То же, $\varnothing 15 \times 1$	013G4115
Фитинги с внутренней резьбой, $D_y = 20 \text{ мм}$, $P_y = 10 \text{ бар}$, $T_{\text{макс.}} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$	То же, $\varnothing 16 \times 1$	013G4116
	Для присоединения к RA-K, VHS, RLV-KS и RLV-KD медных труб $\varnothing 10 \times 1$	013G4120
	То же, $\varnothing 12 \times 1$	013G4122
	То же, $\varnothing 14 \times 1$	013G4124
	То же, $\varnothing 15 \times 1$	013G4125
Фитинги с наружной резьбой, $D_y = 15 \text{ мм}$, $P_y = 6 \text{ бар}$, $T_{\text{макс.}} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$	То же, $\varnothing 16 \times 1$	013G4126
	То же, $\varnothing 18 \times 1$	013G4128
	Для присоединения к RA-N 15, RA15/6TB и RLV 15 металлопластиковых труб $\varnothing 12 \times 2$	013G4172
Фитинги с внутренней резьбой, $D_y = 20 \text{ мм}$, $P_y = 6 \text{ бар}$, $T_{\text{макс.}} = 95 \text{ }^\circ\text{C}$	То же, $\varnothing 14 \times 2$	013G4174
	Для присоединения к RA-K, VHS, RLV-KS и RLV-KD металлопластиковых труб $\varnothing 12 \times 2$	013G4182
	То же, $\varnothing 14 \times 2$	013G4184
	То же, $\varnothing 15 \times 2,5$	013G4185
	То же, $\varnothing 16 \times 2$	013G4186
	То же, $\varnothing 16 \times 2,25$	013G4187
	То же, $\varnothing 18 \times 2$	013G4188
	То же, $\varnothing 20 \times 2$	013G4190
Запорная рукоятка	То же, $\varnothing 20 \times 2,5$	013G4191
	Латунная без покрытия	013G3300
Крышка	Для шкалы настройки термoeлемента RA 2920	013G1672
Фиксатор для защиты от демонтажа	Для термoeлементов RA 2994 и RA 2992 (20 штук)	013G5245
Винты для защиты от демонтажа	Для термoeлемента RA 2920 (50 штук)	013G1232
Набор инструментов	Для выполнения блокировки-разблокировки термoeлемента	013G1236
Спускной кран	С насадкой под шланг латунный без покрытия для VHS, RLV, RLV-KD	003L0152

2. Балансировочные клапаны

2.1. Автоматические и ручные балансировочные клапаны для двухтрубных систем отопления

2.1.1. Автоматический балансировочный клапан ASV-PV латунный муфтовый, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °C, с диапазоном настройки $\Delta P_{\text{рег.}} = 5\text{--}25$ кПа

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
ASV-PV	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м ³ /ч	003L7601
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м ³ /ч	003L7602
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 4,0$ м ³ /ч	003L7603
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м ³ /ч	003L7604
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 10$ м ³ /ч	003L7605
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 20$ м ³ /ч	003Z7611 ¹⁾

¹⁾ Чугунный с наружной резьбой.

2.1.2. Автоматический балансировочный клапан ASV-PV латунный муфтовый, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °C, с диапазоном настройки $\Delta P_{\text{рег.}} = 20\text{--}60$ кПа

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
ASV-PV	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м ³ /ч	003L7711
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м ³ /ч	003L7712
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 4,0$ м ³ /ч	003L7713
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м ³ /ч	003L7714
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 10$ м ³ /ч	003L7715
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 20$ м ³ /ч	003Z0621 ¹⁾

¹⁾ Чугунный с наружной резьбой, диапазон настройки $\Delta P_{\text{рег.}} = 20\text{--}40$ кПа.

2.1.3. Запорный клапан ASV-M латунный муфтовый, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °C (для комплектации ASV-PV)

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
ASV-M	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м ³ /ч	003L0691
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м ³ /ч	003L7692
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 4,0$ м ³ /ч	003L7693
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м ³ /ч	003L7694
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 10$ м ³ /ч	003L7695
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 16$ м ³ /ч	003L7702 ¹⁾

¹⁾ С наружной резьбой.

