

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

Пособие

# Тепло- и холодоснабжение ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

## AB-QM

Автоматические комбинированные балансировочные клапаны. Относительный диапазон регулирования – не хуже 1:500.

[www.danfoss.ru](http://www.danfoss.ru)

---

*Настоящее пособие «Тепло- и холодоснабжение отопительно-вентиляционных установок» RB.00.R3.50 выпущено взамен пособия RB.00.R2.50 в связи с изменением номенклатуры ряда изделий Danfoss и замеченными ошибками. Пособие составлено по материалам компании с использованием отечественных нормативных документов, рекомендаций и технической документации фирм-партнеров, производящих вентиляционное оборудование, а также реального опыта проектирования и эксплуатации систем вентиляции и кондиционирования воздуха.*

*В работе приведено описание методов регулирования вентиляционных установок, способов приготовления энергоносителей, представлены принципиальные схемы систем централизованного тепло- и холодоснабжения и узлов управления вентиляционных установок с применением различных устройств Danfoss.*

*Пособие предназначено для работников проектных, монтажных и эксплуатационных организаций, а также для студентов и преподавателей вузов и техникумов.*

*Разработано инженером ООО «Данфосс» В. В. Невским, дополнено при участии А. В. Дубнякова, К. Ф. Вольхина, А. В. Епишина, Д. В. Копылова, К. В. Мартынова.*

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

**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](mailto: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) 97-29-62
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) 335-71-55
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. (914) 541-28-72
Челябинск	тел. (351) 211-30-14
Ярославль	тел. (4852) 67-13-12

[www.heating.danfoss.ru](http://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.



# Тепло- и холодоснабжение отопительно-вентиляционных установок

Пособие

## Содержание

<b>1. ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>2. СИСТЕМЫ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ИСТОЧНИК ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОВУ</b> .....	<b>4</b>
3.1. Общие положения .....	4
3.2. Присоединение системы теплоснабжения отопительно-вентиляционных установок к тепловой сети .....	5
<b>4. ИСТОЧНИК ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК И КОНДИЦИОНЕРОВ</b> .....	<b>7</b>
4.1. Общие положения .....	7
4.2. Устройство и принцип действия холодильной машины .....	7
4.3. Водяное охлаждение конденсатора холодильной машины .....	9
4.4. Способы охлаждения воздуха в системах кондиционирования .....	9
4.5. Системы со свободным охлаждением воды .....	11
<b>5. ТРУБОПРОВОДНАЯ СЕТЬ СИСТЕМ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	<b>14</b>
5.1. Конструирование .....	14
5.2. Трубопроводы и арматура .....	14
5.3. Компенсация тепловых удлинений .....	14
5.4. Тепловая изоляция .....	15
5.5. Гидравлический расчет .....	16
5.6. Режимы работы трубопроводной сети .....	17
<b>6. УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫМИ УСТАНОВКАМИ</b> .....	<b>18</b>
6.1. Общая часть .....	18
6.2. Регулирующие клапаны .....	18
6.3. Комбинированные регулирующие клапаны .....	21
6.4. Выбор регулирующих клапанов .....	22
6.4.1. Выбор комбинированного регулирующего клапана AQT .....	22
6.4.2. Выбор комбинированных регулирующих клапанов AVQM и AFQM .....	22
6.4.3. Выбор традиционных седельных регулирующих клапанов .....	23
<b>7. УЗЛЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫМИ УСТАНОВКАМИ</b> .....	<b>24</b>
7.1. Общая часть .....	24
7.2. Узел управления центральными отопительно-вентиляционными установками и кондиционерами .....	24
7.2.1. Узел управления воздухонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном и циркуляционным насосом .....	26
7.2.2. Узел управления воздухонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном без циркуляционного насоса .....	28
7.2.3. Узлы управления воздухонагревателем второго подогрева (зональным подогревателем) или воздухоохладителем с проходным регулирующим клапаном .....	30
7.2.4. Узел управления воздухоохладителем с трехходовым регулирующим клапаном .....	32
7.3. Узлы управления местными отопительно-вентиляционными установками .....	34
7.3.1. Узлы электрического управления воздухонагревателями фэнкойлов .....	35
7.3.2. Узлы электрического управления воздухоохладителями фэнкойлов .....	37
7.3.3. Узлы управления воздухонагревателями и воздухоохладителями фэнкойлов .....	39
7.4. Узлы управления воздушно-отопительными агрегатами и тепловыми завесами .....	41
<b>8. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ И МЕСТНЫХ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК</b> .....	<b>42</b>
8.1. Средства автоматизации центральных ОВУ .....	42
8.2. Средства автоматизации местных ОВУ .....	44
<b>9. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	<b>45</b>
9.1. Балансировка трубопроводной сети с переменным расходом тепло- или холодоносителя .....	45
<b>10. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ УЧЕТ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ И ХОЛОДА</b> .....	<b>48</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>49</b>
Приложение 1. Условные обозначения .....	49
Приложение 2. Перечень рекомендуемых приборов и устройств фирмы Danfoss для применения в системах централизованного тепло- и холодоснабжения отопительно-вентиляционных установок .....	50
Приложение 3. Таблицы для выбора сочетаний регулирующих клапанов и электрических приводов .....	68
Приложение 4. Номограмма для выбора регулирующих клапанов .....	74
Приложение 5. Гидравлические характеристики элементов трубопроводных систем .....	75
Приложение 6. Диапазоны расхода энергоносителя в трубопроводной сети .....	75
Приложение 7. Предельный расход энергоносителя в патрубках регулирующих клапанов .....	75
Приложение 8. Физические величины .....	76
<b>СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>77</b>

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие подготовлено на основании нормативных документов по проектированию отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВК) и включает в себя основные характеристики систем централизованного тепло- и холодоснабжения установок для нагрева и охлаждения воздуха с применением в них различных устройств Danfoss.

В пособии представлена общая информация о приготовлении тепло- и холодоносителя для отопительно-вентиляционных установок и кондиционеров, приведены принципиальные решения теплового пункта, холодильной станции, внутренней трубопроводной распределительной сети с расстановкой необходимой регулирующей и запорной арматуры.

В работе представлены детальные схемы узлов управления центральными вентустановками и местными отопительно-охлаждающими агрегатами с рекомендациями по выбору примененного в них оборудования. При этом особое внимание уделено использованию новой техники — комбинированным регуливающим клапанам, которые значительно сокращают капиталовложения, упрощают процессы проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации систем, способствуют экономии энергоресурсов.

Вместе с тем не забыты и традиционные решения, которые продолжают быть востребованными в практике капитального строительства.

Пособие содержит большое количество иллюстраций, вспомогательных материалов для проектирования, а также примеров. В приложении представлены номенклатурные перечни приборов и устройств Danfoss с основными техническими характеристиками и кодовыми номерами для оформления заказа.

Рис. 1. Здание ООО «Данфосс»



*Danfoss — международный концерн, производящий оборудование, приборы и устройства для различных отраслей народного хозяйства.*

*Основанная в 1933 году на базе механических мастерских в сельской местности Дании, маленькая фирма уже во второй половине XX века превратилась в гиганта индустрии, имеющего заводы и торговые представительства на пяти континентах земного шара, где трудятся около 30 тыс. рабочих и служащих.*

*В России с 1993 года Danfoss представляет его дочернее отделение — российская компания ООО «Данфосс», которая за короткое время твердо встала на ноги, завоевав значительную долю российского рынка в капитальном строительстве (рис. 1). Радиаторные терморегуляторы и стальные шаровые краны, выпускаемые уже более десяти лет миллионами экземпляров на подмосковном заводе фирмы, установлены и успешно функционируют на объектах по всей территории России.*

*С каждым годом область применения оборудования Danfoss расширяется. Сегодня без приборов и устройств Danfoss, которые обеспечивают комфортные климатические условия для жизнедеятельности человека, экономию энергетических ресурсов, способствуют очищению окружающей среды, не мыслимы ни один тепловой пункт, ни одна система инженерного обеспечения здания.*

*Холодильное оборудование Danfoss широко используется фирмами-партнерами в своих устройствах. Промышленные компрессоры Maneurop и Performer, средства автоматизации холодильных установок, электромагнитные клапаны входят в состав чиллеров и автономных кондиционеров таких известных производителей вентиляционного оборудования, как Blue Box, Carrier, Climaventa, Clivet, Lennox, Libert-Hirros, RC Group, Trane и др.*

*Преобразователи частоты серии VLT и AKD, устройства плавного пуска MCD применяются для управления электродвигателями вентиляторов, насосов и компрессоров.*

*Неотъемлемой частью систем являются пластинчатые теплообменники, электрические и гидравлические регулирующие устройства, различная трубопроводная арматура, а также собранные с их использованием блочные установки.*

## 2. СИСТЕМЫ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

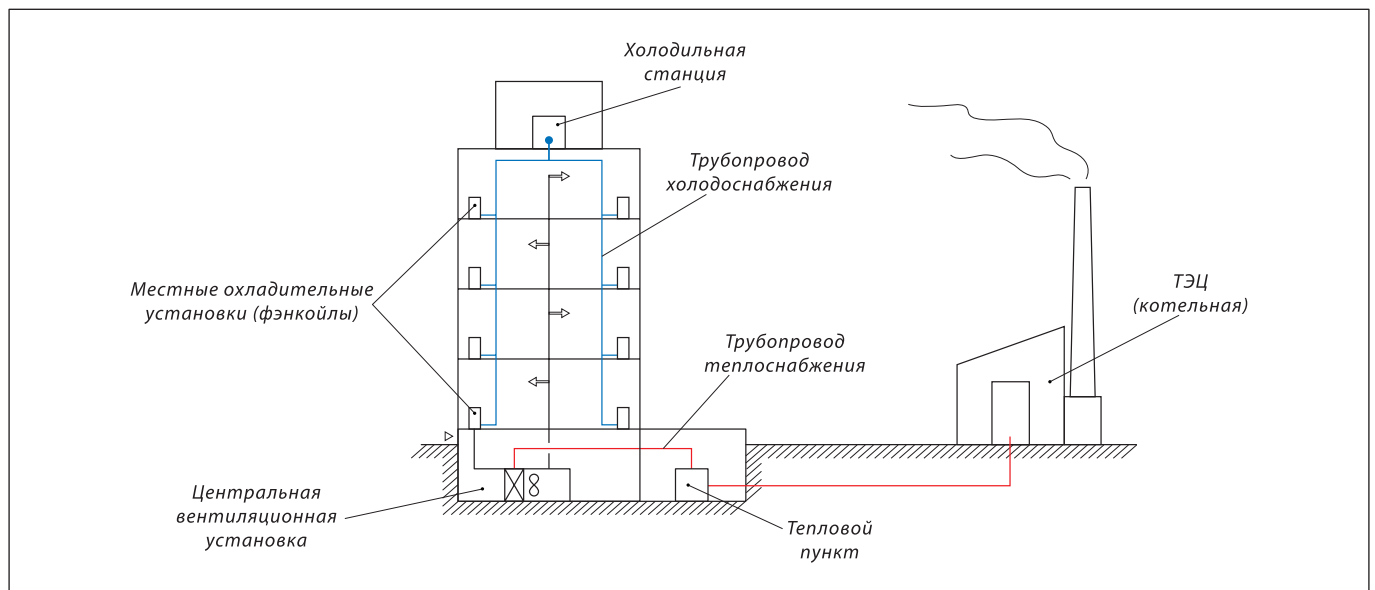
Системы ОВК занимают одно из главных мест среди систем инженерного обеспечения зданий различного назначения.

Они предназначены для создания и обеспечения в помещениях оптимальных параметров воздушной среды (температуры, влажности, чистоты, подвижности и др.), способствующих нормальной жизнедеятельности человека и ведению технологических процессов.

При всем многообразии схемных решений систем ОВК нагрев и охлаждение являются основными процессами обработки

воздуха как в местных, так и в центральных отопительно-вентиляционных установках (ОВУ). Для этого в основном используются централизованные системы тепло- и холодоснабжения (рис. 2), которые в общем виде состоят из источника тепла или холода, распределительных трубопроводных сетей и теплообменных аппаратов (воздухонагревателей и воздухоохладителей) с узлами их управления.

Рис. 2. Системы централизованного тепло- и холодоснабжения отопительно-вентиляционных установок.



## 3. ИСТОЧНИК ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОВУ

### 3.1. Общие положения

В современных жилых и общественных, а также в производственных и вспомогательных зданиях и сооружениях промышленных предприятий теплоснабжение ОВУ осуществляется, как правило, от водяных<sup>1)</sup> систем централизованного теплоснабжения, где в качестве источника тепловой энергии выступает ТЭЦ или районная (заводская) котельная.

При отсутствии системы централизованного теплоснабжения источниками энергии могут служить местные котельные (например, крышные) или индивидуальные теплогенераторы коттеджей и даже отдельных квартир в многоэтажном здании.

В целях экономии тепловой энергии в систему теплоснабжения иногда включаются дополнительные нетрадиционные источники (гелиоустановки, холодильные установки, работающие в режиме теплового насоса, устройства, утилизирующие «отбросное» тепло различных технологических процессов, и пр.).

Присоединение внутренних систем теплоснабжения к городским или заводским тепловым сетям централизованного теплоснабжения осуществляется через тепловые пункты (ТП).

Для внутренних систем ОВК тепловые пункты условно можно назвать источником теплоснабжения.

В тепловом пункте производится прием теплоносителя, преобразование (при необходимости) его параметров и распределение по системам теплотребления при согласовании их гидравлических режимов. Обязательной составляющей ТП является узел учета тепловой энергии.

Системы теплоснабжения ОВУ должны подключаться к тепловой сети централизованного теплоснабжения отдельно от других потребителей тепла (отопления, горячего водоснабжения и др.), так как параметры теплоносителя для них и режимы работы разные.

<sup>1)</sup> Пар в ОВУ используется редко. При паровых системах теплоснабжения, которые могут иметь место на промышленных предприятиях, для дальнейшего применения в системах отопления и вентиляции пар обычно преобразуется в воду.

### 3.2. Присоединение системы теплоснабжения отопительно-вентиляционных установок к тепловой сети

Схема присоединения системы теплоснабжения ОВУ к тепловой сети (рис. 3) может быть как зависимой, так и независимой (через теплообменник).

Выбор схемы присоединения определяется:

- параметрами теплоносителя в тепловой сети на входе в тепловой пункт и их допустимыми значениями для теплоиспользующего оборудования ОВУ.

Давление теплоносителя в трубопроводах внутреннего контура системы теплоснабжения ОВУ должно быть как минимум на 20% меньше предельного рабочего давления ( $P_{р}^{макс}$ ) для их воздухонагревателей, отраженного в каталогах фирм — изготовителей вентиляционного оборудования.

Требуемое давление в системе при независимом присоединении обеспечивается системой подпитки.

Температура теплоносителя в подающем трубопроводе не должна превышать максимально допустимую для оборудования величину;

- санитарно-гигиеническими и противопожарными требованиями нормативных документов.

Эти требования представлены в приложении Д СП 60.13330.2012 [1]. Например, для вентиляционной установки, размещенной в производственном помещении категории А или Б, при выделении в нем горючей пыли или аэрозолей, температура теплоносителя не должна превышать 110 °С;

- условиями обеспечения невоскипания теплоносителя.

При использовании теплоносителя с температурой 100 °С и выше его давление в самой верхней точке системы теплоснабжения (особенно при размещении ОВУ на верхних этажах здания) должно быть не меньше давления насыщенных водяных паров.

Это условие описывается зависимостью:

$$P_{Т1} \geq P_{Т1}^{мин} = 0,1 \cdot h + P_{нас} + 0,5, \quad (1)$$

где

$P_{Т1}$  — избыточное давление в нижней точке трубопроводной сети на входе в систему теплоснабжения ОВУ, бар;

$P_{Т1}^{мин}$  — минимально необходимое давление в подающем трубопроводе системы теплоснабжения ОВУ для обеспечения невоскипания теплоносителя, бар;

$h$  — отметка над уровнем ввода самой верхней части системы теплоснабжения, м;

$P_{нас}$  — давление насыщенных водяных паров при температуре теплоносителя в подающем трубопроводе системы теплоснабжения, принимаемое по табл. 1, бар;

0,5 — запас давления для гарантии обеспечения невоскипания, бар.

Рис. 3. Схемы присоединения системы теплоснабжения ОВУ к тепловой сети.

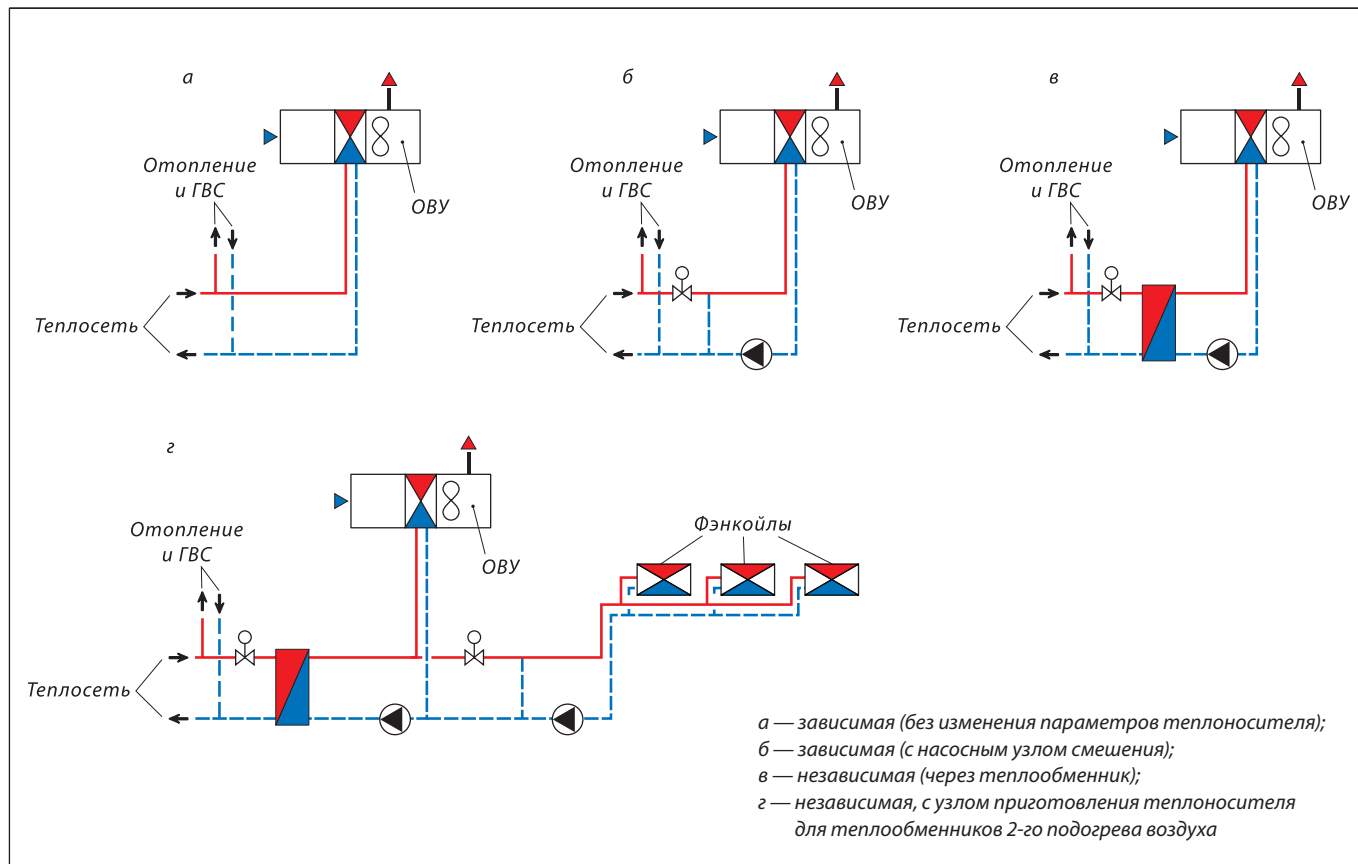




Таблица 1. Давление насыщенных водяных паров  $P_{нас}$ .

P <sub>нас</sub> при температуре воды в °С, бар										
100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
0,03	0,25	0,46	0,74	1,03	1,39	1,75	2,22	2,69	3,27	3,85

**Пример****Дано:**

В систему теплоснабжения ОВУ поступает теплоноситель с температурой  $T_1 = 130\text{ °C}$  при давлении  $P_{T1} = 6$  бар.

Определить минимально необходимое давления теплоносителя для обеспечения его неувиспания на высоте ( $h$ ) 50 м над уровнем ввода.

**Решение:**

$$P_{T1}^{\text{мин}} = 0,1 \cdot 50 + 1,71 + 0,5 = 7,21 \text{ бар.}$$

Давление недостаточно для обеспечения неувиспания теплоносителя ( $P_{T1} < P_{T1}^{\text{мин}}$ ).

Необходимо снизить температуру теплоносителя.

- условиями заполнения системы теплоснабжения<sup>1)</sup>.  
Давление в обратном трубопроводе системы теплоснабжения ОВУ должно превышать давление столба воды, равного высоте внутренней системы теплоснабжения:

$$P_{T2} \geq P_{T2}^{\text{мин}} = 0,1 \cdot h + 0,5, \quad (2)$$

где  $P_{T2}$  — избыточное давление в нижней точке трубопроводной сети на выходе из системы теплоснабжения ОВУ, бар,  
 $P_{T2}^{\text{мин}}$  — минимально необходимое давление в обратном трубопроводе для обеспечения заполнения системы, бар,  
 $h$  — то же, что и в формуле (1),

0,5 — запас давления для гарантии заполнения, бар;

- температурными режимами работы воздухонагревателей ОВУ.  
Например, для оптимального регулирования температуры воздуха в воздухонагреватели 2-го подогрева рекомендуется подавать теплоноситель с постоянной пониженной температурой.

Постоянные параметры теплоносителя необходимы потому, что тепловая нагрузка на воздухонагреватели 2-го подогрева не зависит от текущих наружных климатических условий. Переменная температура теплоносителя будет вынуждать срабатывать автоматику регулирования даже при неизменной нагрузке.