2.1.4. Настраиваемый ручной запорно-балансировочный клапан ASV-I латунный муфтовый, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °C (для комплектации клапана ASV-PV)

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
ASV-I	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м ³ /ч	003L7641
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м ³ /ч	003L7642
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 4,0$ м ³ /ч	003L7643

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

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

2.1.6. Ручной балансировочный клапан USV-I латунный муфтовый, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
USV-I	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м ³ /ч	003Z2131
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м ³ /ч	003Z2132
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 4$ м ³ /ч	003Z2133

2.2. Автоматические балансировочные клапаны для однотрубных систем отопления

2.2.1. Автоматический балансировочный клапан АВ-QM латунный с измерительными ниппелями, наружной резьбой, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 120$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
АВ-QM	$D_y = 15$ мм, $G = 0,09-0,45$ м ³ /ч, $\Delta P_{\text{АВ-QM}} = 0,16-0,4$ бар	003Z1212
	$D_y = 20$ мм, $G = 0,18-0,9$ м ³ /ч, $\Delta P_{\text{АВ-QM}} = 0,16-0,4$ бар	003Z1213
	$D_y = 25$ мм, $G = 0,34-1,7$ м ³ /ч, $\Delta P_{\text{АВ-QM}} = 0,2-0,4$ бар	003Z1214
	$D_y = 32$ мм, $G = 0,64-3,2$ м ³ /ч, $\Delta P_{\text{АВ-QM}} = 0,2-0,4$ бар	003Z1215

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

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

2.2.3. Термостатический элемент QT регулятора температуры обратного теплоносителя (для использования с клапаном АВ-QM)

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

2.2.4. Патрубок с накидной гайкой (1 шт.) для присоединения балансировочных клапанов АВ-QM, ASV-PV и ASV-M, $P_y = 16$ бар $T_{\text{макс.}} = 120$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Резьбовой	$D_y = 15$ мм для АВ-QM	003Z0232
	То же, $D_y = 20$ мм	003Z0233
	То же, $D_y = 25$ мм	003Z0234
	То же, $D_y = 32$ мм	003Z0235
	$D_y = 50$ мм для ASV-PV	003Z0278
	То же, для ASV-M	003Z0274
Приварной	$D_y = 15$ мм для АВ-QM	003Z0226
	То же, $D_y = 20$ мм	003Z0227
	То же, $D_y = 25$ мм	003Z0228
	То же, $D_y = 32$ мм	003Z0229
	$D_y = 50$ мм, для ASV-PV	003Z0276
	То же, для ASV-M	003Z0272

3. Трубопроводная арматура

3.1. Запорно-спускная арматура

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

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

3.1.2. Кран шаровой запорный типа JIP стальной под приварку, $P_y = 40$ бар $T_{\text{макс.}} = 180$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
JIP-FF	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 184$ м ³ /ч	065N0125
	$D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 200$ м ³ /ч	065N4280
	$D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 470$ м ³ /ч	065N4285
	$D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 640$ м ³ /ч	065N0140
	$D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 1080$ м ³ /ч	065N0745
	$D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 1900$ м ³ /ч	065N0750

3.1.3. Кран шаровой запорный типа JIP стальной фланцевый, $T_{\text{макс.}} = 180$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
JIP-WW	$D_y = 50$ мм, $P_y = 40$ бар, $K_{vs} = 184$ м ³ /ч	065N0325
	$D_y = 65$ мм, $P_y = 16$ бар, $K_{vs} = 200$ м ³ /ч	065N4282
	$D_y = 80$ мм, $P_y = 16$ бар, $K_{vs} = 470$ м ³ /ч	065N4287
	$D_y = 100$ мм, $P_y = 16$ бар, $K_{vs} = 640$ м ³ /ч	065N0240
	$D_y = 125$ мм, $P_y = 16$ бар, $K_{vs} = 1080$ м ³ /ч	065N0845
	$D_y = 150$ мм, $P_y = 16$ бар, $K_{vs} = 1900$ м ³ /ч	065N0850

3.1.4. Кран шаровой спускной Danfoss латунный муфтовый, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс.}} = 90$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
BVR-C	С насадкой под шланг, $D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,9$ м ³ /ч	065B8200
	То же, $D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 6$ м ³ /ч	065B8201
	То же, $D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 12,1$ м ³ /ч	065B8202

3.1.5. Автоматический воздухоотводчик Danfoss латунный, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс.}} = 110$ °C

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

3.2. Фильтры сетчатые

3.2.1. Фильтр сетчатый муфтовый латунный, $P_y = 25$ бар, $T_{\text{макс.}} = 130$ °C