Пониженная температура теплоносителя требуется:

- 1) для обеспечения выбора воздухонагревателя без излишних запасов, так как на практике наименьшие из имеющегося

номенклатурного ряда воздухонагреватели при высоких параметрах теплоносителя оказываются слишком велики;

2) в теплообменниках 2-го подогрева осуществляется незначительный нагрев воздуха (на 2–5 °С). Для этого требуется очень маленький расход теплоносителя, если его параметры высоки. При этом невозможно обеспечить качественное регулирование температуры воздуха в пределах указанного диапазона температур. Узел приготовления теплоносителя для теплообменников 2-го подогрева может быть насосным и сочетаться с общим водоподогревателем для систем вентиляции (рис. 3, г);

- требованиями по надежности и безопасности систем.  
Для соблюдения этих требований предпочтение следует отдавать независимой схеме, при которой гидравлические режимы внутренних систем и тепловой сети не влияют друг на друга и надежность системы теплоснабжения повышается;
- указаниями теплоснабжающей организации;
- пожеланиями заказчика.  
Эти два пункта также обусловлены безаварийной работой систем теплоснабжения.

При отсутствии каких-либо ограничений и достаточного располагаемого напора на вводе в здание допускается присоединять ОВУ к тепловой сети по зависимой схеме без изменения температуры теплоносителя (вплоть до 150 °С) между узлом учета и другими системами теплоснабжения.

<sup>1)</sup> Данное требование должно также выполняться и для системы холодоснабжения ОВУ.

## 4. ИСТОЧНИК ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК И КОНДИЦИОНЕРОВ

### 4.1. Общие положения

Для обеспечения комфортных условий в теплый период года в помещениях зданий предусматриваются различные системы кондиционирования воздуха (СКВ), в которых в качестве

искусственного источника холода чаще всего используются парокомпрессионные холодильные установки (машины).

### 4.2. Устройство и принцип действия холодильной машины

В общем виде парокомпрессионная холодильная машина (ХМ), схема которой приведена на рис. 4, состоит из следующих основных устройств: компрессора (1), конденсатора (2), терморегулирующего вентиля (ТРВ) (3) и испарителя (4).

В холодильной машине перемещается рабочее вещество, так называемый холодильный агент, агрегатное состояние которого в процессе работы машины изменяется. В качестве холодильного агента используются неразрушающие озоновый слой земной атмосферы вещества (производные углеводородов) с низкой температурой кипения (ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ) при давлении в 1 бар. К ним относятся хладагенты R134, K407, K410 и др.

Процесс работы ХМ отображается на  $i$ -lgP-диаграмме для выбранного типа холодильного агента (рис. 5).

Режим ее работы определяется температурами:

- $t_0$  кипения (испарения) холодильного агента, которая задается на  $1-2^{\circ}\text{C}$  ниже температуры охлаждаемой среды на выходе из испарителя (для условий работы СКВ стандартная  $t_0 = 5^{\circ}\text{C}$ );
- $t_k$  конденсации, принимаемой на  $3-4^{\circ}\text{C}$  выше температуры воды, выходящей из конденсатора (стандартная —  $35^{\circ}\text{C}$ );
- $t_i$  переохлаждения агента принимается на  $1-2^{\circ}\text{C}$  выше начальной температуры воды, подаваемой в конденсатор (стандартная —  $30^{\circ}\text{C}$ );
- $t_в$  всасывания паров (стандартная —  $15^{\circ}\text{C}$ ).

Компрессор 1 засасывает пары хладагента из испарителя при давлении  $P_0$  (точка 1'), которое соответствует заданной температуре кипения  $t_0$ , и сжимает их до давления конденсации  $P_k$

Рис. 4. Устройство парокомпрессионной холодильной машины.

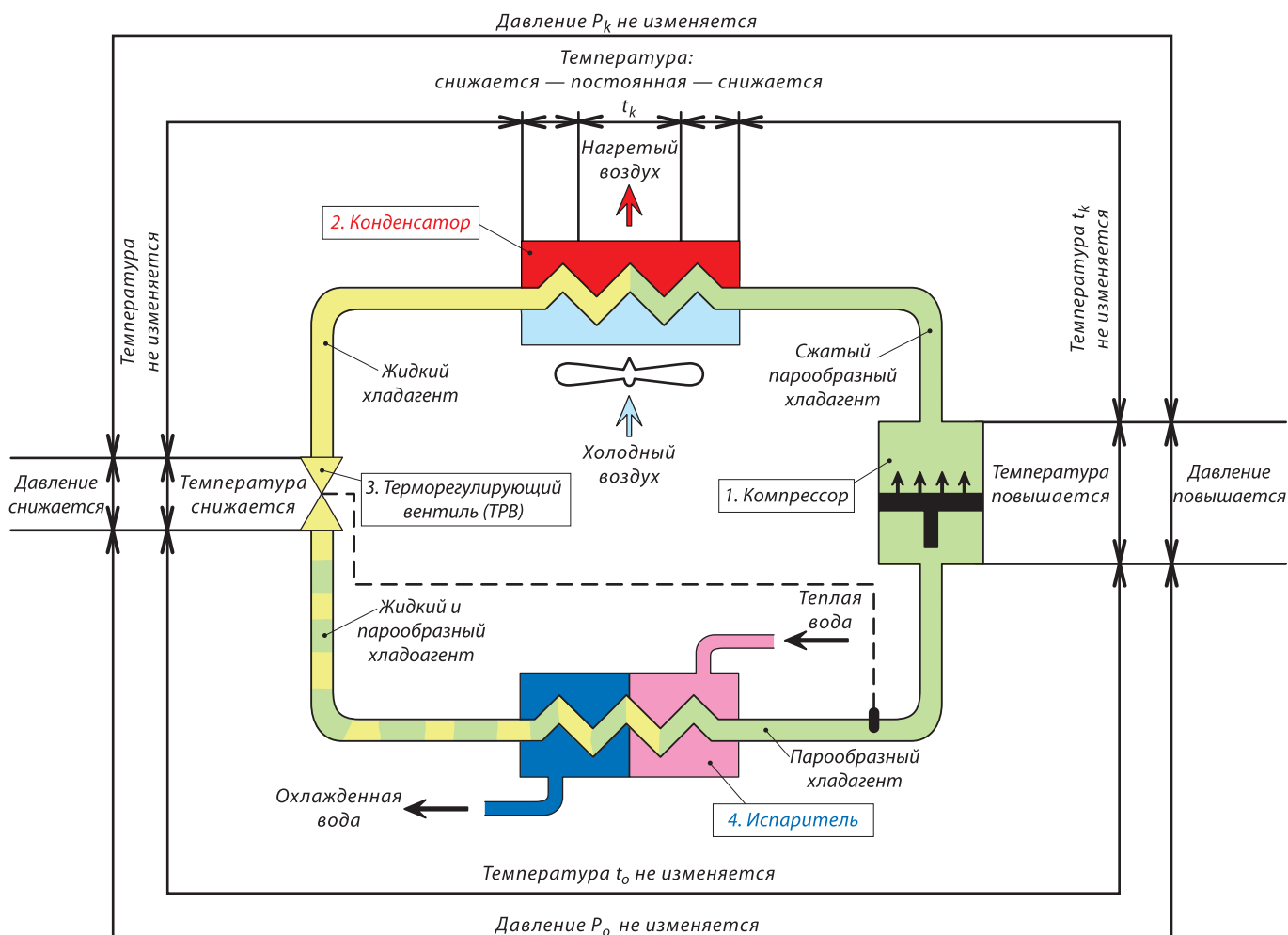
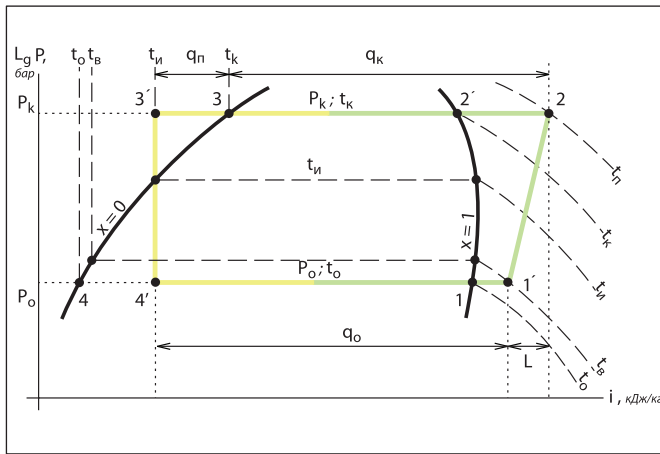


Рис. 5. Цикл парокомпрессионной холодильной машины в  $i$ - $lgP$ -диаграмме.



(точка 2). При этом затрачивается определенная работа. Давление и температура паров хладагента резко возрастают.

Сжатые пары поступают в конденсатор 2, который охлаждается жидкостью (водой, водоглицеролиевой смесью и др.) или воздухом при температуре более низкой, чем температура паров сжатого хладагента. Вследствие теплообмена между охлаждающей средой и парами хладагента последние сначала охлаждаются (точка 2'), а затем конденсируются за счет отнятия скрытой теплоты парообразования при практически неизменном давлении  $P_k$  и превращаются в жидкость (точка 3). Далее конденсат несколько переохлаждается (точка 3') либо в самом конденсаторе, либо в располагаемом за ним дополнительном охладителе.

После выхода из конденсатора жидкий хладагент проходит через ТРВ 3, где давление его падает до  $P_o$  и хладагент закипает.

Жидкий хладагент с низкой температурой поступает в испаритель 4 (точка 4'). К испарителю подводится подогретый энергоноситель, возвращаемый от потребителей холода, или непосредственно охлаждаемый воздух. Испаряющийся хладагент интенсивно отбирает тепло от энергоносителя или воздуха, понижая его температуру. При этом сам хладагент переходит из жидкого состояния в газообразное при постоянном давлении (точка 1). Далее он немного перегревается и вновь поступает в компрессор (точка 1').

Количество тепла, передаваемое 1 кг хладагента и отбираемое от него, а также затрачиваемая работа в компрессоре на диаграмме выражаются как прямые и определяются зависимостями:

- холодопроизводительность :

$$q_o = (i_1 - i_4) \text{ кДж/кг}, \tag{3}$$

- >> количество тепла, подведенного к подогревателю:

$$q_{nгр} = (i_1' - i_1) \text{ кДж/кг}, \tag{4}$$

- >> работа, затрачиваемая в компрессоре:

$$L = (i_2 - i_1) \text{ кДж/кг}, \tag{5}$$

- >> количество тепла, отведенного в конденсаторе:

$$q_k = (i_2 - i_3) \text{ кДж/кг}, \tag{6}$$

- >> количество тепла, отведенного в переохладителе:

$$q_{пox} = (i_3 - i_3') \text{ кДж/кг}, \tag{7}$$

Тепловой баланс холодильной машины равен:

$$q_k + q_{пox} = q_o + q_{nгр} + L. \tag{8}$$

Эффективность работы ХМ определяется холодильным коэффициентом (коэффициентом преобразования):

$$\epsilon = \frac{q_o}{L}. \tag{9}$$

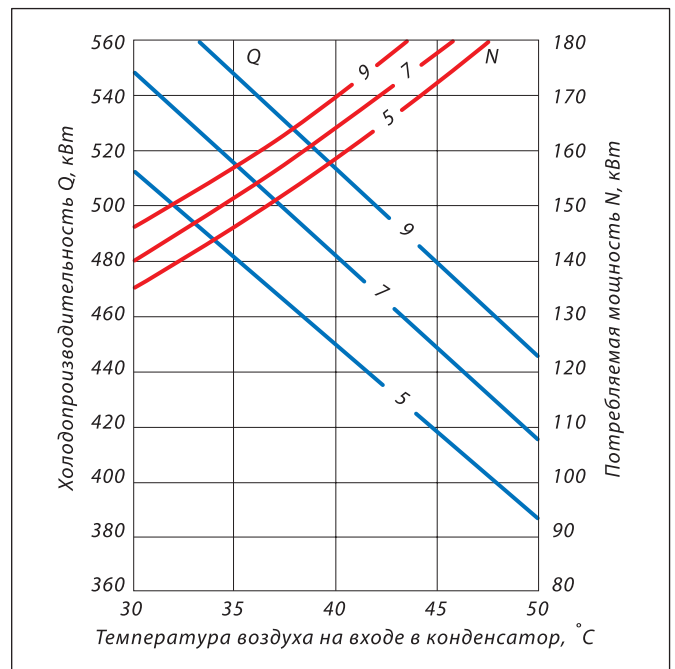
Расчетный холодильный коэффициент обычно лежит в пределах от 2 до 5. Это означает, что для получения 1 кВт холода требуется затратить соответственно, всего 0,5–0,25 кВт внешней энергии.

Холодопроизводительность и эффективность работы ХМ непостоянны. Они зависят от температур конденсации и кипения и могут меняться в процессе работы машины в широких пределах. На рис. 6 показан пример зависимости холодопроизводительности ХМ и потребляемой компрессором мощности от температурных параметров.

В современных холодильных машинах для систем холодоснабжения ОВУ применяются винтовые, роторные и спиральные герметичные компрессоры. При реконструкции или для получения низкотемпературного холодоносителя иногда используются поршневые компрессоры.

Воздухоохлаждаемые конденсаторы, а также испарители, встраиваемые в кондиционеры, представляют собой трубчато-пластинчатый теплообменник специальной конструкции, где по трубкам циркулирует хладагент, а между трубками — принудительный поток воздуха.

Рис. 6. Зависимость изменения холодопроизводительности холодильной машины от температурных параметров.



Для конденсаторов водяного охлаждения и испарителей водяных систем холодоснабжения применяются обычно кожухотрубные или пластинчатые теплообменники.

Терморегулирующий клапан (ТРВ) — регулятор температуры прямого действия, который в самом простом варианте состоит из термостатического элемента с датчиком температуры хладагента на выходе из испарителя и игольчатого дросселирующего клапана. Принципиальная схема простейшего ТРВ приведена на

### 4.3. Водяное охлаждение конденсатора холодильной машины

Для охлаждения конденсатора ХМ применяется холодная вода, которая может забираться из артезианской скважины, реки, озера или моря. Однако использование артезианской воды требует особого разрешения, а естественные водоемы не всегда находятся рядом с объектом строительства. Поэтому наиболее распространенным источником холодной воды для охлаждения конденсаторов являются системы оборотного водоснабжения.

В них вода охлаждается в различных установках:

- в открытых градирнях (безвентиляторных и вентиляторных), где вода разбрызгивается в потоке наружного воздуха и отдает свое тепло за счет частичного испарения. Однако такой способ охлаждения может применяться только в теплый

рис. 7. В маленьких ХМ (например, для местных автономных кондиционеров), иногда для дросселирования хладагента, вместо ТРВ используется капиллярная трубка определенной длины.

В состав ХМ также входят различные вспомогательные устройства (переохладители и перегреватели хладагента, фильтры, осушители, маслоотделители и др.), а также средства автоматизации и защиты.

период года в местностях с жарким и сухим климатом. Ему также присущи значительные потери воды, ее загрязнение и неблагоприятное воздействие на окружающую среду;

- в закрытых сухих или орошаемых водоохладителях.

Это достаточно эффективные аппараты, через которые вода циркулирует по замкнутому контуру без потерь. В них вместо воды могут использоваться незамерзающие жидкости (например, водные растворы гликолей). В этом случае закрытые водоохладители без орошения возможно применять круглогодично. Такой способ охлаждения оборотной воды как наиболее универсальный чаще всего используется в городских условиях средней полосы России.

### 4.4. Способы охлаждения воздуха в системах кондиционирования

Охлаждение воздуха происходит в поверхностных воздухоохладителях, находящихся в составе кондиционеров. Кондиционеры могут быть центральными или местными.

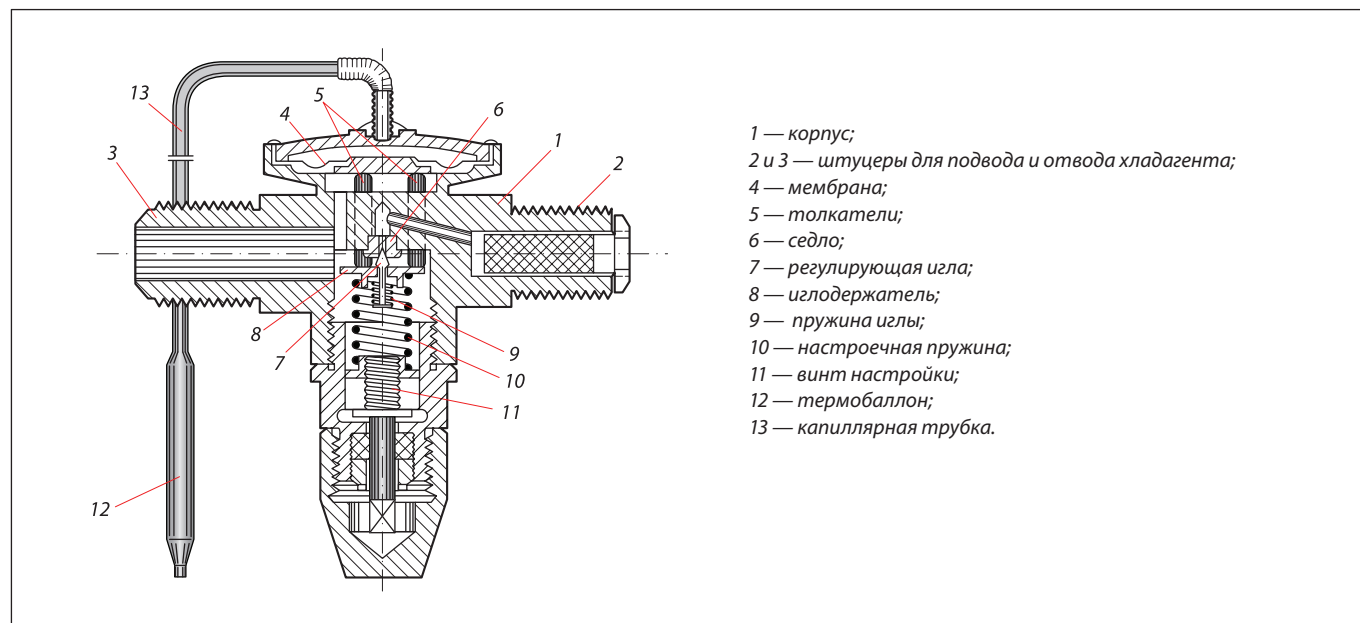
Центральная установка обслуживает, как правило, несколько помещений и располагается вдали от них, а местные размещаются внутри или рядом с помещениями, для которых они предназначены.

Местные установки могут быть полностью автономными (со встроенной в кондиционер ХМ).

Для местных автономных кондиционеров и, реже, для центральных используется хладагент ХМ. При этом испаритель ХМ играет непосредственно роль воздухоохладителя. Такие кондиционеры называются установками с прямым испарительным охлаждением воздуха.

Подобный принцип охлаждения воздуха в последние годы широко используется в системах кондиционирования многокомнатных зданий (офисного назначения, в гостиницах, элитных жилых комплексах и др.). Эти системы (сплит-системы) состоят из

Рис. 7. Принципиальное устройство терморегулирующего клапана.



наружного компрессорно-конденсаторного блока и одного или нескольких внутренних блоков (мультисплит-системы), включающих испаритель, вентилятор, воздухоподающие устройства и средства автоматического управления.

Некоторые разновидности сплит-систем позволяют не только охлаждать воздух, но и при необходимости нагревать его путем переключения установок на работу в режиме теплового насоса.

Несмотря на неоспоримые достоинства, СКВ с прямым испарительным охлаждением воздуха непосредственно внутри обслуживаемых помещений имеют ряд ограничений по их применению, а также пока еще достаточно дорогостоящи.

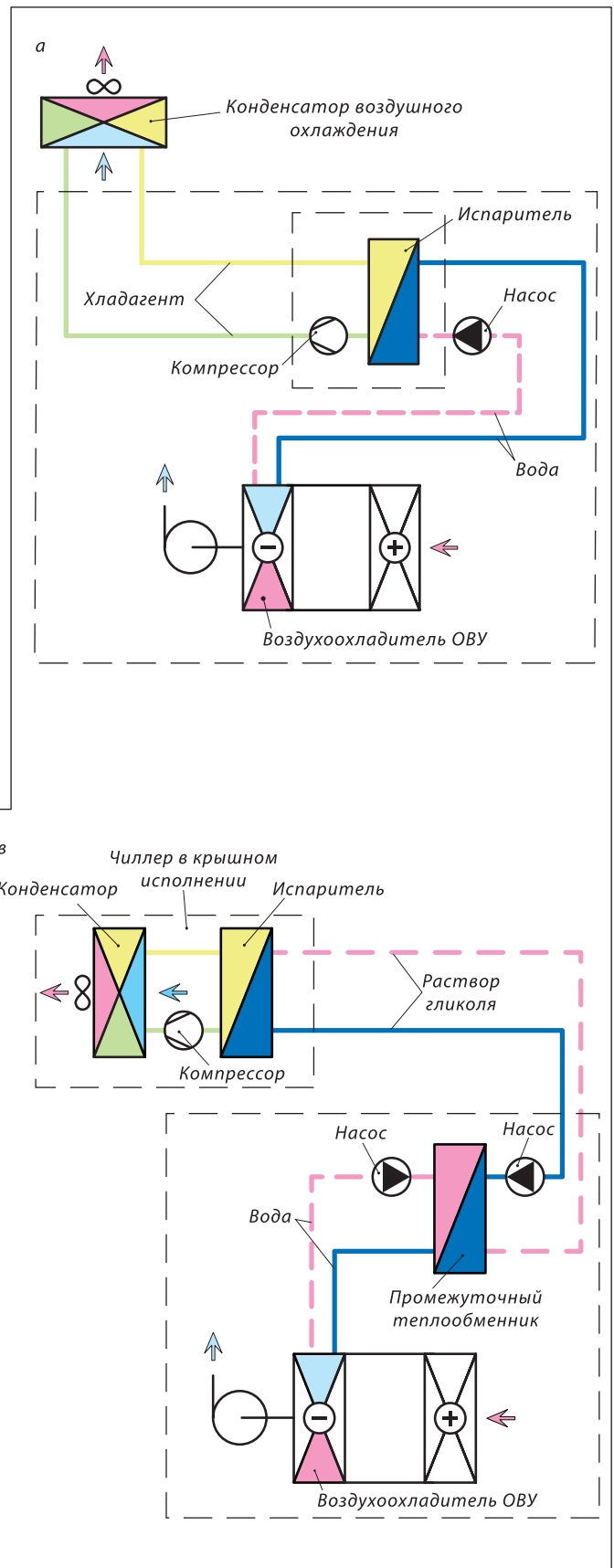
В этой связи традиционные СКВ с центральными установками или местными эжекционными или вентиляторными кондиционерами-доводчиками (далее фэнкойлами), где между ХМ и воздухоохладителями циркулирует промежуточный энергоноситель, остаются востребованными и продолжают совершенствоваться.