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

3.2.2. Фильтр сетчатый фланцевый чугунный, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 150$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FVF	С пробкой, $D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 54$ м ³ /ч	065B7745
	То же, $D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 95$ м ³ /ч	065B7746
	То же, $D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 140$ м ³ /ч	065B7747
	То же, $D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 201$ м ³ /ч	065B7748
	То же, $D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 340$ м ³ /ч	065B7749
	То же, $D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 526$ м ³ /ч	065B7750

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

3.3. Сильфонные компенсаторы

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

$T_{\text{макс.}} = 300$ °C

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

3.3.2. Компенсатор Danfoss из нержавеющей стали под приварку с внутренней направляющей и наружной защитной гильзой,

$P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс.}} = 300$ °C

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

4. Квартирные теплосчетчики

4.1. Теплосчетчик с механическим расходомером

4.1.1. Теплосчетчик M-Cal Compact 447 с импульсным выходом, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 90$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер ¹⁾
M-Cal Compact 447	С расходомером, $D_y = 15$ мм, $G_{\text{ном.}} = 0,6$ м ³ /ч, $K_{vs} = 1,22$ м ³ /ч	087G5398P (087G5395P)
	То же, $G_{\text{макс.}} = 1,5$ м ³ /ч, $K_{vs} = 3,04$ м ³ /ч	087G5399P (087G5396P)
	С расходомером, $D_y = 20$ мм, $G_{\text{ном.}} = 2,5$ м ³ /ч, $K_{vs} = 5,07$ м ³ /ч	087G5400P (087G5397P)

¹⁾ Без скобок – для подающего трубопровода, в скобках – для обратного.

4.2. Теплосчетчик с ультразвуковым расходомером

4.2.1. Теплосчетчик Sonometer 1100, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 130$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер ¹⁾
Sonometer 1100	С расходомером, $D_y = 15$ мм, $G_{\text{ном.}} = 0,6$ м ³ /ч, $K_{vs} = 2,05$ м ³ /ч	087G6101P (087G6111P)
	То же, $G_{\text{макс.}} = 1,5$ м ³ /ч, $K_{vs} = 5,47$ м ³ /ч	087G6102P (087G6112P)
	С расходомером, $D_y = 20$ мм, $G_{\text{ном.}} = 2,5$ м ³ /ч, $K_{vs} = 7,9$ м ³ /ч	087G6103P (087G6113P)

¹⁾ 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, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 130$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
—	$D_y = 15$ мм	087H0118 ¹⁾
	$D_y = 20$ мм	087H0119 ¹⁾
	$D_y = 25$ мм	087H0120 ¹⁾

¹⁾ Поставляется в коробках по 12 штук.

4.3.2. Гильза для установки второго датчика температуры теплосчетчиков M-Cal Compact 447 и Sonometer 1100, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 130$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
—	$D_y = 15$ мм, $L = 60$ мм	085B0600

4.3.3. Комплект (2 шт.) резьбовых патрубков для присоединения расходомеров теплосчетчиков M-Cal Compact 447 и Sonometer 1100 латунные, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 130$ °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
—	$D_y = 15$ мм	803014
	$D_y = 20$ 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. Шкаф ШКСО-1 с индивидуальным узлом ввода

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
ШКСО-1-В1 Л	С одним выходом для системы с периметральной разводкой, левостороннее подключение к стояку	003L1242
ШКСО-1-В1 П	С одним выходом для системы с периметральной разводкой, правостороннее подключение к стояку	003L1241
ШКСО-1-В4 Л	С четырьмя выходами для системы с лучевой разводкой, левостороннее подключение к стояку	003L1222
ШКСО-1-В4 П	С четырьмя выходами для системы с лучевой разводкой, правостороннее подключение к стояку	003L1228
ШКСО-1-В7 Л	С семью выходами для системы с лучевой разводкой, левостороннее подключение к стояку	003L1225
ШКСО-1-В7 П	С семью выходами для системы с лучевой разводкой, правостороннее подключение к стояку	003L1231