В этих системах в качестве энергоносителя используется холодная вода<sup>1)</sup>.

Холодная вода готовится в центральных холодильных установках — водоохладителях (чиллерах).

Чиллер может компоноваться из отдельных элементов на месте его монтажа или собираться в заводских условиях в виде блока. В зависимости от принятой схемы охлаждения промежуточного энергоносителя и конденсатора ХМ, а также от местных условий размещения оборудования конструктивное решение чиллера может быть самым разнообразным (рис. 8).

Рис. 8. Примеры конструктивного исполнения чиллера.



<sup>1)</sup> Применение для воздухоохладителей незамерзающих жидкостей в виде водного раствора гликолей ограничено, а в некоторых случаях вообще недопустимо по причине их токсичности.

#### 4.5. Системы со свободным охлаждением воды

Для снижения энергозатрат иногда применяются центральные водоохладительные установки с системой свободного охлаждения (фрикулинга). Такая система, одна из схем которой приведена на рис. 9, позволяет охлаждать промежуточный холодоноситель непосредственно наружным воздухом (при его низких температурах) без использования в это время ХМ.

В обычном режиме работы вода, возвращающаяся от потребителя или из процесса, в котором она была использована, подается насосом 8 в теплообменник 9, где обменивается теплотой с водным раствором гликоля. В свою очередь гликоль через пропорциональный трехходовой клапан 2 подается циркуляционным насосом 3 в испаритель 9, в котором он охлаждается, отдавая теплоту кипящему хладагенту.

Холодильный контур состоит из стандартного перечня компонентов, но также может включать дополнительные устройства, оптимизирующие его работу.

Когда температура наружного воздуха становится ниже температуры гликоля, поступающего в ХМ, трехходовой клапан 2, управляемый контроллером, направляет часть гликоля в теплообменник свободного охлаждения 1, при этом положение штока трехходового клапана выбирается на основании совокупности трех параметров:

- температуры гликоля на выходе из холодильной машины;
- температуры окружающего воздуха;
- рабочего давления конденсации.

Как только температура окружающего воздуха становится достаточно низкой для снятия всей тепловой нагрузки,

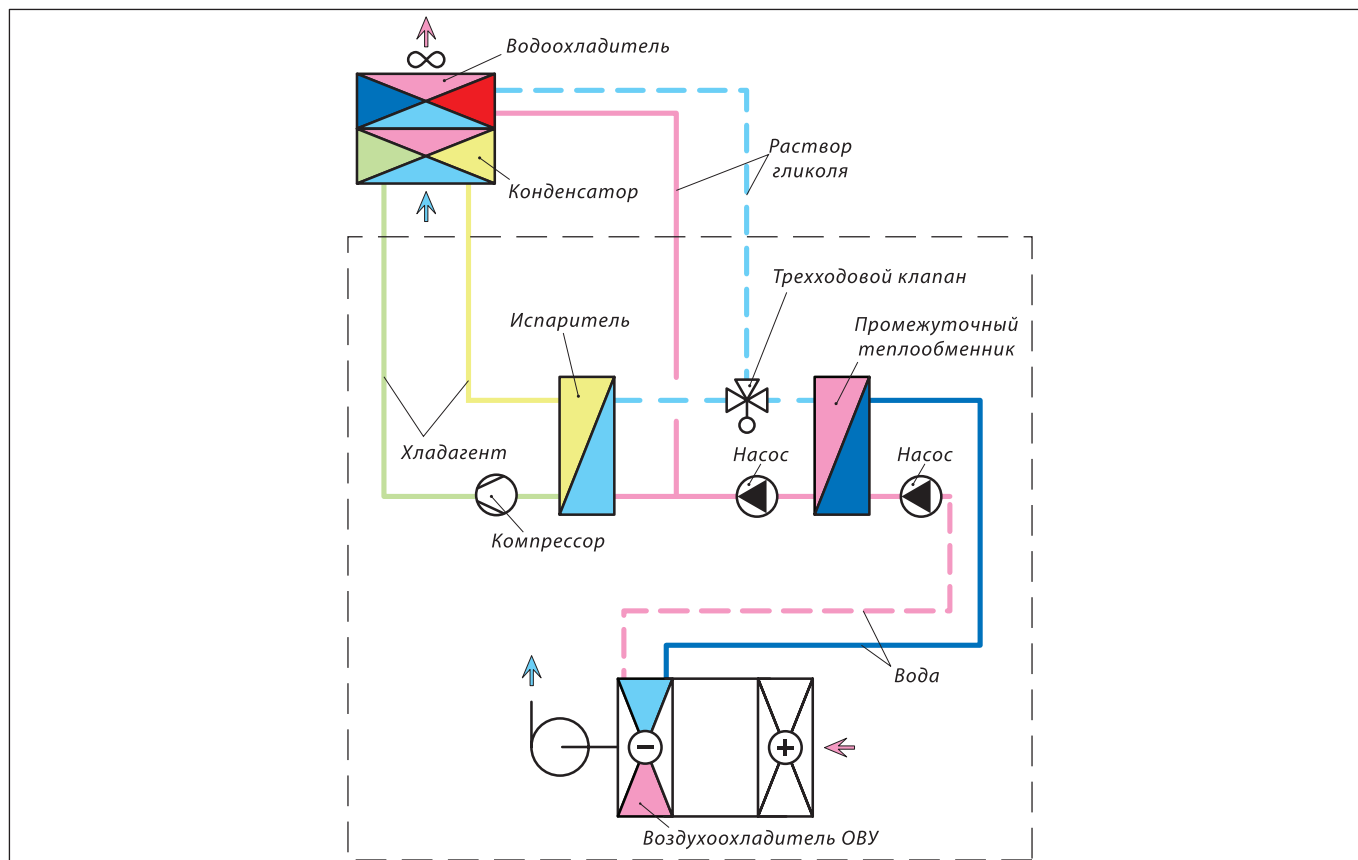
компрессоры отключаются и поддержание температуры выходящего из ХМ гликоля осуществляется путем плавного изменения расхода воздуха через теплообменник свободного охлаждения 1. Если температура окружающего воздуха возрастает и мощности свободного охлаждения становится недостаточно для снятия тепловой нагрузки, контроллер ХМ, параллельно к работающему свободному охлаждению, подключает холодильный контур. При дальнейшем росте температуры окружающего воздуха автоматика выводит из процесса теплообменник свободного охлаждения, а поддержание заданной температуры выходящего гликоля полностью возлагается на контур ХМ.

При эксплуатации свободного охлаждения экономится значительное количество электроэнергии. Экономия зависит от условий окружающей среды и заданной температуры выходящего гликоля. Снижение затрат электроэнергии тем больше, чем больше тепловой нагрузки снимается свободным охлаждением. В странах Центральной Европы экономия электроэнергии составляет 30%, а в странах с продолжительным зимним периодом (Скандинавия, Россия) доходит до 40%. Кроме того, режим свободного охлаждения увеличивает срок службы компрессоров на 40–50%.

Вместе с тем добавление контура свободного охлаждения и соответствующей автоматики приводит к усложнению ХМ и увеличению ее стоимости. Срок окупаемости ХМ с режимом свободного охлаждения для России составляет 2–4 года и зависит от региона установки оборудования и его мощности.

При значительной потребности в холоде отдельные холодильные установки могут объединяться в холодильную станцию.

Рис. 9. Чиллер с системой свободного охлаждения воды.



#### 4.6. Насосные установки (гидромульти)

Для циркуляции холодоносителя по системе холодоснабжения, а также жидкости, охлаждающей конденсатор, используются циркуляционные насосы.

Совместно с расширительными баками, регулирующими устройствами, запорной арматурой и контрольно-измерительными приборами циркуляционные насосы объединяются в насосные блоки (гидромульти), которые могут выполняться как отдельные установки или входить в состав блочных чиллеров.

Компания Danfoss выпускает по индивидуальным заказам на заводе в Финляндии отдельные гидромульти полной заводской готовности в блочном исполнении. Блочная компоновка и заводское производство гидромульти гарантируют его высокое качество и обеспечивают простую и быструю установку блока на объекте.

Рекомендуется гидромульти дополнять баками — аккумуляторами холода, которые служат для снижения частоты включения и выключения чиллеров при изменении холодильной нагрузки. Их объем зависит от емкости системы холодоснабжения (трубопроводов, воздухоохладителей вентиляционных установок и кондиционеров) и расхода циркулирующего холодоносителя, количества ХМ, заданного промежутка времени между пуском и остановкой оборудования чиллеров. Необходимость применения баков-аккумуляторов диктуется, как правило, производителями чиллеров.

Холодильные машины обычно требуют постоянного минимально необходимого расхода холодоносителя. Поэтому баки-аккумуляторы рекомендуется применять смесительного типа, которые одновременно будут играть роль нерегулируемого байпаса между подающим и обратным трубопроводами системы холодоснабжения.

Смесительные баки условно разделяют систему на два контура: контур внутренней сети (бак-аккумулятор — воздухоохладители вентустановок) с циркуляционными насосами и контур ХМ (испарители — бак-аккумулятор) со своими насосами.

В такой схеме объем системы остается общим, а циркуляционные контуры раздельными. При этом становится возможным иметь различные в двух контурах гидравлические режимы работы сети. Когда при снижении холодопотребления расход холодоносителя во внутренней сети сокращается, через бак и испарители ХМ продолжает циркулировать холодоноситель до тех пор, пока бак полностью не будет заряжен холодом. В процессе зарядки по мере снижения температуры холодоносителя в баке ХМ будут последовательно отключаться.

При последующем возрастании холодильной нагрузки система какое-то время будет использовать аккумулялированный холод при бездействии ХМ, после чего они начнут включаться.

Выбор баков обычно выполняется с использованием предлагаемых производителями формул и компьютерных программ.

В последнее время рядом фирм стали выпускаться холодильные машины с частотно-регулируемым приводом (инвертором), который позволяет плавно изменять холодопроизводительность чиллера. Такие машины не требуют применения баков-аккумуляторов, так как способны продолжать работать без отключения при снижении нагрузки до 40–25 %.

В этом случае вместо баков в гидромульте предусматривается регулируемый байпас, как правило, с регулятором перепуска прямого действия.

Регулятор перепуска состоит из нормально закрытого регулирующего клапана с мембранным гидравлическим приводом,

соединенным импульсными трубками с подающим и обратным трубопроводами циркуляционного кольца системы холодоснабжения. Когда потребность в холоде уменьшается, перепад давлений между трубопроводами системы возрастает в результате закрытия регулирующих устройств на теплообменных аппаратах вентиляционных установок и кондиционеров, клапан регулятора перепуска открывается и холодоноситель начинает циркулировать через чиллеры, минуя потребителей. При этом температура холодоносителя на входе в чиллеры постепенно повышается и инверторные холодильные машины, начинают медленно снижать выработку холода.

Возможно применение в качестве регулятора перепуска регулирующего клапана с электрическим приводом. Управляющим устройством для такого клапана может служить расходомер в контуре систем холодопотребления, который при снижении расхода холодоносителя в системе подает сигнал через специальный контроллер на открытие перепускного клапана, а при возрастании расхода — на его закрытие.

Примеры принципиальных схем гидромульти приведены на рис. 10.

В системах тепло- и холодоснабжения насосы применяются для циркуляции энергоносителя через теплообменные аппараты вентиляционных установок и холодильных машин, а также для заполнения замкнутых контуров незамерзающими жидкостями.

В этих системах обычно используются циркуляционные и подкачивающие радиальные (центробежные) насосы общепромышленного назначения.

Каждый насос обладает собственной, только ему присущей характеристикой, получаемой в процессе испытаний. Характеристика (рис. 11) отображает зависимость между производительностью (расходом, подачей)  $G_H$ , давлением (напором)  $\Delta P_H$ , коэффициентом полезного действия (КПД)  $\eta_H$  и потребляемой мощностью  $N_H$  при определенном количестве оборотов рабочего колеса насоса  $n$ .

Точка пересечения характеристики насоса и сети (точка А, рис. 11) называется рабочей точкой, которой соответствуют давление  $\Delta P_H$ , КПД  $\eta_H$  (точка Б) и мощность  $N_H$  (точка В).

При изменении количества оборотов параметры насоса меняются в соответствии с зависимостями:

$$G_{H2} = G_{H1} \cdot \frac{n_2}{n_1}, \quad (10)$$

$$\Delta P_{H2} = \Delta P_{H1} \cdot \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2, \quad (11)$$

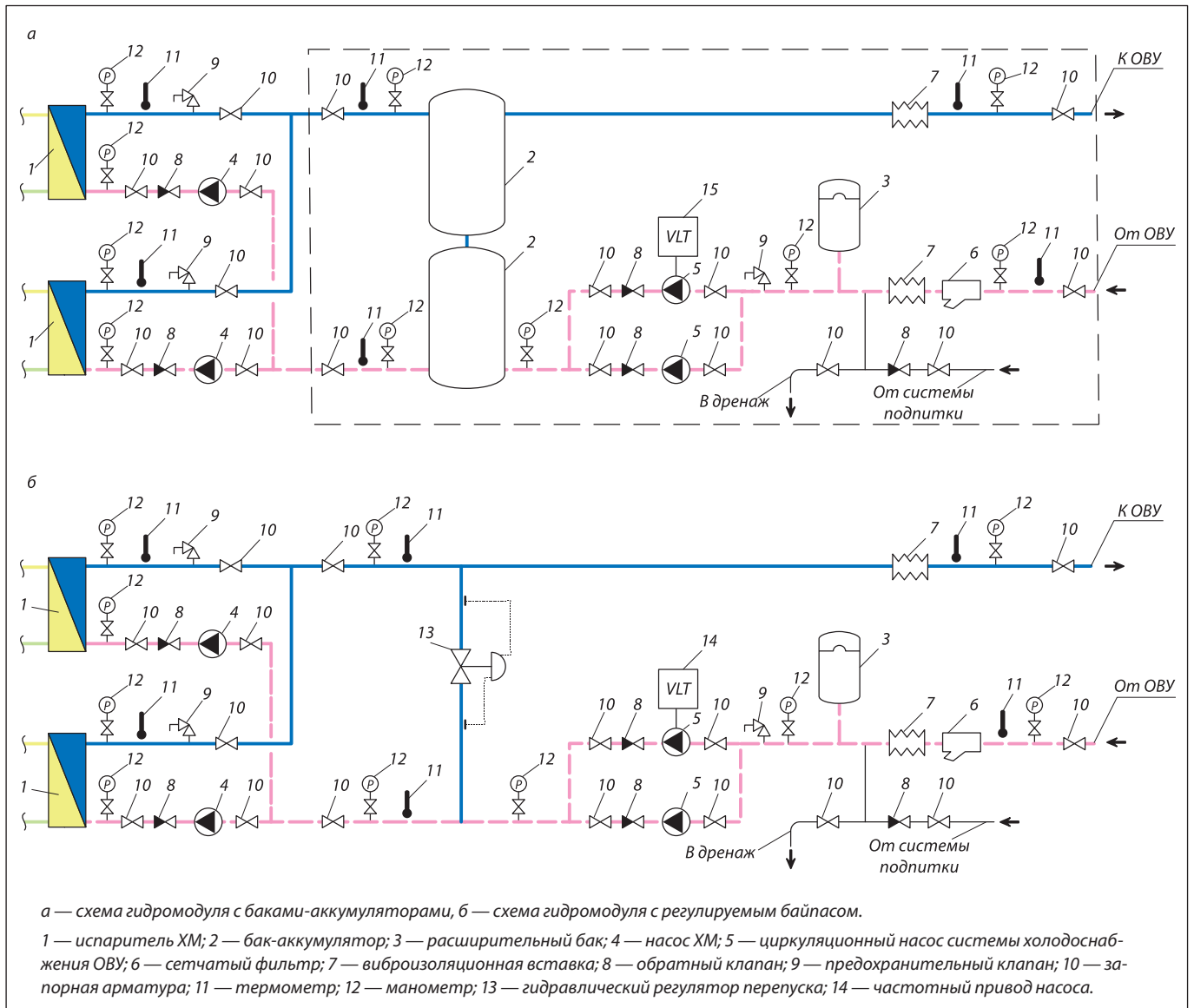
$$N_{H2} = N_{H1} \cdot \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3. \quad (12)$$

Эти закономерности лежат в основе управления характеристиками насосов с использованием преобразователей частоты вращения их электроприводов (например, серии VLT).

Циркуляционные насосы также следует устанавливать в узлах управления теплообменными аппаратами установок ОВК, где может нагреваться воздух с отрицательными температурами.

В этих узлах рекомендуется применять бесфундаментные циркуляционные насосы, как правило, без резерва. Резервные насосы должны быть предусмотрены в проектной документации и впоследствии храниться на складе эксплуатирующей организации.

Рис. 10. Примеры принципиальной схемы гидромодуля.



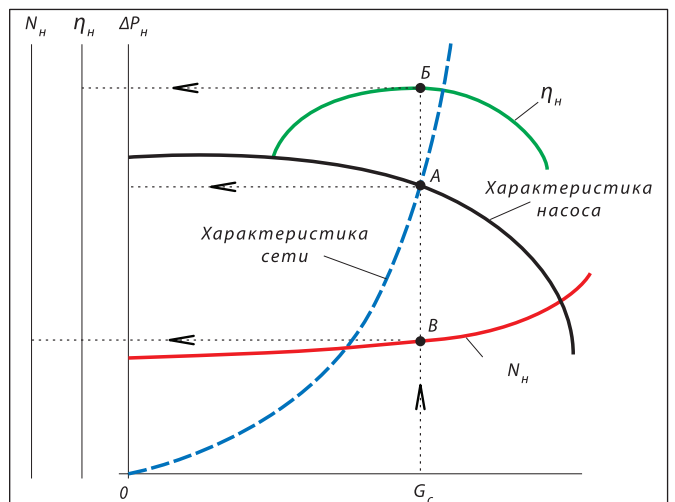
Если вентиляционная установка одновременно выполняет функцию воздушного отопления и является единственной для помещения или группы помещений, то в узле управления ее воздушонагревателем следует предусматривать два циркуляционных насоса или спаренный насос с двумя электродвигателями.

Насос для узлов управления установками ОВК подбирается по расчетному расходу теплоносителя через воздушонагреватель и потере давления в циркуляционном контуре (воздушонагреватель — подводящие трубопроводы — перемычка узла смешения — трубопроводная арматура) с запасом 10%.

При подборе насосов для перекачки незамерзающих жидкостей, плотность и вязкость которых больше, чем у воды, их напор должен быть выбран с учетом повышающего коэффициента.

При использовании в холодильной установке в качестве охлаждающей жидкости раствора гликоля для его приготовления и сбора в случае опорожнения системы должна предусматриваться специальная емкость.

Рис. 11. Характеристика насоса и сети.





## 5. ТРУБОПРОВОДНАЯ СЕТЬ СИСТЕМ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

### 5.1. Конструирование

Распределение тепло- и холодоносителя по установкам ОВК производится по трубопроводной сети, которая подразделяется на магистрали и ответвления к отдельным потребителям тепла или холода.

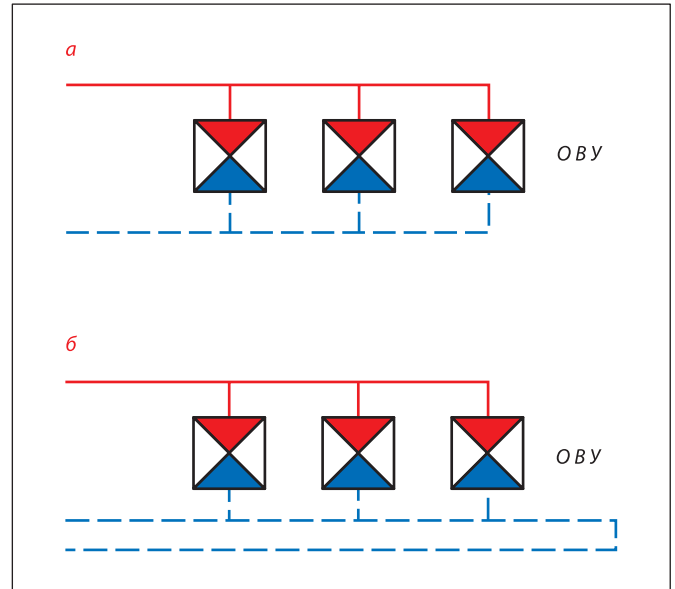
В зависимости от направления потоков энергоносителя в магистральных трубопроводах сеть может быть с попутным и тупиковым движением (рис. 12).

В тупиковой сети минимальный перепад между давлениями в подающем и обратном трубопроводах приходится, как правило, на самого отдаленного от источника энергии потребителя. Для остальных потребителей перепад давлений отличается от конечного и постепенно увеличивается по мере приближения к началу сети. И эти, иногда излишние, перепады приходится дросселировать.

Сеть с попутным движением теплоносителя по магистрали обеспечивает более или менее одинаковые перепады давлений на всем ее протяжении. Однако неточности гидравлического расчета такой сети или возможные отклонения от проекта при ее монтаже могут снизить располагаемые напоры для отдельных потребителей. В таких ситуациях найти ошибку и восстановить перепад давлений до требуемой величины часто невозможно.