5.2. Этажные узлы ввода TDU.3

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
TDU.3 DN40-2L-20-ASVI15-USVI15	узел этажный на 2 отвода, левостороннее подключение к стояку	144G4568
TDU.3 DN40-3L-25-ASVI20-USVI15	узел этажный на 3 отвода, левостороннее подключение к стояку	144G4641
TDU.3 DN40-4L-25-ASVI20-USVI15	узел этажный на 4 отвода, левостороннее подключение к стояку	144G4642
TDU.3 DN50-5L-32-ASVI25-USVI15	узел этажный на 5 отводов, левостороннее подключение к стояку	144G4715
TDU.3 DN50-6L-32-ASVI25-USVI15	узел этажный на 6 отводов, левостороннее подключение к стояку	144G4716
TDU.3 DN40-2R-20-ASVI15-USVI15	узел этажный на 2 отвода, правостороннее подключение к стояку	144G4577
TDU.3 DN40-3R-25-ASVI20-USVI15	узел этажный на 3 отвода, правостороннее подключение к стояку	144G4650
TDU.3 DN40-4R-25-ASVI20-USVI15	узел этажный на 4 отвода, правостороннее подключение к стояку	144G4651
TDU.3 DN50-5R-32-ASVI25-USVI15	узел этажный на 5 отводов правостороннее подключение к стояку	144G4724
TDU.3 DN50-6R-32-ASVI25-USVI15	узел этажный на 6 отводов, правостороннее подключение к стояку	144G4725

Приложение 2. Таблицы для выбора настроек пропускной способности клапанов радиаторных терморегуляторов типа RTR-N $D_y = 15$ мм

при $\Delta P_{RTR-N} = 8$ кПа

$\Delta T_{сист}, ^\circ\text{C}$	$Q_{пред}, \text{кВт}$, 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

$\Delta T_{сист}, ^\circ\text{C}$	$Q_{пред}, \text{кВт}$, 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

D_y , 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 x 2,8	89 x 2,8	108 x 2,8	133 x 3,2	159 x 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 x 1	12 x 1	14 x 1	15 x 1	16 x 1	18 x 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 x 2	13 x 2	14 x 2	15 x 2,5	16 x 2	17 x 2	18 x 2	20 x 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 со- противления	Радиатор колончатый или стальной панельный	Отвод под углом 90°	Тройник				Отступ	Обход	Внезапное расширение	Внезапное сужение
			на проход	на ответвле- ние	на разделе- ние	на слияние				
ζ	2	1,5	1	1,5	1,5	3	0,5	2	1	0,5

Приложение 4. Таблица зависимостей K_v , ΔP , G

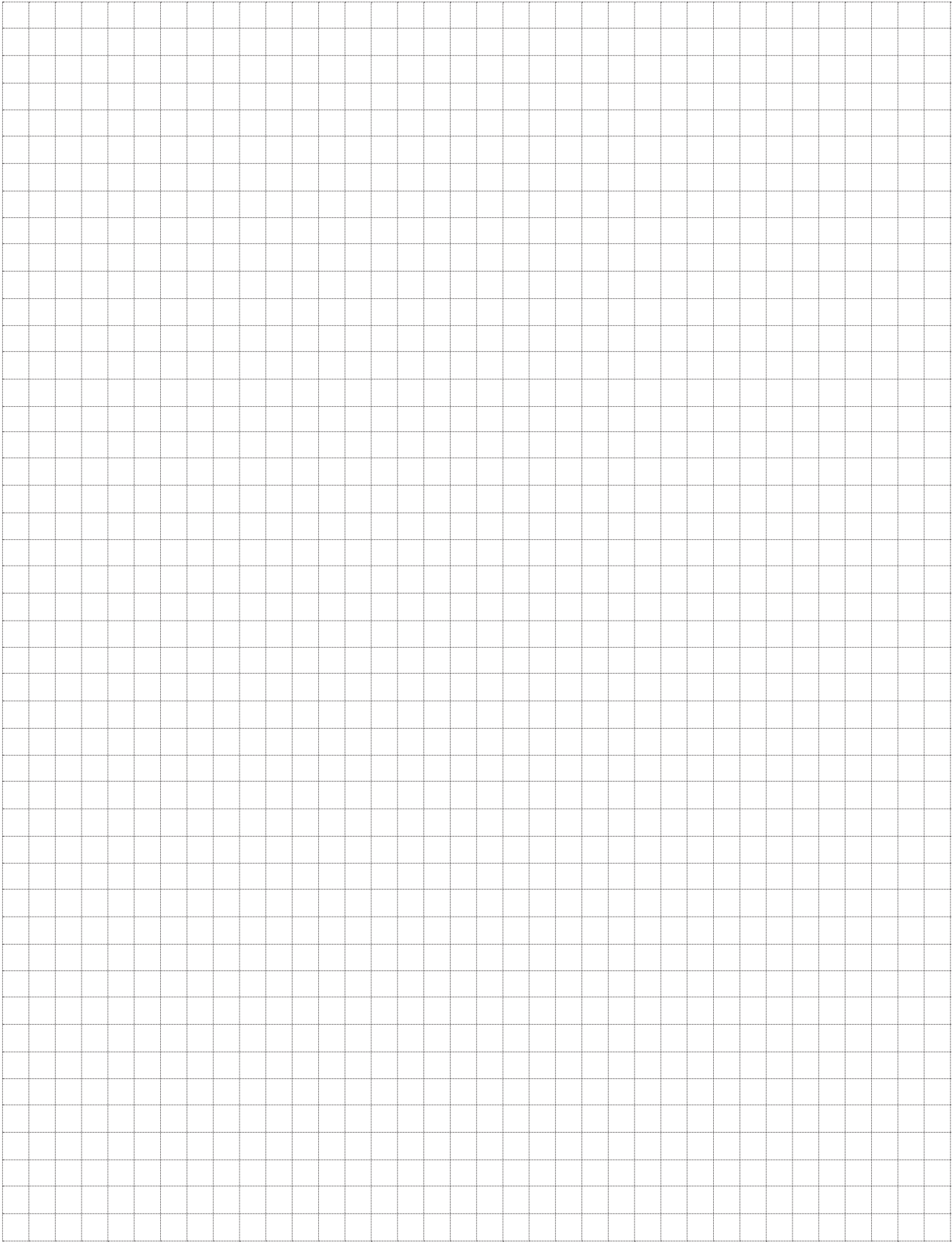
$\Delta P \backslash G$	$m^3/ч$	$кг/ч$
бар	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, m^3/ч$	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}} \cdot 10^{-3}, m^3/ч$
	$\Delta P = \left(\frac{G}{K_v} \right)^2, \text{бар}$	$\Delta P = \left(\frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10^{-6}, \text{бар}$
	$G = K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, m^3/ч$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

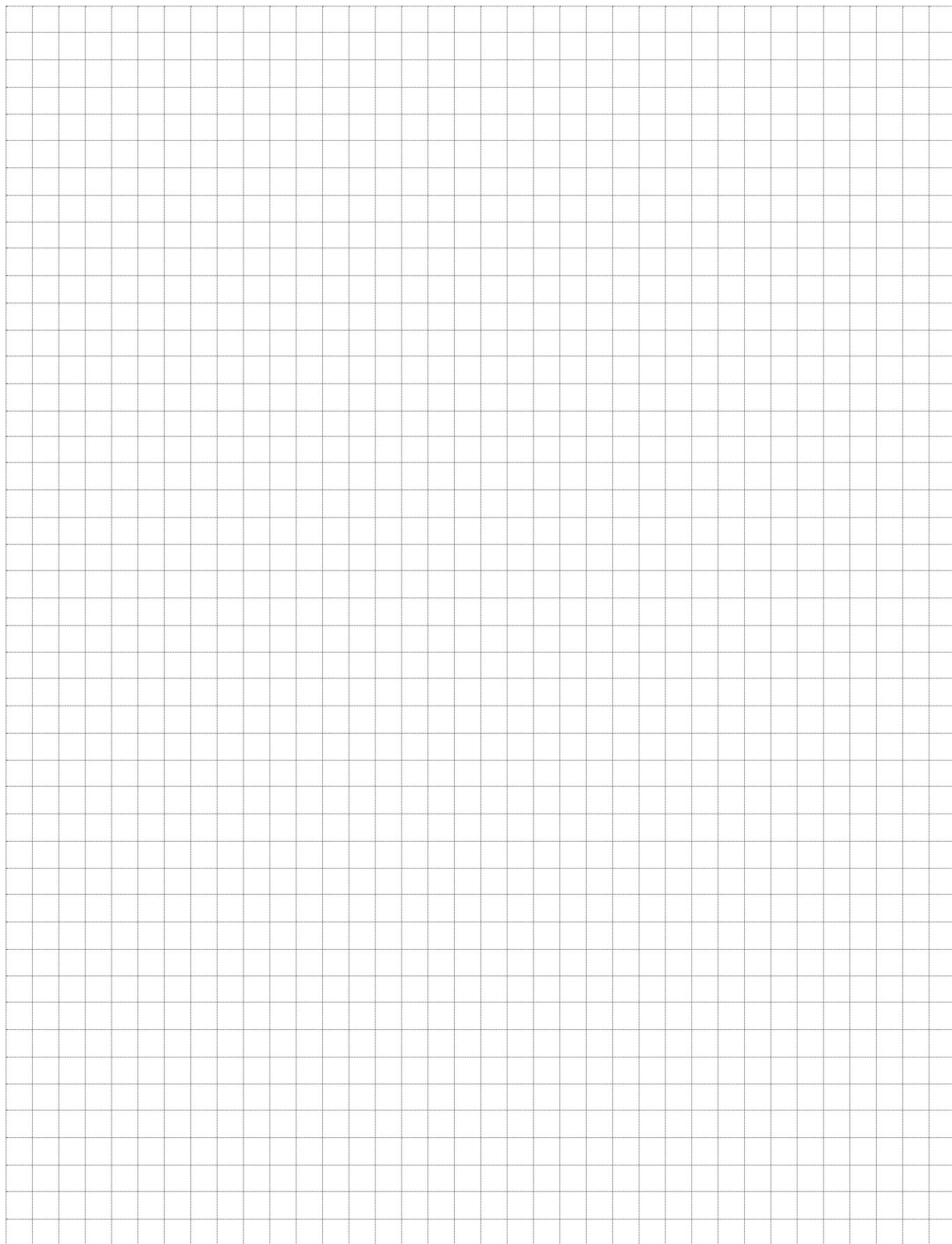
Приложение 5. Таблица перевода единиц давления (перепада давлений)