Таким образом трубопроводную сеть систем тепло- и холодоснабжения вентиляционных установок рекомендуется предусматривать тупиковой.

Рис. 12. Магистральные трубопроводы систем тепло- и холодоснабжения. а — с тупиковым движением энергоносителя; б — с попутным движением энергоносителя.



### 5.2. Трубопроводы и арматура

Трубопроводы систем тепло- и холодоснабжения отопительно-вентиляционных установок могут выполняться из различных материалов (сталь, медь, полимерные, металлополимерные).

Магистральные трубопроводы DN 15–50 чаще всего изготавливаются из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262–75\*, а при больших диаметрах — из электросварных труб по ГОСТ 10704–91. В уникальных зданиях повышенной этажности, где к инженерным системам предъявляются особые требования, иногда применяются бесшовные цельнотянутые трубы по ГОСТ 8732–78\*.

### 5.3. Компенсация тепловых удлинений

Трубопроводы систем тепло- и холодоснабжения подвержены тепловому удлинению или сжатию при изменении температуры находящегося в них энергоносителя.

Удлинение (сжатие) трубопровода достигает своей наибольшей величины в периоды пуска систем, после того, когда они находились при температуре окружающего воздуха.

Для компенсации тепловых удлинений, прежде всего, используются естественные изгибы трубопроводов. При невозможности компенсации удлинений таким образом предусматривается устройство П- или Г-образных компенсаторов. Если для их размещения нет достаточного места, то на трубопроводах устанавливаются осевые сильфонные компенсаторы Danfoss.

Для периодически опорожняемых трубопроводов холодной воды и дренажей стальные трубы должны быть оцинкованными. При использовании в качестве холодоносителя водного раствора гликоля применять оцинкованные трубы не рекомендуется.

Медные, полимерные и металлополимерные трубы могут применяться для распределительных трубопроводов и обвязок местных установок с регулирующими устройствами Danfoss, сочетаемые с этими видами труб.

Сильфон компенсаторов Danfoss выполнен из нержавеющей стали, а патрубки — из углеродистой стали для обеспечения соединения со стальными трубопроводами методом сварки.

Для применения рекомендуются компенсаторы двух типов: с внутренней направляющей гильзой без защиты сильфона и с наружным защитным кожухом.

Компенсаторы устанавливаются на участках трубопроводов, зафиксированных с двух сторон неподвижными опорами.

Выбор компенсатора и расстановка неподвижных опор производятся по величине максимального удлинения трубопровода  $\Delta L$  и компенсирующей способности компенсатора  $\pm \delta$ .

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

Таблица 2. Коэффициент линейного расширения  $\alpha$

Материал труб	Сталь	Медь	Полиэтилен	Полипропилен	Металлопласт	Поливинилхлорид
$\alpha$ , мм/м·°С	0,011	0,017	0,2	0,15	0,025	0,062

Таблица 3. Тепловое удлинение стального трубопровода

$T_{T(x)}$ , °С	$\Delta L^1$ , мм, при расстоянии между неподвижными опорами $L$ в м									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
150	8	16	24	31,9	39,9	47,9	55,8	63,8	71,8	79,8
95	5	9,9	14,9	19,8	24,8	29,7	34,7	39,6	44,6	49,5
(7)	-1,2	-2,5	-3,7	-5	-6,1	-7,4	-8,6	-9,8	-9,6	-12,3
(10)	-1,1	-2,1	-3,2	-4,2	-5,3	-6,4	-7,4	-8,5	-9,6	-10,6
(12)	-1	-1,9	-2,9	-3,8	-4,8	-5,7	-6,7	-7,6	-8,6	-9,5

<sup>1</sup> Удлинение холодопровода дано для условий Москвы ( $t_{нр} = 26,3$  °С).

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot (T_{\text{макс.}} - T_{\text{мин.}}), \quad (13)$$

где

$\alpha$  — коэффициент линейного расширения трубы в мм/м·°С (табл. 2);

$L$  — длина участка трубопровода между неподвижными опорами в м;

$T_{\text{макс.}}$  — максимальная температура трубопровода в °С. Для теплопровода  $T_{\text{макс.}}$  принимается, равной расчетной температуре теплоносителя в подающем трубопроводе системы теплоснабжения, а для холодопровода — на 3 °С выше расчетной температуры наружного воздуха в теплый период года по параметрам «Б»;

$T_{\text{мин.}}$  — минимальная температура трубопровода в °С.

Для теплопровода  $T_{\text{мин.}} = 5$  °С, а для холодопровода принимается равной температуре холодоносителя в подающем трубопроводе системы холодоснабжения.

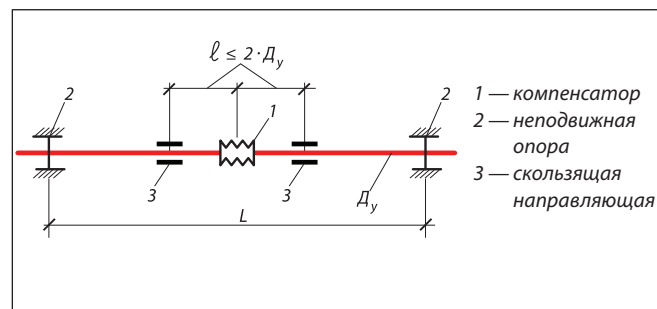
В табл. 3 приведены удлинения стального трубопровода при значениях наиболее распространенных параметров тепло- и холодоносителя.

При установке сильфонного компенсатора с двух сторон от него следует предусматривать скользящие опоры (рис. 13) для

исключения поперечных смещений трубопровода, заклинивания или поломки компенсатора. Расстояние от скользящих опор до компенсатора не должно превышать двух диаметров трубопровода.

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

Рис. 13. Установка сильфонного компенсатора Danfoss



#### 5.4. Тепловая изоляция

Во избежание потерь тепла и холода, охлаждения и нагрева энергоносителя, исключения конденсации влаги из окружающего воздуха трубопроводы и оборудование систем тепло- и холодоснабжения следует покрывать тепловой изоляцией.

Материал теплоизоляции должен быть высокоэффективным по своим теплотехническим показателям и отвечать санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям.

Толщину изоляционного слоя следует определять с учетом расчетной температуры энергоносителя в подающих трубопроводах систем тепло- и холодоснабжения и эффективности теплоизоляции не менее 0,75. При этом в целях исключения

образования влаги на холодопроводах теплоизоляция должна обеспечивать температуру ее поверхности на 3 °С выше минимально возможной температуры точки росы окружающего воздуха с относительной влажностью не менее 60 % и иметь паронепроницаемый покровный слой.

Не следует теплоизолировать сильфонные компенсаторы и скользящие опоры, так как изоляция может нарушить их компенсирующую способность.

### 5.5. Гидравлический расчет

Гидравлический расчет трубопроводной сети систем тепло- и холодоснабжения рекомендуется производить с помощью компьютерной программы «Данфосс СО», предоставляемой бесплатно компанией «Данфосс».

В силу специфики работы автоматизированных систем расчет возможно выполнять вручную с достаточной для практики точностью. Окончательную гидравлическую балансировку сети осуществляют устанавливаемые в них автоматические регуляторы. Определение потерь давления в трубопроводной сети удобно выполнять с использованием характеристик гидравлического сопротивления ( $S \cdot 10^4$ ) ее элементов.

Эти величины соответствуют потере давления в элементах сети (Па) при расходе энергоносителя через них, равном 100 кг/ч. При фактическом расходе энергоносителя потеря давления в элементе с заданной характеристикой гидравлического сопротивления рассчитывается по формуле:

$$\Delta P = (S \cdot 10^4) \cdot \left( \frac{G_{T(x)}}{100} \right)^2, \quad (14)$$

где  $\Delta P$  — потеря давления, Па;  
 $(S \cdot 10^4)$  — характеристика гидравлического сопротивления, Па/(кг/ч)<sup>2</sup>;  
 $G_{T(x)}$  — расчетный расход теплоносителя (холодоносителя), кг/ч.  
 Расчетные расходы  $G_T$  или  $G_x$  в кг/ч определяются по формуле:

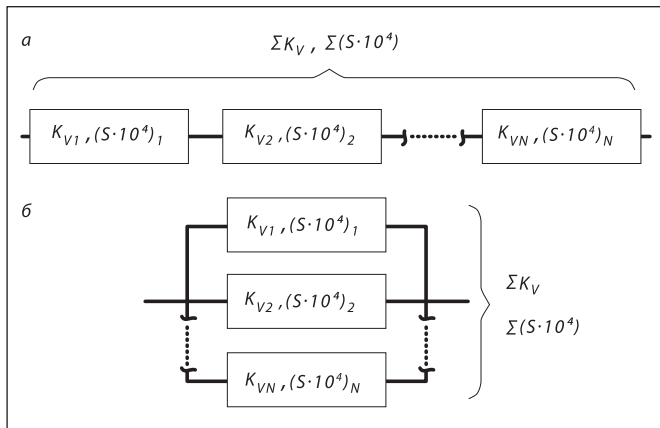
$$G_{T(x)} = \frac{Q_{T(x)} \cdot 3600}{c_{вод} \cdot \Delta T_{T(x)}} = \frac{0,86 \cdot Q_{T(x)}}{\Delta T_{T(x)}}, \quad (15)$$

где  $Q_{T(x)}$  — расчетный расход тепла (холода), Вт;  
 $c_{вод}$  — массовая теплоемкость воды, равная 4186 Дж/(кг·К);  
 $\Delta T_{T(x)}$  — разность расчетных температур теплоносителя (холодоносителя) в подающем и обратном трубопроводах, °С.

Общая характеристика гидравлического сопротивления последовательно соединенных  $N$  элементов сети (рис. 14, а) равна:

$$\Sigma(S \cdot 10^4) = (S \cdot 10^4)_1 + (S \cdot 10^4)_2 + \dots + (S \cdot 10^4)_N. \quad (16)$$

Рис. 14. Соединение элементов трубопроводной сети. а — последовательное; б — параллельное.



При параллельном соединении (рис. 14, б) общая характеристика гидравлического сопротивления определяется по формуле:

$$\frac{1}{\sqrt{\Sigma(S \cdot 10^4)}} = \frac{1}{\sqrt{(S \cdot 10^4)_1}} + \frac{1}{\sqrt{(S \cdot 10^4)_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{(S \cdot 10^4)_N}}. \quad (17)$$

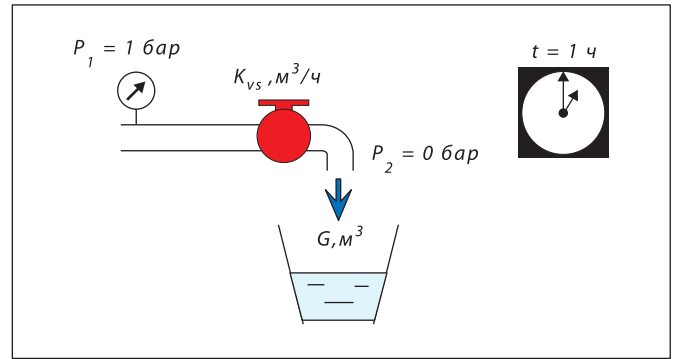
Справочные характеристики сопротивления единичных элементов трубопроводной сети приведены в приложении 5.

Используя эти данные, можно вычислить характеристики сопротивления:

- участка трубы (длиной 1 м):  $(S \cdot 10^4)_{TP} = L \cdot (S \cdot 10^4)_{L=1м}$ ;
- любого устройства с известным коэффициентом местного сопротивления  $\xi$ :  $(S \cdot 10^4)_\xi = \xi \cdot (S \cdot 10^4)_\xi = 1$ .

В настоящее время ряд производителей оборудования вместо гидравлических характеристик указывают величины пропускной способности  $K_v$  в (м<sup>3</sup>/ч)/бар<sup>0,5</sup>, равные расходу холодной воды ( $T = 20$  °С) в м<sup>3</sup>/ч, проходящей через устройство, при перепаде давлений на нем  $\Delta P = 1$  бар (рис. 15).

Рис. 15. Пропускная способность элемента трубопроводной сети.



**Примечание.**  $K_v$  — конструктивная характеристика, определяемая на основе испытаний. На практике (для сокращения написания) единица измерения  $K_v$  обозначается в м<sup>3</sup>/ч.

Выраженная через  $K_v$  реальная потеря давления ( $\Delta P$ ) при расчетном расходе теплоносителя через элемент трубопроводной сети будет равна:

$$\Delta P = 0,1 \cdot \left( \frac{G_{T(x)}}{K_v} \right)^2, \quad (18)$$

где  $\Delta P$  и  $G_{T(x)}$  — то же, что и в формуле (14);  
 $K_v$  — пропускная способность, м<sup>3</sup>/ч.

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

$$\Sigma K_v = K_{v1} + K_{v2} + \dots + K_{vN}. \quad (19)$$

При последовательном соединении  $\Sigma K_v$  рассчитывается по формуле:

$$\frac{1}{\Sigma K_v^2} = \frac{1}{K_{v1}^2} + \frac{1}{K_{v2}^2} + \dots + \frac{1}{K_{vN}^2}. \quad (20)$$

Учитывая сложные зависимости (17) и (20), при сложении гидравлических характеристик последовательно соединенных элементов целесообразно использовать величины  $(S \cdot 10^4)$ , а при сложении характеристик параллельных элементов —  $K_v$ .

В свою очередь характеристики гидравлического сопротивления элементов сети и их пропускные способности связаны зависимостью:

$$K_v = \sqrt{\frac{1000}{(S \cdot 10^4)}} \quad \text{или} \quad (S \cdot 10^4) = \frac{1000}{K_v^2}. \quad (21)$$

## 5.6. Режимы работы трубопроводной сети

Принцип работы сети с постоянным расходом (рис. 16, а) предполагает возврат неиспользованного энергоносителя в обратный трубопровод системы при снижении или отсутствии нагрузки на вентиляционной установке. При этом перепады давлений на участках сети не меняются, циркуляционные насосы в тепловом пункте или в холодильной станции работают в постоянном режиме, и автоматически регулируемые вентиляционные установки практически не влияют друг на друга.

Вместе с тем системы тепло- и холодоснабжения с постоянным расходом энергоносителя имеют ряд существенных недостатков.

1. В таких системах для обеспечения постоянных расходов требуется применение более сложных и дорогостоящих трехходовых регулирующих клапанов в узлах управления вентустановками.

2. Несмотря на то что гидравлическая балансировка сети с постоянными расходами энергоносителя может производиться с помощью ручных балансировочных клапанов, наладка большого их количества (у каждой установки и на каждом ответвлении сети) — трудоемкий и дорогостоящий процесс, который при любой модернизации системы необходимо будет выполнять заново.

3. Возврат в обратный трубопровод неиспользованного энергоносителя приводит к неэкономным потерям тепла и холода. Такая схема вообще недопустима для потребителей, зависимо присоединенных к системе централизованного теплоснабжения, когда в обратный трубопровод тепловой сети будет поступать теплоноситель с завышенной (по сравнению с графиком) температурой. Для холодильных установок подача в испаритель холодоносителя с температурой ниже расчетной приводит к снижению эффективности их работы.

4. Казалось бы, положительный момент — работа насосов в стабильном режиме, однако это не дает возможности экономить электрическую энергию, расходуемую на перекачку энергоносителя, когда потребность в тепле или холоде падает.

Несмотря на указанные недостатки, схема с постоянным расходом иногда применяется для сетей холодоснабжения. Выбор такой схемы может диктоваться требованиями выбранной холодильной установки и принципом ее управления.

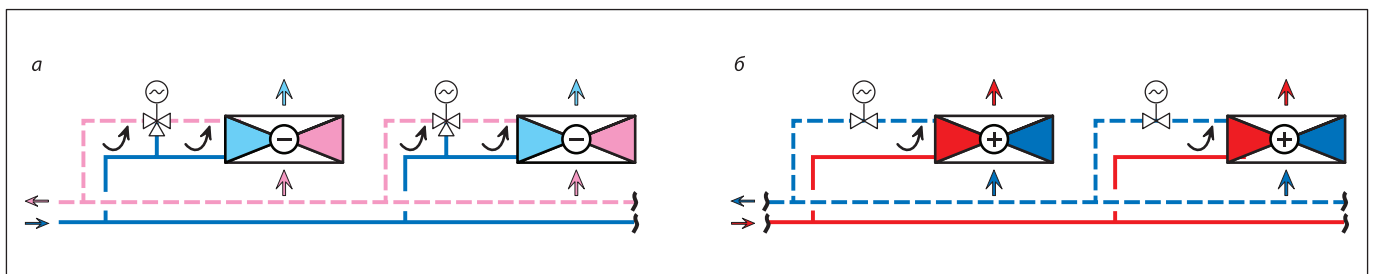
Схема работы трубопроводных сетей с переменным расходом тепло- и холодоносителя (рис. 16, б) является оптимальной и позволяет:

- обеспечить существенную экономию энергозатрат, в частности, за счет оснащения циркуляционных насосов частотно управляемыми приводами;
- упростить процесс проектирования и наладки систем. Применение вместо бесполезных при работе в динамическом режиме ручных балансировочных клапанов, гидравлическое сопротивление которых меняется пропорционально квадрату расхода, автоматических устройств (автоматических балансировочных и комбинированных регулирующих клапанов) исключает необходимость расчетной увязки сети и последующие наладочные работы.

Конструктивно трубопроводные сети с постоянным и переменным расходом энергоносителя не отличаются друг от друга, а режимы их работы зависят исключительно от выбранной схемы узлов управления воздухоохладителями вентиляционных установок (с проходными регулируемыми клапанами — для переменного расхода холодоносителя и с трехходовыми клапанами — для постоянного расхода).

Рис. 16. Режимы работы трубопроводной сети.

а — с постоянным расходом энергоносителя; б — с переменным расходом энергоносителя.



## 6. УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫМИ УСТАНОВКАМИ

### 6.1. Общая часть

В современных системах ОВК автоматическое регулирование параметров воздуха осуществляется путем управления производительностью теплообменных аппаратов, которое может осуществляться за счет изменения начальной температуры тепло- или холодоносителя, подаваемого в теплообменник (качественное регулирование), или его расхода (количественное регулирование).

Для реализации обоих способов регулирования на трубопроводах систем тепло- или холодоснабжения устанавливаются клапаны, как правило, с электрическими приводами, получающими

управляющие команды от местных контроллеров и термостатов или от глобальной системы диспетчеризации. В небольших центральных, а также в местных и зональных установках иногда используются гидравлические приводы (термостатические элементы), которые совместно с клапаном образуют регулятор прямого действия.

Производственная программа Danfoss включает обширную номенклатуру регулирующих клапанов и приводов, которые различаются по многим параметрам.

### 6.2. Регулирующие клапаны

Регулирующие клапаны, представленные в настоящем пособии, различаются по ряду основных технических характеристик, от которых зависит их выбор:

- по назначению — для пропорционального регулирования (седельные клапаны, например VRB2, VFM2, VMV, VRG3, AQT и др., используемые в системах с П-, ПИ- или ПИД-регуляторами) и двухпозиционного управления (шаровые клапаны, работающие по принципу вкл./выкл);
- по области применения — общего назначения и специализированные (например, клапаны серии VZL для местных ОВУ — фэнкойлов);
- по количеству функций — однофункциональные и двухфункциональные (комбинированные клапаны AQT, AVQM и AFQM, сочетающие в одном устройстве два клапана — регулирующий и гидравлический регулятор перепада давлений);
- по количеству регулируемых потоков — проходные (двухходовые) и трехходовые;
- по предельным параметрам перемещаемой среды — условному давлению  $P_N = 10, 16, 25$  бар и максимально допустимой температуре  $T_{\text{макс}} = 120\text{--}150$  °С;
- по условному проходу (диаметру) — DN 15–100;
- по максимально допустимому перепаду давлений на клапане — разгруженные по давлению и неразгруженные.

Максимально допустимый перепад на неразгруженных клапанах лимитирован. Он зависит от условного прохода клапана и применяемого электропривода, развивающего определенное усилие;

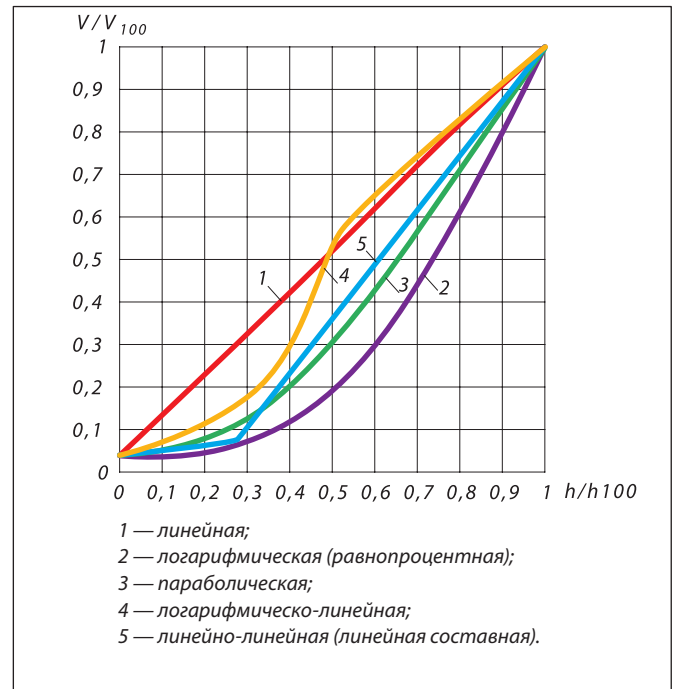
- виду расходной характеристики — линейная и логарифмическая, а также их модификации;
- пропускной способности —  $K_{vs} = 0,25\text{--}160$  м<sup>3</sup>/ч и пр.

На процесс регулирования оказывают влияние пропускная способность клапана (рис. 17) и его расходная характеристика.

Расходная характеристика — зависимость относительной пропускной способности клапана от относительного хода его затвора (штока).

Характеристика клапана, испытанного на воде с температурой 20 °С (плотность 1000 кг/м<sup>3</sup>) при постоянном перепаде давлений на нем, называется идеальной расходной характеристикой. Она бывает разной формы и связана с геометрией затвора клапана.