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. Свод правил по проектированию и строительству: СП 41–101–95. Проектирование тепловых пунктов / Госстрой России. — М.: Изд. ФГУП ЦПП, 2004.
10. Свод 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. Свод 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.A17.50: Каталог. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2013.
15. Радиаторные терморегуляторы и запорно-присоединительная арматура. VD.53.P19.50: Каталог. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2013.
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.HMK6.50: Каталог. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2013.
18. Трубопроводная арматура. RC.16.A15.50: Каталог. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2013.
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. Пытков В.В. Особенности современных систем водяного отопления. 2-е изд., перераб. и доп. — К.: ІДП Такі справи, 2003.
28. Пытков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика / ООО с ИИ «Данфосс ТОВ». — К.: Такі 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.





Центральный офис • ООО «Данфосс»

Россия, 143581 Московская обл., Истринский р-н,
с./пос. Павло-Слободское, д. Лешково, 217.
Телефон: (495) 792-57-57. Факс: (495) 792-57-59.
E-mail: he@danfoss.ru

Региональные представительства

Владивосток	тел. (423) 265-00-67
Волгоград	тел. (8442) 99-80-31
Воронеж	тел. (473) 296-95-85
Екатеринбург	тел. (343) 379-44-53
Иркутск	тел. (3952) 70-22-42
Казань	тел. (843) 279-32-44
Краснодар	тел. (861) 275-27-39
Красноярск	тел. (3912) 78-85-05
Нижний Новгород	тел. (831) 278-61-86
Новосибирск	тел. (383) 230-04-60
Омск	тел. (3812) 35-60-62
Пермь	тел. (342) 257-17-92
Ростов-на-Дону	тел. (863) 204-03-57
Самара	тел. (846) 270-62-40
Санкт-Петербург	тел. (812) 320-20-99
Саратов	тел. (987) 800-73-62
Тюмень	тел. (3452) 49-44-67
Уфа	тел. (347) 241-51-88
Хабаровск	тел. (4212) 41-31-15
Челябинск	тел. (351) 211-30-14
Ярославль	тел. (4852) 67-96-56

www.heating.danfoss.ru

Компания «Данфосс» не несет ответственности за опечатки в каталогах, брошюрах и других изданиях, а также оставляет за собой право на модернизацию своей продукции без предварительного оповещения. Это относится также к уже заказанным изделиям при условии, что такие изменения не повлекут за собой последующих корректировок уже согласованных спецификаций. Все торговые марки в этом материале являются собственностью соответствующих компаний. «Данфосс», логотип «Danfoss» являются торговыми марками компании ООО «Данфосс». Все права защищены.