Рис. 17. Идеальные расходные характеристики регулирующих клапанов.



На рис. 17 показаны идеальные расходные характеристики клапанов с различным профилем затвора.

Качественное регулирование температуры воздуха при его нагреве или охлаждении может быть обеспечено при линейной зависимости изменения температуры от расхода энергоносителя. Однако производительность теплообменных аппаратов, влияющая на температуру воздуха и расход энергоносителя, связана нелинейной функцией. Для того чтобы в этом случае осуществлялся процесс регулирования по линейному закону, необходимо привести в соответствие теплотехническую характеристику теплообменного аппарата и расходную характеристику регулирующего клапана (рис. 18).

Рис. 18. Приведение характеристики теплообменного аппарата (а) к линейному виду (в) путем выбора характеристики регулирующего клапана (б).

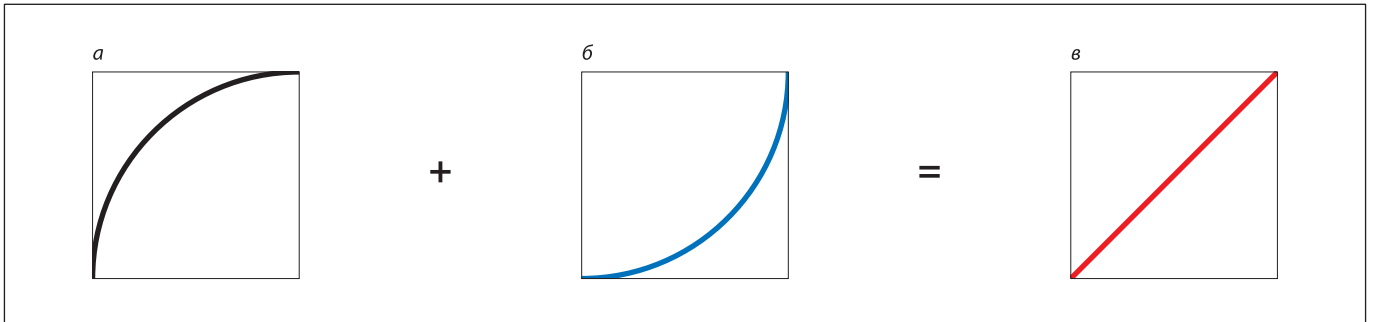
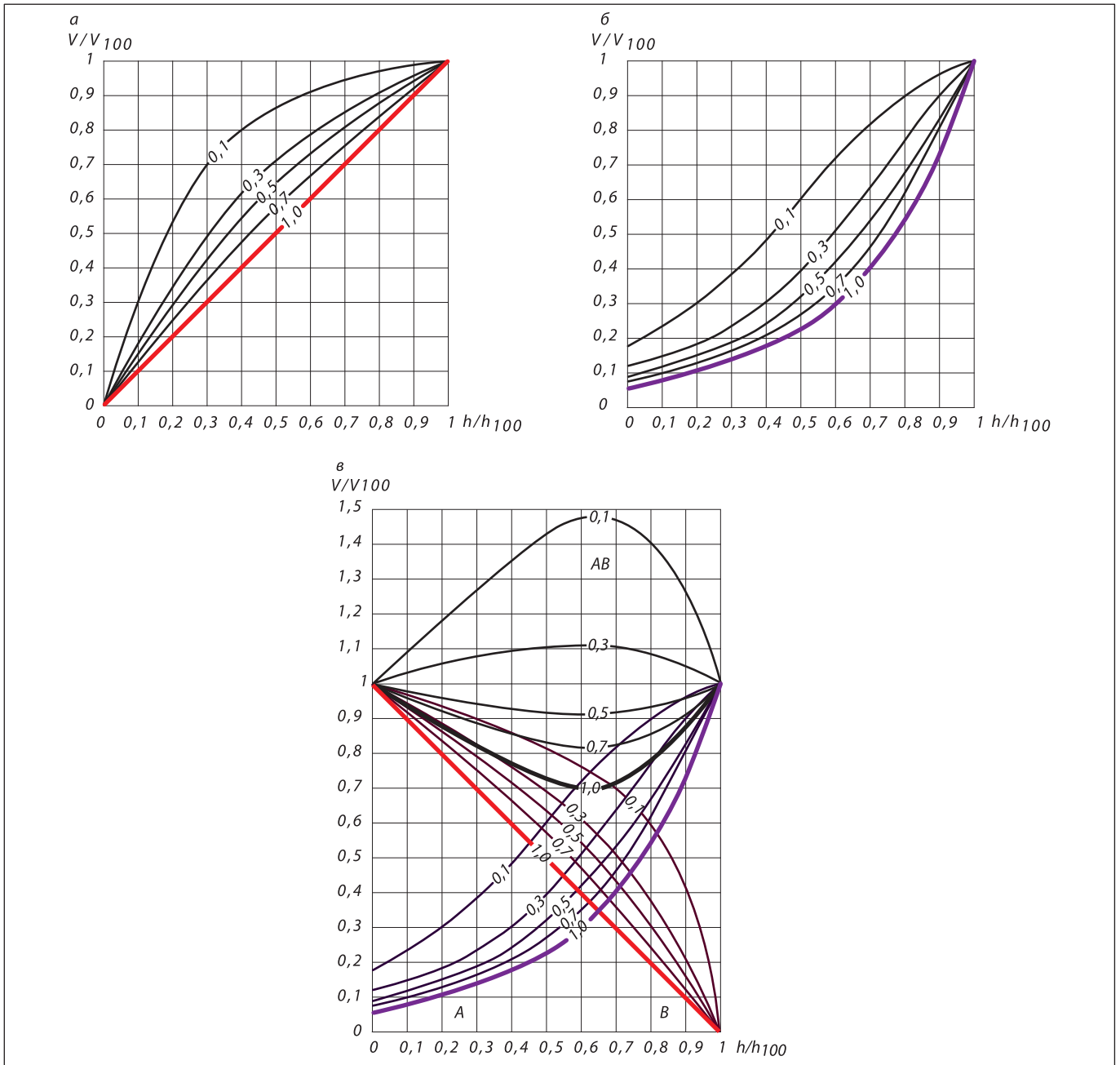


Рис. 19. Искажение идеальной расходной характеристики проходного (а, б) и трехходового регулирующего клапана (в).



Для управления воздушнонагревателями и воздухоохладителями наилучшим образом подходят клапаны с логарифмической или составной линейной идеальной расходной характеристикой, которые близки по форме.

В реальных условиях регулирования расходные характеристики клапанов отличаются от идеальных. На их форму оказывает влияние авторитет клапана, иначе называемый коэффициентом управления или коэффициентом искажения идеальной расходной характеристики (рис. 19).

Авторитет регулирующего клапана — это доля потери давления в полностью открытом регулирующем клапане по отношению к перепаду давлений на регулируемом участке (рис. 20):

$$\alpha = \frac{\Delta P_{\text{кл.}}}{\Delta P_{\text{пу}}} \quad (22)$$

Регулируемый участок — трубопровод с теплообменным аппаратом, регулирующим клапаном и прочим оборудованием, на котором перепад давлений (располагаемый напор) остается постоянным или колеблется не более чем на ±10 %.

В процессе регулирования потери давления на элементах регулируемого участка постоянно меняются (рис. 21).

При сокращении расхода регулируемой среды в результате прикрытия клапана (например, с  $G_{\text{т(х)}}$  до  $0,5 \cdot G_{\text{т(х)}}$ ) потери давления на элементах регулируемого участка с постоянными гидравлическими характеристиками (в трубопроводе, теплообменном аппарате, арматуре и пр.), в совокупности называемых сетью, уменьшается пропорционально квадрату расхода:

$$\text{с } \Delta P_c \text{ до } \Delta P'_c = \left( \frac{0,5 \cdot G'_{\text{т(х)}}}{G_{\text{т(х)}}} \right)^2 \cdot \Delta P_c = 0,25 \cdot \Delta P_c.$$

Оставшаяся часть располагаемого напора, которая должна дросселироваться клапаном ( $\Delta P'_{\text{кл.}}$ ), увеличивается по сравнению с расчетным перепадом давлений ( $\Delta P'_{\text{кл.}} > \Delta P_{\text{кл.}}$ ). При этом чем меньше авторитет клапана, тем в большей степени «новый» перепад давлений на нем отличается от расчетного. Так, для обеспечения расхода  $0,5 \cdot G_{\text{т(х)}}$  клапан с авторитетом  $\alpha = 0,2$  должен «погасить» перепад давлений больший, чем клапан с авторитетом  $\alpha = 0,8$ , то есть его шток должен переместиться на большую величину.

Таким образом, при отклонении авторитета клапана от единицы его расходная характеристика становится отличной от идеальной, что сказывается на качестве регулирования. Например, при значительном искривлении линейной расходной характеристики, когда клапан находится в прикрытом состоянии, небольшое перемещение его штока вызывает резкое изменение

Рис. 20. Регулируемый участок трубопроводной сети.

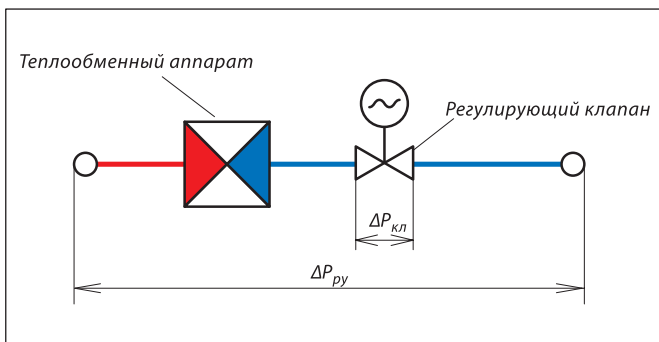
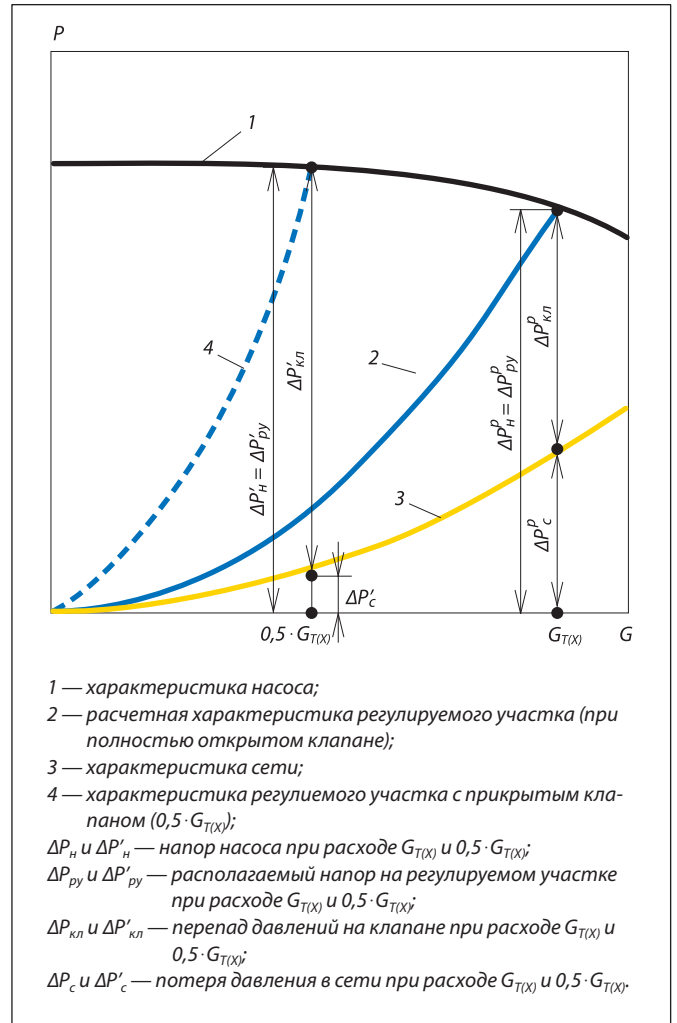


Рис. 21. Изменение потерь давления на элементах регулируемого участка в процессе регулирования.



расхода регулируемой среды. Если клапан почти полностью открыт, то даже значительное перемещение штока несущественно влияет на изменение расхода.

Чтобы клапан обеспечивал высококачественное регулирование, авторитет должен находиться в пределах от 0,5 до 1.

Добиться максимального авторитета клапана можно несколькими путями:

- а) снижением гидравлического сопротивления регулируемого участка за счет увеличения диаметра трубопровода;
- б) выбором теплообменного аппарата другого типоразмера или конструкции с меньшей потерей давления;
- в) сокращением длины регулируемого участка.

Первый путь ведет к увеличению металлоемкости системы и усложнению монтажа. Второе направление не менее затратно и не всегда выполнимо.

Наиболее рациональным является третий путь.

Обеспечить уменьшение длины регулируемого участка может установка на трубопроводной сети регулятора перепада давлений (рис. 22, а). При этом длина регулируемого участка будет определяться расстоянием между точками отбора давлений, где стабилизируется перепад. В этой связи приближение регулятора

перепада (штуцеров для отбора давлений) к регулируемому клапану ведет за собой автоматическое сокращение длины регулируемого участка. Если штуцеры отбора давлений расположить в непосредственной близости от входного и выходного патрубка регулирующего клапана (рис. 22, б), то длина регулируемого участка уменьшится до размера клапана и его авторитет станет практически равным 1.

Таким образом, парная установка в каждом узле управления воздушнонагревателем или воздухоохладителем регулирующего клапана и регулятора перепада давлений обеспечивает наиболее качественное регулирование температуры воздуха.

При этом регулятор перепада давлений, будучи автоматическим, не только обеспечивает максимально возможный авторитет регулирующего клапана, но и поддерживает на нем неизменную разность давлений вне зависимости от колебаний гидравлического режима в трубопроводной сети (см. разделы 5, 6).

### 6.3. Комбинированные регулирующие клапаны

Функции совместно установленных регулирующего клапана и регулятора перепада давлений могут выполнять комбинированные регулирующие клапаны.

Компания «Дanfосс» имеет в своей производственной программе обширную номенклатуру комбинированных регулирующих клапанов типа AQT, предназначенных специально для оснащения систем тепло- и холодоснабжения отопительно-вентиляционных установок.

Клапан AQT представляет собой два клапана — регулирующий клапан с электрическим приводом и автоматический регулятор перепада давлений прямого действия, объединенные в одном корпусе (рис. 23).

Регулятор перепада давлений имеет мембрану 1, связанную с подвижным регулирующим стаканом 2, который поднят над неподвижно установленной тарелкой 3 рабочей пружиной 4. На мембрану передается давление из полостей до и после седла 5 моторного регулирующего клапана (P2 и P3).

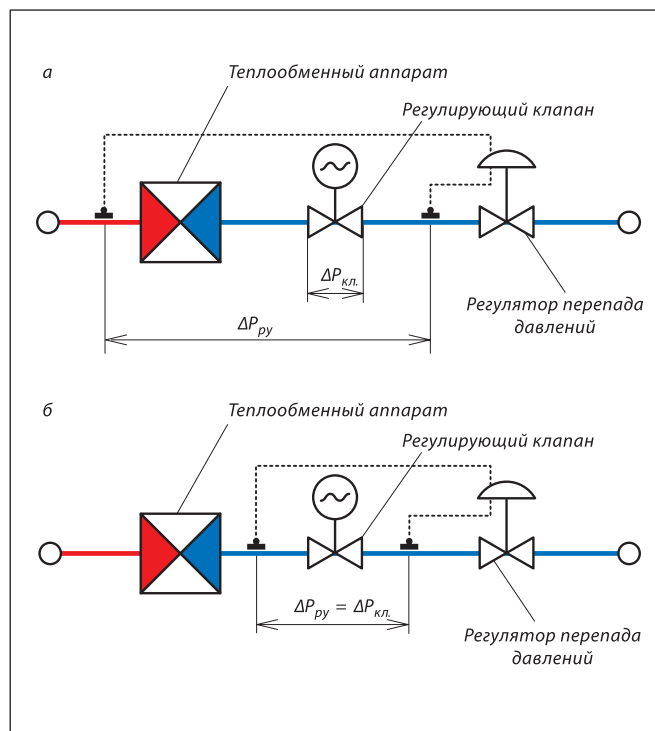
Поток регулируемой среды сначала проходит через зазор между тарелкой и стаканом, а затем — через седло регулирующего клапана. Когда перепад давлений на клапане:  $\Delta P_{кл.} = P2 - P3$ , начинает превышать усилие пружины, мембрана прогибается и стакан перемещается в сторону тарелки, дросселируя излишний перепад давлений:  $\Delta P_{ст.} = P1 - P3 - \Delta P_{кл.}$ . Жесткость пружины соответствует поддерживаемому на седле клапана перепаду давлений 7–10 кПа (в зависимости от типоразмера клапана).

В конструкции регулирующего клапана имеется ограничитель подъема штока 9. С его помощью можно лимитировать расход регулируемой среды через полностью открытый клапан в пределах расчетного значения.

Настройка клапана AQT на требуемый расход производится поворотом настроечного кольца до совмещения цифры расхода на его шкале с меткой на корпусе клапана. Шкала отградуирована в процентах от максимального расхода для каждого типоразмера клапана. Произведенная настройка клапана может быть зафиксирована кольцом-блокиратором (заказывается отдельно). Для выполнения настройки в проектной документации должны быть указаны величины расчетных

Рис. 22. Примеры применения регулятора перепада давлений.

а — поддержание перепада давлений на теплообменном аппарате и регулирующем клапане; б — поддержание перепада на регулирующем клапане.



расходов регулируемой среды через комбинированные регулирующие клапаны (управляемые ими воздушнонагреватели и воздухоохладители).

Дальнейшая гидравлическая балансировка сети осуществляется автоматически без необходимости проведения увязки циркуляционных колец расчетным путем, установки ручных балансировочных клапанов и выполнения кропотливых наладочных работ.

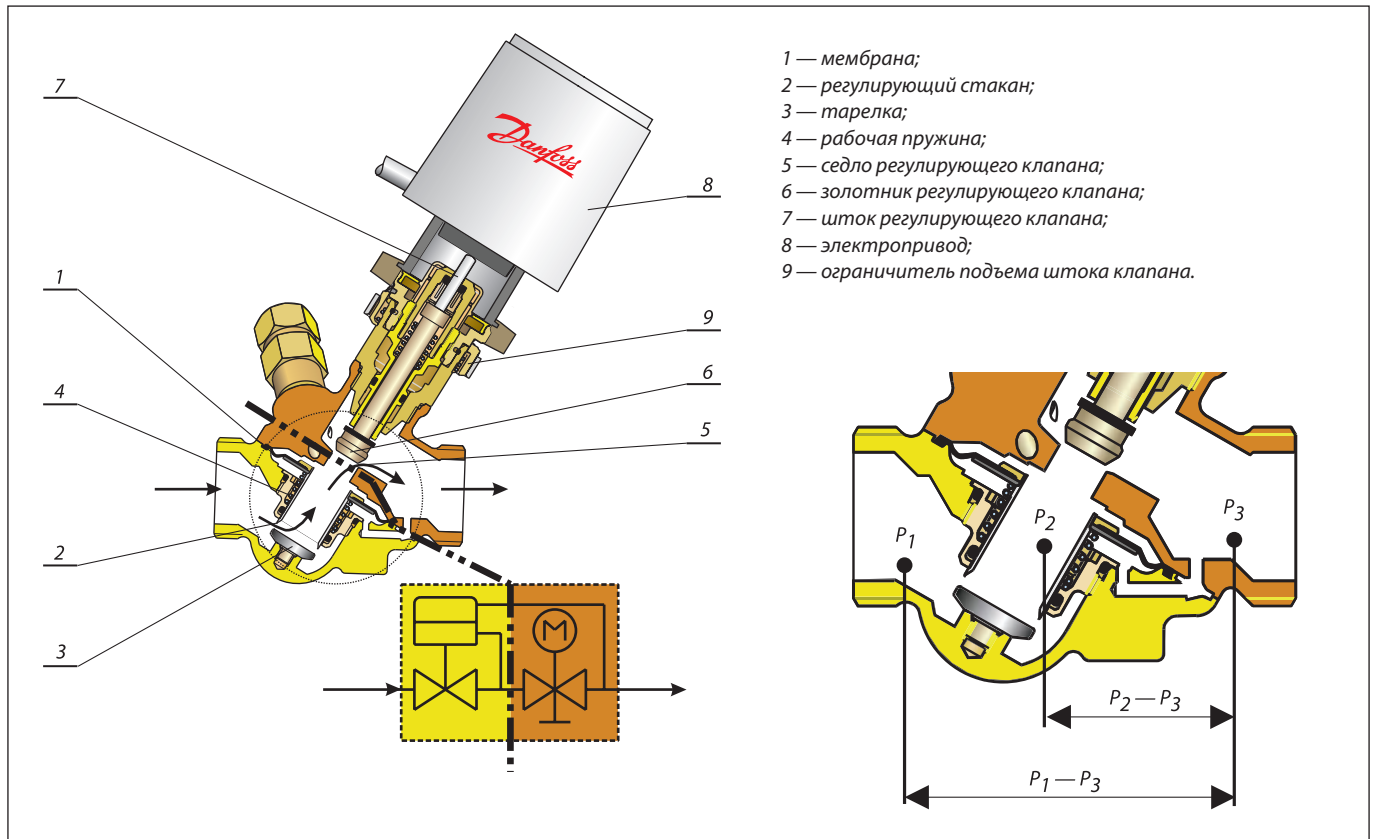
Регулирование расхода энергоносителя через теплообменные аппараты клапан AQT производится обычным образом за счет перемещения штока с помощью электрического привода, который получает соответствующие сигналы от электрических регуляторов системы управления. Комбинированные клапаны AQT в узлах управления вентиляционными установками могут сочетаться с редукторными приводами: AMV(E) 120NL; AME 435QM; AMV(E) 25SU, 2-позиционными термоэлектрическими приводами TWA-Z и ABN A5 или аналоговым приводом ABNM A5.

Чрезвычайно широкий динамический диапазон регулирования (1 : 500) и линейная характеристика клапана AQT позволяют добиться высокого качества регулирования при значительных изменениях расхода энергоносителя.

Клапан AQT может также применяться без электрического привода в качестве автоматического балансировочного клапана (регулятора — ограничителя расхода) в системах, где требуется стабилизировать расход среды при изменениях гидравлических характеристик сети.



Рис. 23. Устройство комбинированного регулирующего клапана AQT



## 6.4. Выбор регулирующих клапанов

Выбор типа регулирующего клапана производится в зависимости от предназначения клапана, способа управления, принятого режима работы трубопроводной сети, параметров тепло- или холодоносителя.

Условный проход и пропускная способность клапана определяются расчетным расходом энергоносителя, гидравлической характеристикой трубопроводной сети и насосного оборудования. В этой связи подбор регулирующего клапана должен выполняться параллельно гидравлическому расчету сети.

### 6.4.1. Выбор комбинированного регулирующего клапана AQT

Комбинированный клапан AQT выбирается по расчетному расходу (рис. 17), который должен находиться в указанном для каждого диаметра клапана диапазоне расходов (см. технические характеристики клапанов AQT). Для этого удобно пользоваться номограммой, представленной на рис. 24. При этом предпочтение следует отдавать клапану наименьшего калибра. Если клапан AQT предназначается для установки на фэнкойле, то его диаметр рекомендуется принимать по диаметру присоединительного патрубка теплообменника.

Для гарантии работоспособности выбранного таким образом клапана AQT достаточно обеспечить минимальный перепад давлений на нем:

$\Delta P_{AQT}^{мин.} = 16 \text{ кПа (0,16 бар)}$  — для клапанов DN 10–20;

$\Delta P_{AQT}^{мин.} = 20 \text{ кПа (0,25 бар)}$  — для DN 25–32;

$\Delta P_{AQT}^{мин.} = 30 \text{ кПа (0,35 бар)}$  — для DN 40–100.

Максимально допустимый перепад на клапане AQT составляет 400 кПа (4 бар). Однако для исключения шумообразования и кавитации (при температуре регулируемой среды 100 °C и более) перепад давлений на клапане рекомендуется ограничить величиной 150 кПа (1,5 бар).

Клапаны AQT DN 10–50 имеют наружную присоединительную резьбу, а клапаны DN 65–100 — фланцевые. Для соединения резьбовых клапанов со стальным трубопроводом используются специальные резьбовые или приварные фитинги с накладной гайкой (заказываются отдельно по 2 шт. на клапан). Есть также комплект фитингов под пайку для соединения клапана DN 10–15 с медным трубопроводом диаметром 12x1 мм и 15x1 мм.

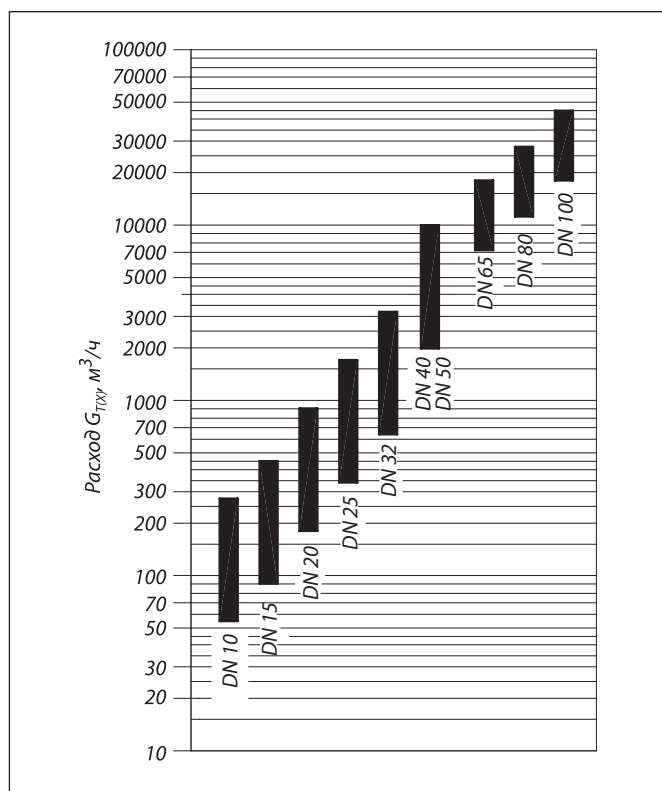
### 6.4.2. Выбор комбинированных регулирующих клапанов AVQM и AFQM

Так как клапан AQT рассчитан на  $P_N = 16 \text{ бар}$  и  $T_{макс.} = 120 \text{ °C}$ , то при более высоких параметрах регулируемой среды возможно применение комбинированных клапанов с аналогичной функцией поддержания постоянного перепада давлений типа AVQM и AFQM.

Встроенный в эти комбинированные клапаны регулятор перепада давлений поддерживает на седле регулирующего клапана перепад давлений  $\Delta P_{кл.} = 20 \text{ кПа (0,2 бар)}$ .

Выбор данных клапанов, как и клапана AQT, производится также по расчетному расходу.

Рис. 24. Номограмма для выбора клапана AQT.



Минимально необходимый перепад давлений  $\Delta P_{AVQM(AFQM)}$  в бар для нормальной работы клапанов AVQM и AFQM рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_{AVQM(AFQM)}^{\text{мин.}} = \left( \frac{1,2 G_{T(x)}}{K_{Vs}} \right)^2 + \Delta P_{\text{кл.}} \quad (23)$$

где  
 $G_{T(x)}$  — расчетный расход регулируемой среды, проходящей через клапан, м<sup>3</sup>/ч;  
 $K_{Vs}$  — максимальная пропускная способность клапана AVQM (AFQM), м<sup>3</sup>/ч (см. приложение 2);  
 $\Delta P_{\text{кл.}}$  — перепад давлений, поддерживаемый на седле регулирующего клапана, бар.

Вместе с тем реально принятый перепад давлений на комбинированном клапане должен быть не менее 50 кПа (0,5 бар).

#### 6.4.3. Выбор традиционных седельных регулируемых клапанов

Выбор седельных регулируемых клапанов производится по традиционной методике, общей для всех исполнительных механизмов регулируемых устройств (регуляторов температуры и давлений прямого действия, регулируемых клапанов с электроприводами). Эта методика может также использоваться при подборе балансировочной, подпиточной (соленоидных клапанов) и другой трубопроводной арматуры.

Регулирующий клапан должен пропустить в бескавитационном и бесшумном режиме расчетное количество тепло- или холодоносителя через теплообменный аппарат ОВУ при заданных

параметрах энергоносителя, обеспечив требуемое качество и точность регулирования (в совокупности с регулирующими устройствами и приборами).

В основе подбора традиционного регулирующего клапана лежит его условная пропускная способность  $K_{Vs}$  (рис. 17).

При выборе клапана его  $K_{Vs}$  должна быть равна или близка к значению расчетной пропускной способности  $K_v$ :

$$K_{Vs} \geq 1,2 \cdot K_v \quad (24)$$

Расчетная пропускная способность определяется в зависимости от расчетного расхода теплоносителя через клапан и заданного перепада давлений на нем по формуле:

$$K_v = \frac{G_{T(x)}}{1000 \cdot \sqrt{\Delta P_{\text{кл.}}}} \quad (25)$$

где

$G_{T(x)}$  — расчетный расход тепло- или холодоносителя через клапан, кг/ч;

$\Delta P_{\text{кл.}}$  — заданный перепад давлений на клапане, бар.

**Примечание.** При использовании других единиц измерения физических величин для расчета  $K_v$  могут использоваться формулы, приведенные в приложении б.

Условная пропускная способность клапана ( $K_{Vs}$ ) для воды может быть также определена по номограмме (см. приложение 4) при расходе  $G = 1,2 \cdot G_{T(x)}$ .

При определении требуемой пропускной способности регулирующего клапана расход энергоносителя  $G_{T(x)}$  определяется по формуле (15).

Выбор расчетного перепада давлений на регулируемых клапанах является наиболее сложной проблемой. Если расход тепло- или холодоносителя через клапан задан однозначно, то перепад давлений на нем можно варьировать. От принятого перепада давлений зависит не только калибр клапана, но и работоспособность, долговечность регулирующего устройства, бесшумность его функционирования, качество регулирования.

Выбор перепадов давлений для всех регулируемых клапанов теплового пункта следует производить комплексно, во взаимосвязи, с учетом конкретных условий и приведенных ниже требований.

1. Для обеспечения качественного процесса регулирования и долговечной работы регулирующего клапана перепад давлений на полностью открытом клапане должен быть больше или равен половине перепада давлений на регулируемом участке (см. раздел 6.2):

$$\Delta P_{\text{откр.}} \geq 0,5 \Delta P_{\text{пу.}} \quad (26)$$

2. Для корректной работы регулирующего клапана перепад давлений на нем должен быть не менее 0,3 бар.

3. При установке клапана на подающем трубопроводе системы теплоснабжения при температуре теплоносителя 100 °С и более перепад давлений на нем не должен превышать предельно допустимого значения, гарантирующего работу клапана в бескавитационном режиме.

При этом для выбранного клапана определяется предельно допустимый перепад давлений  $\Delta P_{\text{кл.}}^{\text{макс.}}$  и сравнивается с принятым перепадом при расчете  $K_v$ .

Предельно допустимый перепад давлений на регулирующем клапане рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_{\text{кл. макс.}} = Z(P_1 - P_{\text{нас.}}), \quad (27)$$

где

$Z$  — коэффициент начала кавитации. Принимается по каталогу «Регулирующие клапаны» или из Приложения 2 в зависимости от их типа и диаметра. В основном значения  $Z$  находятся в диапазоне от 0,2 до 0,6;

$P_1$  — избыточное давление теплоносителя перед регулирующим клапаном, бар;

$P_{\text{нас.}}$  — избыточное давление насыщенных паров воды в зависимости от ее температуры  $T_1$  в бар, принимаемое по табл. 1.

Если рассчитанный  $\Delta P_{\text{кл. макс.}}$  окажется меньше принятого ранее  $\Delta P_{\text{кл.}}$ , то необходимо либо уменьшить заданный перепад давлений на клапане путем перераспределения его между элементами трубопроводной сети, в том числе за счет дополнительной установки какого-либо дросселирующего устройства (например,

ручного балансировочного клапана) перед клапаном, либо переместить клапан на обратный трубопровод, где температура теплоносителя менее 100 °С.

4. При применении неразгруженного по давлению клапана перепад давлений на нем не должен превышать также предельного значения, свыше которого клапан не будет закрываться под воздействием привода, у которого ограничено усилие. Для различных сочетаний клапанов и электроприводов эти предельные перепады давлений приведены в приложении 3.

На практике перепад давлений на традиционных регулирующих клапанах в узлах управления ОВУ принимается в диапазоне от 0,5 до 1 бар.

При выборе условного прохода регулирующего клапана следует иметь в виду, что скорость регулируемой среды не должна превышать 5 м/с во входном патрубке клапана, установленном в пределах венткамеры и 3,5 м/с — для клапанов внутри обслуживаемых помещений. Предельные расходы энергоносителя в патрубках клапанов приведены в приложении 7.

## 7. УЗЛЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫМИ УСТАНОВКАМИ

### 7.1. Общая часть

Регулирующие клапаны, управляющие процессами теплообмена в воздухонагревателях и воздухоохладителях отопительно-вентиляционных установок (ОВУ) вместе с запорной и балансировочной арматурой, фильтрами, контрольно-измерительными приборами и при необходимости с циркуляционным насосом

обычно объединяются в узлы управления. В пособии приведены наиболее распространенные узлы управления ОВУ. Они представлены в виде технологических схем, которые сопровождаются таблицами рекомендуемых для применения в них приборов и устройств, где ряд позиций даны в нескольких вариантах.

### 7.2. Узел управления центральными отопительно-вентиляционными установками и кондиционерами

Узлы предназначены для работы центральных теплоиспользующих аппаратов ОВУ в автоматическом режиме, который позволяет:

- поддерживать комфортные температурные параметры в обслуживаемых помещениях;
- менять регулируемые параметры в различные периоды года;
- защищать воздухонагреватели, работающие на наружном воздухе, от замерзания;
- включать и выключать вентиляционные установки в заданные часы по дням недели;
- контролировать температуру теплоносителя, возвращаемого после воздухонагревателей в тепловую сеть;
- экономить тепловую и электрическую энергию, сокращая при этом выбросы в атмосферу вредных продуктов сгорания топлива.

Схемы узлов управления разделены на 4 группы:

1. узлы управления воздухонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном и циркуляционным насосом (сх. 7.2.1);
2. узлы управления воздухонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным клапаном без циркуляционного насоса (сх. 7.2.2);

3. узлы управления воздухонагревателем второго подогрева (зональным подогревателем) или воздухоохладителем с проходным регулирующим клапаном (сх. 7.2.3);

4. узлы управления воздухоохладителем, трехходовым регулирующим клапаном (сх. 7.2.4).

Выбор схемы и типа примененного в ней оборудования (при многовариантном предложении) должен осуществляться в зависимости от предназначения узла, параметров тепло- и холодоносителя, гидравлических режимов в трубопроводных сетях, характера управляющих сигналов системы автоматического регулирования.

Узел первой группы в соответствии с требованиями СНиП предпочтительно применять для воздухонагревателей ОВУ, в которые в холодный период года поступает наружный воздух с отрицательными температурами. Установленный в узле циркуляционный насос выполняет функцию защиты от замерзания воды в трубках воздухонагревателя за счет обеспечения постоянного расхода теплоносителя через теплообменный аппарат при качественном регулировании его температуры. При этом регулирование температуры может успешно осуществляться с помощью проходного регулирующего клапана с электрическим приводом

даже в случае одинаковых параметров теплоносителя до и после узла управления ОВУ.

Применение узлов управления ОВУ с трехходовым регулирующим клапаном не рекомендуется по ряду причин:

- трехходовые клапаны не могут обеспечить постоянный расход теплоносителя через воздухонагреватель вентустановки из-за «провалов» в их характеристиках регулирования и, как следствие, качественное поддержание температуры воздуха;
- для работы трехходовых клапанов в оптимальном режиме необходимо стабилизировать перепады давлений на прямом и байпасном проходе клапана с помощью обязательно устанавливаемых гидравлических регуляторов давления;
- мощность циркуляционных насосов в узлах управления ОВУ при трехходовых клапанах выше, чем при использовании проходных клапанов.

Поэтому подобные узлы управления в пособии не представлены.

Узел второй группы имеет то же назначение, что и узел первой группы. Однако его допускается использовать для управления теплообменными аппаратами, нагревающими воздух с отрицательными температурами, только при условии обеспечения гарантированного (проверенного расчетом) незамерзания теплоносителя при количественном регулировании в периоды, когда температура наружного воздуха близка к нулю.

Узел третьей группы — универсальный и применяется для управления как воздухоохладителем при переменном расходе холодоносителя в трубопроводной сети, так и установкой для нагрева воздуха от положительных температур (второй подогрев кондиционера либо первый подогрев после рециркуляции или теплообменника системы рекуперации).

Узел четвертой группы предназначен для управления только воздухоохладителями при необходимости сохранения постоянного расхода холодоносителя в трубопроводной сети (диктуется особенностями холодильной установки).

Узлы управления включают все необходимые для каждой группы элементы, в том числе регулирующие клапаны с электроприводом, запорную, спускную и балансирующую трубопроводную арматуру, циркуляционный насос, датчик температуры теплоносителя, контрольно-измерительные приборы.

В каждой из групп узлы представлены в нескольких вариантах: с применением новых технологий (комбинированных регулирующих клапанов) и в традиционном решении (с обычными регулирующими клапанами); с установкой клапанов в первых двух группах регулирующих клапанов на обратном трубопроводе тепловой сети (предпочтительное размещение) или на подающем трубопроводе (применяется только при индивидуальных требованиях теплоснабжающей организации и в пособии не рассматривается), а в четвертой группе — с использованием ручных и автоматических балансирующих клапанов.

Конструктивные решения узлов разработаны с учетом реальной практики проектирования, однако могут быть изменены в зависимости от конкретных условий. Регулирующие клапаны в узлах управления центральными ОВУ обеспечивают пропорциональное регулирование.

*Применение комбинированных регулирующих клапанов является оптимальным решением. Эти клапаны обеспечивают наилучшее регулирование температуры воздуха, так как поддерживают стабильный гидравлический режим работы трубопроводной сети при переменном расходе энергоносителей без установки иных приборов и проведения трудоемкой наладки.*

В качестве комбинированных регулирующих клапанов в системах тепло- и холодоснабжения центральных ОВУ рекомендуется в первую очередь использовать клапаны AQT, а при высоких параметрах теплоносителя (свыше 120 °С) — резьбовые клапаны AVQM (DN 15–50) или фланцевые AFQM (DN 65–100). При традиционном решении в узлах управления ОВУ предусмотрены седельные регулирующие клапаны с условным проходом от 15 до 100 мм. В особых случаях ООО «Дanfoss» может укомплектовать узлы клапанами больших диаметров (до 250 мм с  $K_{vs}$  до 900 м<sup>3</sup>/ч. В настоящем пособии не представлены).

Регулирующие клапаны узлов управления приводятся в действие электрическими редукторными приводами по сигналам местных электронных регуляторов температуры типа ECL Comfort 310 или от единой системы диспетчеризации здания.

Тип электропривода определяется назначением узла управления ОВУ и характером управляющего сигнала. Так, в узлах, представленных на схемах 7.2.1 и 7.2.2 наряду с обычными приводами, предложены приводы или специальные устройства к ним, открывающие клапан при аварийном обесточивании системы управления для гарантии защиты воздухонагревателей от замерзания. Во всех случаях приводы серии AMV применяются при импульсном трехпозиционном сигнале 220 или 24 В, а приводы серии AME — при аналоговом сигнале 0–10 В или 4–20 мА.

Условный проход трубопроводов узлов управления и устанавливаемой на них арматуры (кроме регулирующих клапанов) выбирается при рекомендуемой скорости движения тепло- или холодоносителя от 0,3 до 1,2 м/с. В помощь проектировщикам в приложении 6 при указанных скоростях приведена таблица диапазонов расхода энергоносителя в трубопроводной сети. Допускается условный проход трубопроводов и арматуры принимать по диаметру патрубков теплообменных аппаратов.

На трубопроводах с условным проходом до 50 мм может использоваться как резьбовая, так и фланцевая арматура и регулирующие устройства, а на трубопроводах условным проходом свыше 50 мм только фланцевая.

Для обеспечения оптимальных режимов работы обычных проходных регулирующих клапанов рекомендуется стабилизировать перепад давлений в трубопроводных сетях систем тепло- и холодоснабжения, например, путем применения электродвигателей центральных циркуляционных насосов с частотным преобразователем либо с помощью гидравлических регуляторов перепада давлений или перепуска (см. раздел 9).

При использовании в узлах управления комбинированных проходных регулирующих клапанов дополнительная стабилизация перепада давлений, а также установка ручных балансирующих клапанов не требуется.

**7.2.1. Узел управления воздушонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном и циркуляционным насосом**

Рис. 25. Узел управления воздушонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном и циркуляционным насосом.

а — с комбинированным регулирующим клапаном; б — фрагмент узла с обычным регулирующим клапаном.

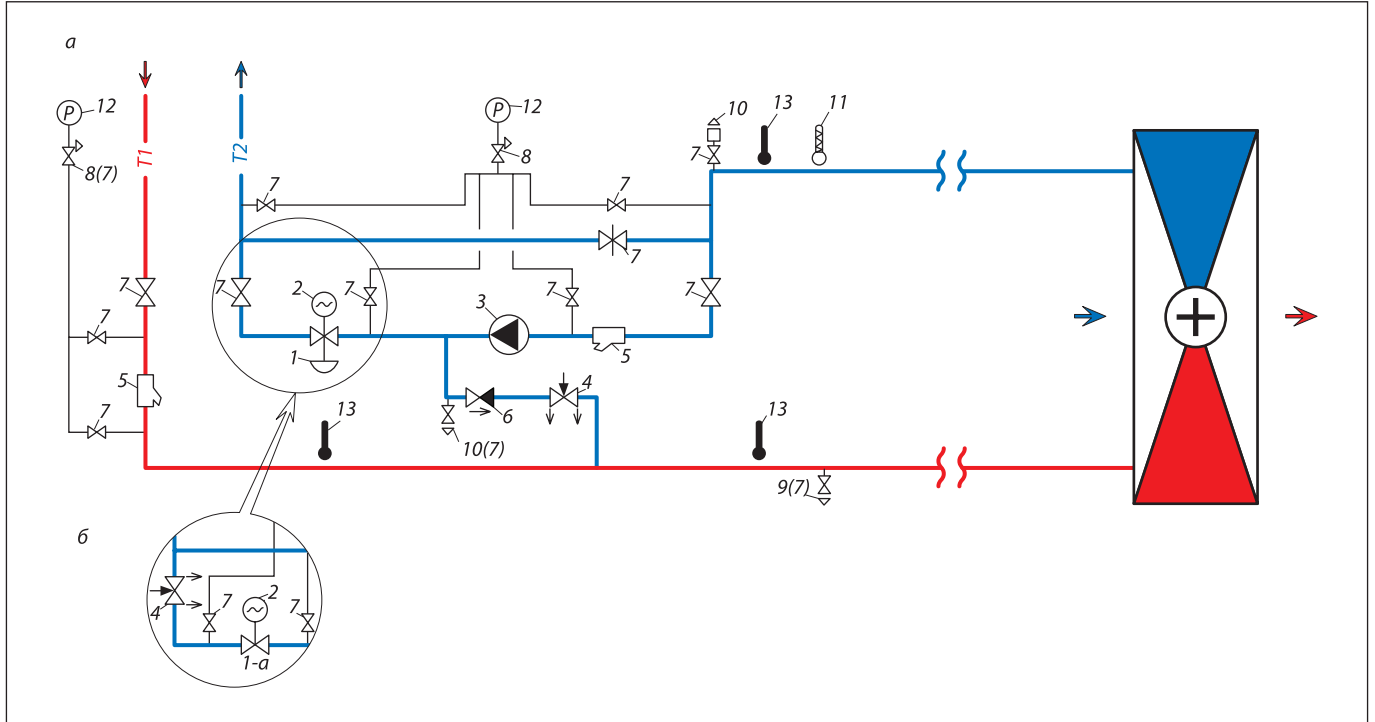


Таблица 4. Приборы и устройства узла управления воздушонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном и циркуляционным насосом

№ позиции на схеме	Описание приборов и устройств с рекомендациями по их применению						Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
1	<b>Клапан комбинированный регулирующий проходной (оптимальное решение)</b>						50–51
	AQT с наружной резьбой, латунный, DN 15–32, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	AQT с наружной резьбой, чугунный, DN 40–50, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	AQT фланцевый, чугунный, DN 65–100, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	AVQM <sup>1)</sup> с наружной резьбой, латунный, DN 15–25, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	AVQM <sup>1)</sup> с наружной резьбой, латунный, DN 32–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	AVQM <sup>1)</sup> фланцевый, чугунный, DN 32–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	
1-a	<b>Клапан регулирующий проходной</b>						52–53
	VM2, с наружной резьбой, латунный, DN 15–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	VRB2, муфтовый, бронзовый, DN 15–50, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 130 °C	VRG2 с наружной резьбой, чугунный, DN 15–50, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 130 °C	VFM2, фланцевый, чугунный, DN 15–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	VFM2, фланцевый, чугунный, DN 65–100, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 150 °C		
1/1	<b>Принадлежности для регулирующих клапанов</b>						50–52, 54
	<b>Присоединительные фитинги</b>						
	с наружной резьбой или под приварку для AQT DN 15–50		с наружной резьбой или под приварку для AVQM и VM2		с внутренней резьбой для VRG2		

<sup>1)</sup> Комбинированные клапаны AVQM и AFQM следует применять только в случае установки регулирующего клапана на подающем трубопроводе системы теплоснабжения при температуре теплоносителя свыше 120 °C.

Таблица 4 (продолжение). Приборы и устройства узла управления воздухонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном и циркуляционным насосом

№ позиции на схеме	Описание приборов и устройств с рекомендациями по их применению						Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
2	<b>Редукторный электрический привод регулирующего клапана</b>						58
	AMV(E) 120NL <sup>2)</sup> для AQT DN 15–32	AME435QM [AMV(E)25SU] <sup>3)7)</sup> для AQT DN 40–100	AMV(E)13 [AMV(E)13SU] <sup>3)</sup> для AVQM DN 15, VM2 <sup>6)</sup> и VFM2 DN 15–20	ARV(E)152 [AMV(E)23SU] <sup>3)</sup> для AVQM DN 20–50, VS2 DN 25, VM2 и VFM2 DN 25–50	AMV(E)435 [AMV(E)25SD] <sup>3)4)</sup> для VRB2 и VRG2 DN 15–50	AME 655 для AFQM <sup>5)</sup> и VFM2 DN 65–100	
2/1	<b>Принадлежности для электрических приводов</b>						59
	Бесперебойный источник питания AM-PBU25 для AME 120NL			Адаптер для установки AMV(E) 25SD на клапаны VRB2 и VRG2			
3	<b>Насос циркуляционный</b>						Danfoss не производит
4	<b>Клапан балансировочный ручной</b>						59
	MVT, муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 20, T <sub>макс.</sub> = 120 °C			MNF фланцевый, чугунный, DN 15–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 130 °C			
5	<b>Фильтр сетчатый</b>						64
	FVR-D муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 130 °C			Y666 муфтовый, из нержавеющей стали, DN 15–50, PN 50, T <sub>макс.</sub> = 200 °C		FVF фланцевый, чугунный, DN 15–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	
6	<b>Клапан обратный</b>						66
	NRV EF муфто- вый, латунный, DN 15–50, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 100 °C	402 фланцевый, чугунный, DN 40–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 100 °C	812 межфлан- цевый, латун- ный, DN 15–25, PN 40, T <sub>макс.</sub> = 350 °C	802 межфланцевый, латунный, DN 32–50, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 200 °C	802 межфланцевый, чугунный, DN 65–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 150 °C		
7	<b>Кран шаровой запорный</b>						63
	BVR муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 30–15, T <sub>макс.</sub> = 120 °C			X1666 муфтовый, из нержавеющей стали, DN 15–25, PN 69, T <sub>макс.</sub> = 230 °C		JiP-FF фланцевый, стальной, DN 15–200, PN 40–16, T <sub>макс.</sub> = 180 °C	
8	<b>Кран шаровой под манометр с клапаном для выпуска воздуха</b>						63
	BVR-D DN 15, PN 40, T <sub>макс.</sub> = 110 °C						
9	<b>Кран шаровой сливной</b>						63
	BVR-C DN 15–25, PN 15, T <sub>макс.</sub> = 90 °C						
10	<b>Автоматический воздухоотводчик</b>						64
	Airvent DN 15, PN 10, T <sub>макс.</sub> = 110 °C						
11	<b>Датчик температуры обратного теплоносителя, погружной, с гильзой из нержавеющей стали</b>						44
12	<b>Манометр показывающий</b>						Danfoss не производит
13	<b>Термометр показывающий</b>						Danfoss не производит

<sup>2)</sup> AMV(E) 120NL не имеют защитной функции. Этой функцией могут быть обеспечены только AME 120NL при помощи AM-PBU 25.

<sup>3)</sup> В квадратных скобках — приводы с защитной функцией, открывающие клапаны при обесточивании системы.

<sup>4)</sup> AMV(E) 25SD соединяется с клапанами VRB2 и VRG2 через дополнительно заказываемый адаптер.

<sup>5)</sup> AME655 с клапаном AFQM соединяется через дополнительно заказываемый адаптер.

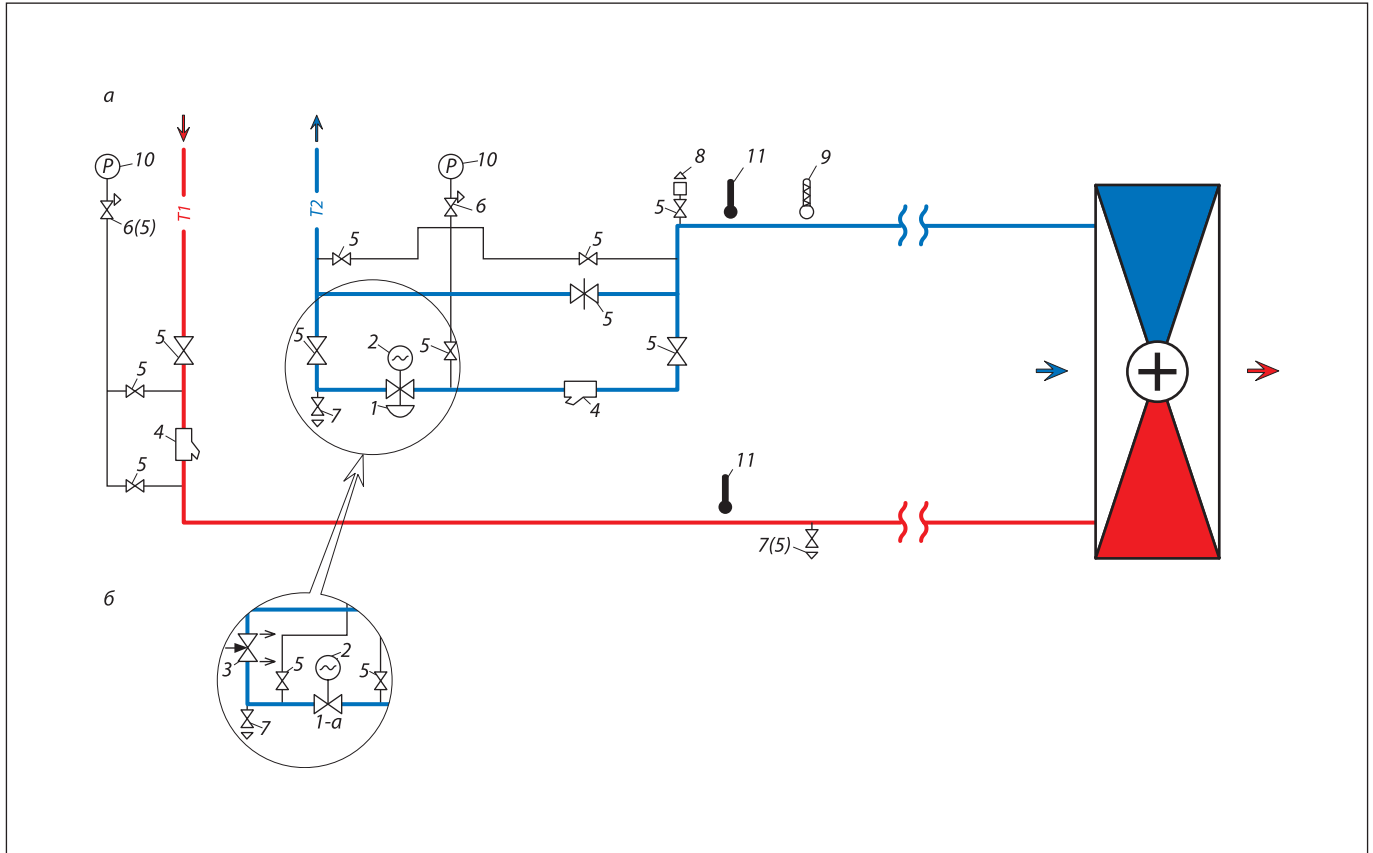
<sup>6)</sup> VM2 DN = 20 мм только с K<sub>v</sub> = 4 м<sup>3</sup>/ч.

<sup>7)</sup> AMV(E)25SU соединяется с клапанами AQT DN = 40–50 мм и AQT DN = 50–100 мм через дополнительно заказываемый адаптер.

**7.2.2. Узел управления воздушонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном без циркуляционного насоса**

**Рис. 26.** Узел управления воздушонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным регулирующим клапаном без циркуляционного насоса.

а — с комбинированным регулирующим клапаном; б — фрагмент узла с обычным регулирующим клапаном.



**Таблица 5.** Приборы и устройства узла управления воздушонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным клапаном без циркуляционного насоса

№ позиции по схеме	Описание приборов и устройств с рекомендациями по их применению						Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
1	<b>Клапан комбинированный регулирующий проходной (оптимальное решение)</b>						50–51
	AQT с наружной резьбой, латунный, DN 15–32, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	AQT с наружной резьбой, чугунный, DN 40–50, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	AQT фланцевый, чугунный, DN 65–100, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	AVQM <sup>1)</sup> с наружной резьбой, латунный, DN 15–25, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	AVQM <sup>1)</sup> с наружной резьбой, латунный, DN 32–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	AVQM <sup>1)</sup> фланцевый, чугунный, DN 32–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	
1-a	<b>Клапан регулирующий проходной</b>						52–53
	VM2 с наружной резьбой, латунный, DN 15–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	VRB2 муфтовый, бронзовый, DN 15–50, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 130 °C	VRG2 с наружной резьбой, чугунный, DN 15–50, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 130 °C	VFM2 фланцевый, чугунный, DN 15–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 150 °C	VFM2 фланцевый, чугунный, DN 65–100, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 150 °C		

<sup>1)</sup> Комбинированные клапаны AVQM и AFQM следует применять только в случае установки регулирующего клапана на подающем трубопроводе системы теплоснабжения при температуре теплоносителя свыше 120 °C.

Таблица 5 (продолжение). Приборы и устройства узла управления воздухонагревателем для подогрева наружного воздуха с отрицательной температурой с проходным клапаном без циркуляционного насоса

№ позиции по схеме	Описание приборов и устройств с рекомендациями по их применению						Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
1/1	<b>Принадлежности для регулирующих клапанов</b>						50–52, 54
	Присоединительные фитинги						
	с наружной резьбой или под приварку для AQT DN 15–50		с наружной резьбой или под приварку для AVQM, VS2 и VM2		с внутренней резьбой для VRG2		
2	<b>Редукторный электрический привод регулирующего клапана</b>						58
	AMV(E) 120NL <sup>2)</sup> для AQT DN 15–32	AME435QM [AMV(E)25SU] <sup>3)7)</sup> для AQT DN 40–100	AMV(E)13 [AMV(E)13SU] <sup>3)</sup> для AVQM DN 15, VS2, VM2 <sup>6)</sup> и VFM2 DN 15–20	ARV(E)152 [AMV(E)23SU] <sup>3)</sup> для AVQM DN 20–50, VS2 DN 25, VM2 и VFM2 DN 25–50	AMV(E)435 [AMV(E)25SD] <sup>3)4)</sup> для VRB2 и VRG2 DN 15–50	AME655 для AFQM <sup>5)</sup> и VFM2 DN 65–100	
2/1	<b>Принадлежности для электрических приводов</b>						59
	Бесперебойный источник питания AM-PBU25			Адаптер			
	для AME 120NL			для установки AMV(E) 25SD на клапаны VRB2 и VRG2	для установки AME655 на клапан AFQM		
3	<b>Клапан балансировочный ручной</b>						59
	MVT муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 20, T <sub>макс.</sub> = 120 °C			MNF фланцевый, чугунный, DN 15–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 130 °C			
4	<b>Фильтр сетчатый</b>						64
	FVR-D муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 130 °C			Y666 муфтовый, из нержавеющей стали, DN 15–50, PN 50, T <sub>макс.</sub> = 200 °C	FVF фланцевый, чугунный, DN 15–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 150 °C		
5	<b>Кран шаровой запорный</b>						63
	BVR муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 40, T <sub>макс.</sub> = 110 °C	X1666 муфтовый, из нержавеющей стали, DN 15–25, PN 69, T <sub>макс.</sub> = 230 °C		JiP-FF фланцевый, стальной, DN 15–200, PN = 40–16 бар, T <sub>макс.</sub> = 180 °C			
6	<b>Кран шаровой под манометр с клапаном для выпуска воздуха</b>						63
	BVR-D, DN 15, PN 40, T <sub>макс.</sub> = 110 °C						
7	<b>Кран шаровой сливной</b>						63
	BVR-C, DN 15–25, PN 15, T <sub>макс.</sub> = 90 °C						
8	<b>Автоматический воздухоотводчик</b>						64
	Airvent, DN 15, PN 10, T <sub>макс.</sub> = 110 °C						
9	<b>Датчик температуры обратного теплоносителя погружной с гильзой из нержавеющей стали</b>						44
10	<b>Манометр показывающий</b>						Danfoss не производит
11	<b>Термометр показывающий</b>						Danfoss не производит

<sup>2)</sup> AMV(E) 120NL не имеют защитной функции. Этой функцией могут быть обеспечены только AME 120NL при помощи AM-PBU 25.

<sup>3)</sup> В квадратных скобках — приводы с защитной функцией, открывающие клапаны при обесточивании системы.

<sup>4)</sup> AMV(E) 25SD соединяется с клапанами VRB2 и VRG2 через дополнительно заказываемый адаптер.

<sup>5)</sup> AME655 с клапаном AFQM соединяется через дополнительно заказываемый адаптер.

<sup>6)</sup> VM2 DN = 20 мм только с K<sub>v</sub>s = 4 м<sup>3</sup>/ч.

<sup>7)</sup> AMV(E) 25SU соединяется с клапанами AQT DN 40–50 и AQT DN 50–100 через дополнительно заказываемый адаптер.





Таблица 6. Приборы и устройства узла управления воздухонагревателем второго подогрева (зональным подогревателем) или воздухоохладителем с проходным регулирующим клапаном

№ позиции по схеме	Описание приборов и устройств с рекомендациями по их применению						Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
1	<b>Клапан комбинированный регулирующий проходной (оптимальное решение)</b>						50
	AQT с наружной резьбой, латунный, DN 15–32, PN 16, T = –10–120 °C		AQT с наружной резьбой, чугунный, DN 40–50, PN 16, T = –10–120 °C		AQT фланцевый, чугунный, DN 65–100, PN 16, T = –10–120 °C		
1-a	<b>Клапан регулирующий проходной</b>						52–53
	VM2 с наружной резьбой, латунный, DN 15–50, PN 25, T = 2–150 °C	VRB2 муфтовый, бронзовый, DN 15–50, PN 16, T = –10–130 °C	VRG2 с наружной резьбой, чугунный, DN 15–50, PN 16, T = –10–130 °C	VFM2 фланцевый, чугунный, DN 15–50, PN 25, T = 2–150 °C	VFM2 фланцевый, чугунный, DN 65–100, PN 16, T = –10–150 °C		
1/1	<b>Принадлежности для регулирующих клапанов</b>						50–52, 54
	Присоединительные фитинги						
	с наружной резьбой или под приварку для AQT DN 15–50		с наружной резьбой или под приварку для VS2 и VM2		с внутренней резьбой для VRG2		
2	<b>Редукторный электрический привод регулирующего клапана</b>						58
	AMV(E) 120NL для AQT DN 15–32	AMV25SU <sup>2)</sup> AME453QM для AQT DN 40–100	AMV(E) 10 для VM2 <sup>1)</sup> и VFM2 DN 15–20	ARV(E) 152 для VM2 и VFM2 DN 25–50	ARV(E) 153 для VM2 и VFM2 DN 15–50	AMV(E) 435 для VRB2 и VRG2 DN 15–50	
2/1	<b>Принадлежности для электрических приводов</b>						55
	Адаптер						
	для установки AMV25SU на клапаны AQT DN 40–50 и AQF DN 50–100						
3	<b>Клапан балансировочный ручной</b>						59
	MVT муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 20, T <sub>макс.</sub> = 120 °C			MNF фланцевый, чугунный, DN 15–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 130 °C			
4	<b>Фильтр сетчатый</b>						64
	FVR-D муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 130 °C			FVF фланцевый, чугунный, DN 15–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 150 °C			
5	<b>Кран шаровой запорный</b>						63
	BVR муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 30–15, T <sub>макс.</sub> = 120 °C			JiP-FF фланцевый, стальной, DN 15–150, PN 40–16, T <sub>макс.</sub> = 180 °C			
6	<b>Кран шаровой под манометр с клапаном для выпуска воздуха</b>						63
	BVR-D DN 15, PN 40, T <sub>макс.</sub> = 110 °C						
7	<b>Кран шаровой сливной</b>						63
	BVR-C DN 15–25, PN 15, T <sub>макс.</sub> = 90 °C						
8	<b>Автоматический воздухоотводчик</b>						64
	Airvent DN 15, PN 10, T <sub>макс.</sub> = 110 °C						
9	<b>Манометр показывающий</b>						Danfoss не производит
10	<b>Термометр показывающий</b>						Danfoss не производит

<sup>1)</sup> VM2 DN = 20 мм только с K<sub>vs</sub> = 4 м<sup>3</sup>/ч.

<sup>2)</sup> AMV25SU соединяется с клапанами AQT DN 40–50 и AQF DN 50–100 через дополнительно заказываемый адаптер.

### 7.2.4. Узел управления воздухоохладителем с трехходовым регулирующим клапаном

Рис. 28. Узел управления воздухоохладителем с трехходовым регулирующим клапаном.

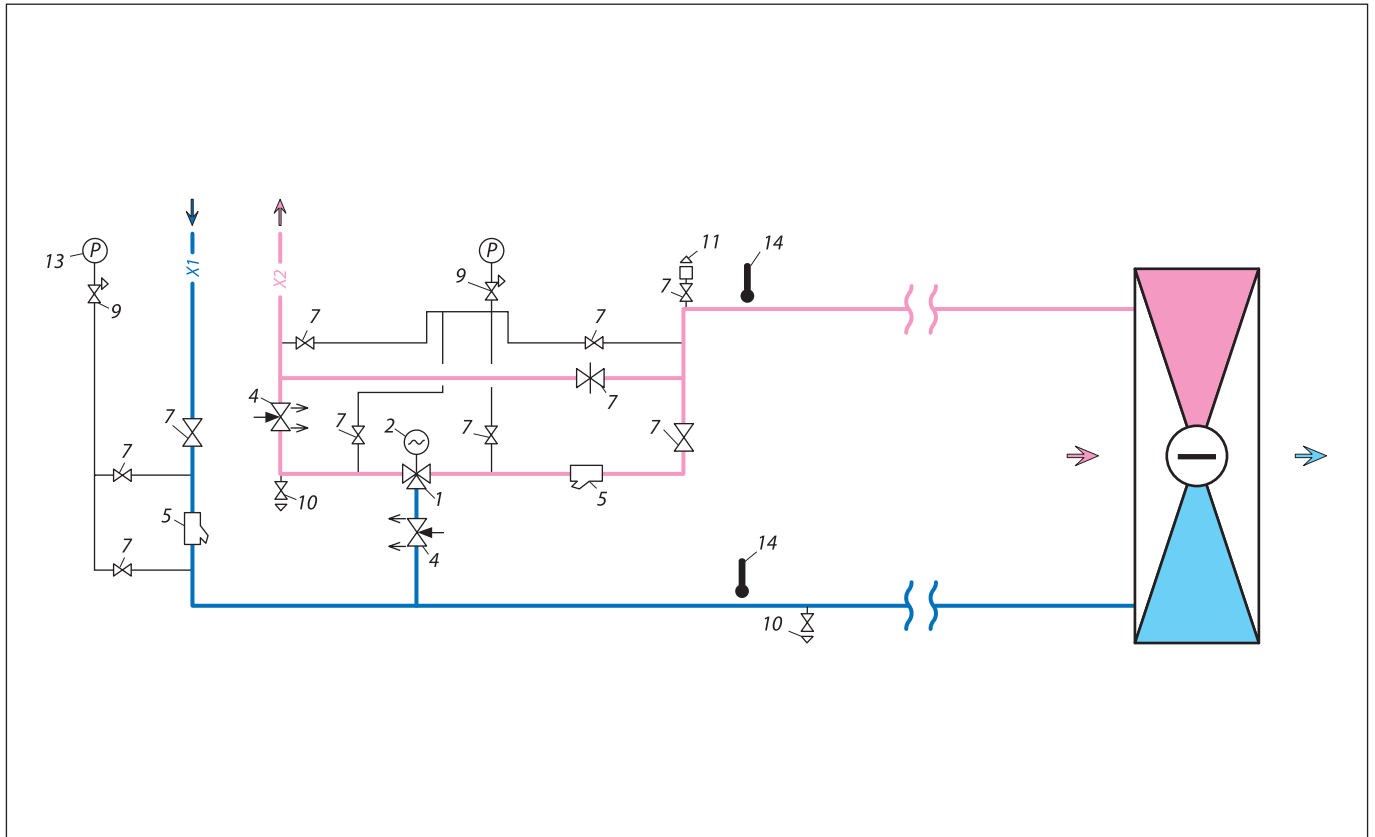


Таблица 7. Приборы и устройства узла управления воздухоохладителем с трехходовым регулирующим клапаном

№ позиции по схеме	Описание приборов и устройств с рекомендациями по их применению				Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
1	<b>Клапан регулирующий трехходовой</b>				53
	VMV с наружной резьбой, латунный, DN 15–40, PN 16, T = 2–120 °C	VRB3 муфтовый, бронзовый, DN 15–50, PN 16, T = –10–130 °C	VRG3 с наружной резьбой, чугунный, DN 15–50, PN 16, T = –10–130 °C	VF3 фланцевый, чугунный, DN 15–100, PN 16, T = –10–130 °C (150 °C для DN 65–100)	
1/1	<b>Принадлежности для регулирующих клапанов</b>				50–52
	Присоединительные фитинги				
	с наружной резьбой для VMV		с внутренней резьбой для VRG3		
2	<b>Редукторный электрический привод регулирующего клапана</b>				58
	AMV(E) 10 для VMV DN 15–40	AMV(E) 435 для VRB3, VRG3 и VF3 DN 15–50		AME655 для VF3 DN 65–100	
4	<b>Клапан балансировочный ручной</b>				59
	MVT муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 20, T <sub>макс.</sub> = 120 °C		MNF фланцевый, чугунный, DN 15–200, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 130 °C		
5	<b>Фильтр сетчатый</b>				64
	FVR-D муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 25, T <sub>макс.</sub> = 130 °C	Y666 муфтовый, из нержавеющей стали, DN 15–50, PN 50, T <sub>макс.</sub> = 200 °C	FVF фланцевый, чугунный, DN 15–150, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 200 °C		
7	<b>Кран шаровой запорный</b>				63
	BVR муфтовый, латунный, DN 15–50, PN 30–15, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	X1666 муфтовый, из нержавеющей стали, DN 15–25, PN 69, T <sub>макс.</sub> = 230 °C	JiP-FF фланцевый, стальной, DN 15–200, PN 40–16, T <sub>макс.</sub> = 180 °C		
9	<b>Кран шаровой под манометр с клапаном для выпуска воздуха</b>				63
	BVR-D DN 15, PN 40, T <sub>макс.</sub> = 110 °C				
10	<b>Кран шаровой сливной</b>				63
	BVR-C DN 15–25, PN 15, T <sub>макс.</sub> = 90 °C				
11	<b>Автоматический воздухоотводчик</b>				64
	Airvent DN 15, PN 10, T <sub>макс.</sub> = 110 °C				
13	<b>Манометр показывающий</b>				Danfoss не производит
14	<b>Термометр показывающий</b>				Danfoss не производит

### 7.3. Узлы управления местными отопительно-вентиляционными установками

При централизованном тепло- и холодоснабжении в качестве местных отопительно-охладительных вентиляционных установок применяются двух- или четырехтрубные фэнкойлы.

Двухтрубные фэнкойлы в современной практике устанавливаются либо только для охлаждения воздуха обслуживаемого помещения, либо для его нагрева. Они подключаются к системам тепло- и холодоснабжения здания по двухтрубной раздельной схеме.

Двухтрубная переключаемая схема в настоящее время не применяется из-за сложности ее межсезонной эксплуатации, а трехтрубная — по причине ее неэкономичности из-за смешения обратного тепло- и холодоносителя.

Четырехтрубные фэнкойлы являются универсальными аппаратами и представляют собой два двухтрубных аппарата в одном. К теплообменникам четырехтрубных фэнкойлов подводится тепло- и холодоноситель по раздельным трубопроводам, как и к двухтрубным установкам.

Четырехтрубные фэнкойлы позволяют нагревать или охлаждать воздух в соседних помещениях без взаимного влияния друг на друга и управлять этими процессами самыми простыми способами.

Регулирование температуры воздуха в обслуживаемых фэнкойлами помещениях производится путем изменения расхода через их теплообменники тепло- и холодоносителя с помощью регулирующих клапанов.

На рисунках 29, 30 и 31 представлены схемы узлов управления фэнкойлами с установкой регулирующих устройств и запорно-спускной трубопроводной арматуры.

Схемы разделены на 3 группы:

- узлы электрического управления воздушонагревателями фэнкойлов;
- узлы электрического управления охладителями фэнкойлов;
- узлы управления воздушонагревателями и воздухоохладителями с регуляторами прямого действия.

В каждой группе приведены варианты узлов в зависимости от типа применяемых регулирующих устройств, представленных в сопровождающих схемы таблицах. На схемах при многовариантном предложении — номер позиции двойной (через дефис), где первая часть — номер прибора или устройства, а вторая — номер варианта по таблице, соответствующей схеме.

Предпочтение следует отдавать узлам с проходными регулируемыми клапанами и переменным расходом энергоносителя в трубопроводной сети систем тепло- и холодоснабжения.

Проходные клапаны с электрическими приводами одинаково применимы для двухтрубных и четырехтрубных фэнкойлов.

Для управления фэнкойлами, как и для центральных ОВУ, оптимальным решением является применение проходных

комбинированных регулирующих клапанов типа AQT с приводами различных видов, которые обеспечивают стабильный гидравлический режим работы трубопроводной сети при переменном расходе энергоносителей без проведения трудоемкой наладки и отличное качество регулирования температуры воздуха.

Узлы с трехходовыми клапанами являются вынужденным решением. Их рекомендуется применять только в случае, когда технология холодильной станции требует сохранения постоянного расхода холодоносителя в трубопроводной сети холодо-снабжения фэнкойлов.

В зависимости от выбранного типа регулирующего клапана и его привода может осуществляться двухпозиционное или пропорциональное регулирование расхода энергоносителя через теплообменники фэнкойла.

Пропорциональное регулирование обеспечивают:

- клапан AQT редукторным электроприводом AMV(E) 120NL, термоэлектрическим аналоговым приводом ABNM A5;
- клапаны серии VZL с редукторными приводами AMV(E) 140, AMV(E) 140H.

Двухпозиционное регулирование реализуется с помощью клапанов с термоэлектрическими приводами серии TWA:

- клапаны AQT и серии VZL с приводом типа TWA-Z;
- клапаны серии RTR с приводом типа TWA-A.

Управление электрическими приводами на клапанах фэнкойлов осуществляется, как правило, от централизованной системы диспетчеризации здания. Двухпозиционное регулирование также может производиться с помощью комнатного электроконтактного или электронного термостата, обычно совмещающего функцию управления вентилятором фэнкойла.

В обвязках фэнкойлов, где используются регулирующие клапаны серии VZL, не имеющие в своей конструкции устройств для ограничения пропускной способности, предусмотрен ручной балансировочный клапан MNT.

Применение трехходовых клапанов VZL3 и VZL4 совместно с клапаном AQT (без электропривода в функции стабилизатора расхода) позволяет автоматически сбалансировать системы холодоснабжения без дополнительной установки многочисленных ручных балансировочных клапанов и проведения наладочных работ.

Для опорожнения фэнкойлов используется дренажный кран клапана MNT или MVT или спускной шаровой кран Danfoss.

Выпуск воздуха из фэнкойлов осуществляется либо через специальный клапан шарового крана Danfoss, либо через дополнительно устанавливаемый воздуховыпускной кран.

Для контроля достаточности перепада давлений на клапанах AQT наиболее удаленный из них на каждой поэтажной ветви должен быть предусмотрен с измерительными ниппелями.

### 7.3.1. Узлы электрического управления воздушонагревателями фэнкойлов

Узлы электрического управления воздушонагревателями фэнкойлов представлены с обычными проходными регулирующими клапанами серии RTR, RA и VZL (традиционное решение) и комбинированными клапанами AQT (новое решение), управляемыми как термоэлектрическими приводами, так и редукторными.

Рис. 29. Узлы электрического управления воздушонагревателями фэнкойлов.

а — с комбинированным регулирующим клапаном AQT; б — с клапанами радиаторных терморегуляторов RTR-N или RA-C; в — с проходным регулирующим клапаном VZL2.

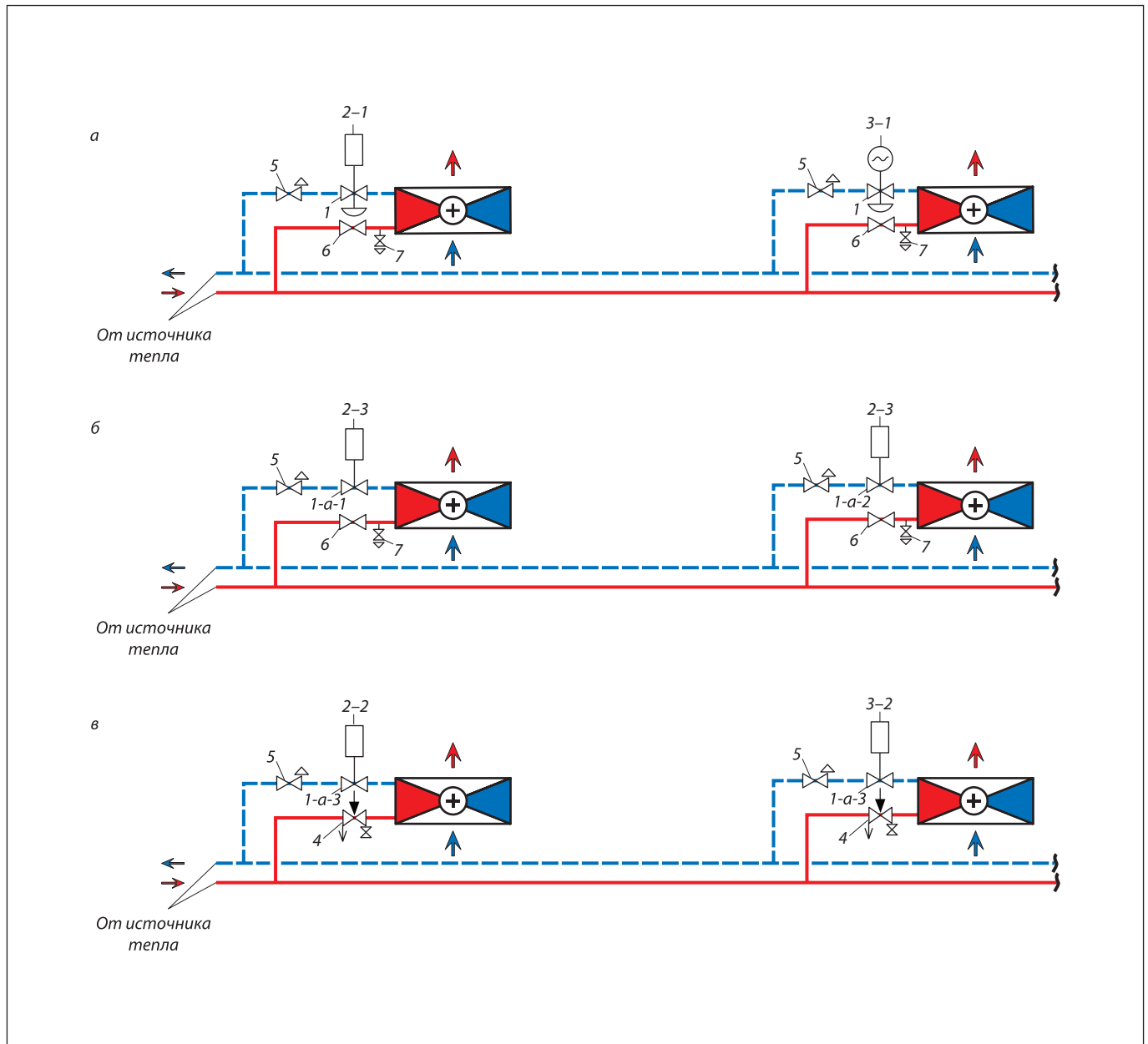


Таблица 8. Приборы и устройства узла электрического управления воздушонагревателем фэнкойла

Обозначение на схеме	Тип прибора и устройства	Наименование прибора и устройства	Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
1	Клапан комбинированный регулирующий проходной	AQT (оптимальное решение) с наружной резьбой, латунный, DN 10–32, PN 16, $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$	50
1-а-1	Клапан радиаторный	RTR-N с наружной и внутренней резьбой, латунный, DN 10–25, PN 10, $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$	55
1-а-2		RA-C с наружной резьбой, латунный, DN 15–20, PN 10, $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$	55
1-а-3	Клапан регулирующий проходной	VZL2 с наружной резьбой, латунный, DN 15–20, PN 16, $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$	55
	Принадлежности для регулирующих клапанов	Присоединительные фитинги с наружной резьбой или под приварку для AQT	50
		Присоединительные фитинги с наружной резьбой или под пайку для VZL2	56
		Присоединительные фитинги с наружной резьбой для RA-C <sup>1)</sup>	
2-1	Термоэлектрический привод регулирующего клапана	TWA-Z нормально открытый, для двухпозиционного управления клапаном AQT DN 10–32	57
2-2		TWA-Z нормально закрытый, для двухпозиционного управления клапанами VZL2 DN 15–20	
2-3		TWA-A нормально открытый, двухпозиционного управления для RTR-N DN 10–25 или RA-C DN 15–20	58
3-1	Редукторный электрический привод регулирующего клапана	AMV(E) 120NL для AQT DN 10–32	58
3-2		AMV(E) 140H для VZL2 DN 15–20	
4	Клапан балансировочный ручной с дренажным краном	MNT муфтовый, латунный, DN 15–25, PN 16, $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$	59
5	Кран шаровой запорный с клапаном для выпуска воздуха	BVR-D DN 15–32, PN 40, $T_{\text{макс.}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$	63
6	Кран шаровой запорный	BVR DN 15–32, PN 40, $T_{\text{макс.}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$	63
7	Кран шаровой сливной	BVR-C DN 15, PN 10, $T_{\text{макс.}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$	63

<sup>1)</sup> Для клапана RA-C применяются фитинги, входящие в комплект RTR-N и RTR-G. По вопросу их заказа следует обращаться в ООО «Данфосс».

### 7.3.2. Узлы электрического управления воздухоохладителями фэнкойлов

Рис. 30. Узлы электрического управления воздухоохладителями фэнкойлов:

а — с комбинированным регулирующим клапаном AQT; б — с клапанами радиаторных терморегуляторов RTR-N или RA-C; в — с проходным регулирующим клапаном VZL2; г — с трехходовым регулирующим клапаном VZL3 или VZL4.

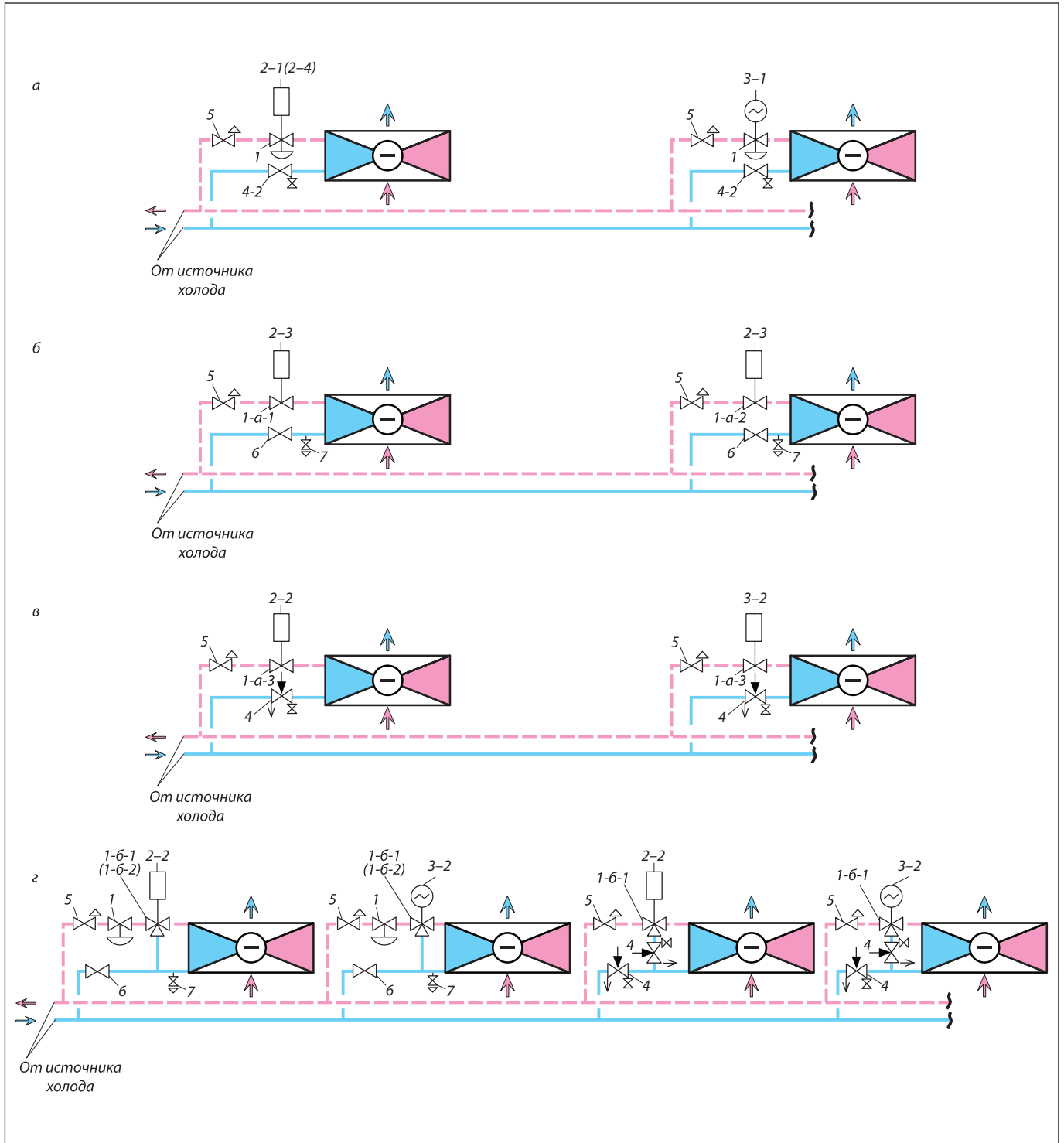




Таблица 9. Приборы и устройства узла электрического управления воздухоохладителем фэнкойла

Обозначение на схеме	Тип прибора и устройства	Наименование прибора и устройства	Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
1	Клапан комбинированный регулирующий проходной	AQT <sup>1)</sup> (оптимальное решение) с наружной резьбой, латунный, DN 10–32, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	50
1-а-1	Клапан регулирующий проходной	RTR-N с наружной и внутренней резьбой, латунный, DN 10–25, PN 10, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	55
1-а-2		RA-C с наружной резьбой, латунный, DN 15–20, PN 10, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	55
1-а-3		VZL2 с наружной резьбой, латунный, DN 15–20, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	55
1-б-1	Клапан регулирующий трехходовой	VZL3 с наружной резьбой, латунный, DN 15–20, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	56
1-б-2		VZL4 с байпасом, наружной резьбой, латунный, DN 15–20, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	56
	Принадлежности для регулирующих клапанов	Присоединительные фитинги с наружной резьбой или под приварку для AQT	50
		Присоединительные фитинги с наружной резьбой или под пайку для VZL2	56
		Присоединительные фитинги с наружной резьбой для RA-C <sup>2)</sup>	
2-1	Термоэлектрический привод регулирующего клапана	TWA-Z нормально закрытый, для двухпозиционного управления клапаном AQT DN 10–32	57
2-2		TWA-Z нормально открытый, для двухпозиционного управления клапанами VZL2, VZL3 или VZL4 DN 15–20	
2-3		TWA-A нормально закрытый, двухпозиционного управления для RTR-N DN 10–25 или RA-C DN 15–20	58
2-4		ABNM нормально закрытый, с логарифмической или линейной характеристикой регулирования для AQT DN 10–32	57
3-1	Редукторный электрический привод регулирующего клапана	AMV(E) 120NL для AQT DN 10–32	58
3-2		AMV(E) 140H для VZL2, VZL3 или VZL4 DN 15–20	
	Принадлежности для электрических приводов	Адаптер для установки привода ABNM на клапан AQT	57
4	Клапан балансировочный ручной с дренажным краном	MNT муфтовый, латунный, DN 15–25, PN 16, T <sub>макс.</sub> = 120 °C	59
5	Кран шаровой запорный с клапаном для выпуска воздуха	BVR-D DN 15–32, PN 40, T <sub>макс.</sub> = 110 °C	63
6	Кран шаровой запорный	BVR DN 15–32, PN 40, T <sub>макс.</sub> = 110 °C	63
7	Кран шаровой сливной	BVR-C DN 15, PN 10, T <sub>макс.</sub> = 110 °C	63

<sup>1)</sup> В схемах с клапаном VZL3 и VZL4 AQT применяется без электропривода в качестве автоматического стабилизатора расхода.

<sup>2)</sup> Для клапана RA-C применяются фитинги, входящие в комплект RTR-N и RTR-G. По вопросу их заказа следует обращаться в ООО «Данфосс».

### 7.3.3. Узлы управления воздушонагревателями и воздухоохладителями фэнкойлов

Рис. 31. Узлы управления с регуляторами прямого действия для воздушонагревателей и воздухоохладителей фэнкойлов.

а — с клапаном RTR-N на воздушонагревателе двухтрубного фэнкойла; б — с клапаном RA-C на воздухоохладителе двухтрубного фэнкойла; в — с клапанами RTR-N на воздушонагревателе и воздухоохладителе четырехтрубного фэнкойла.

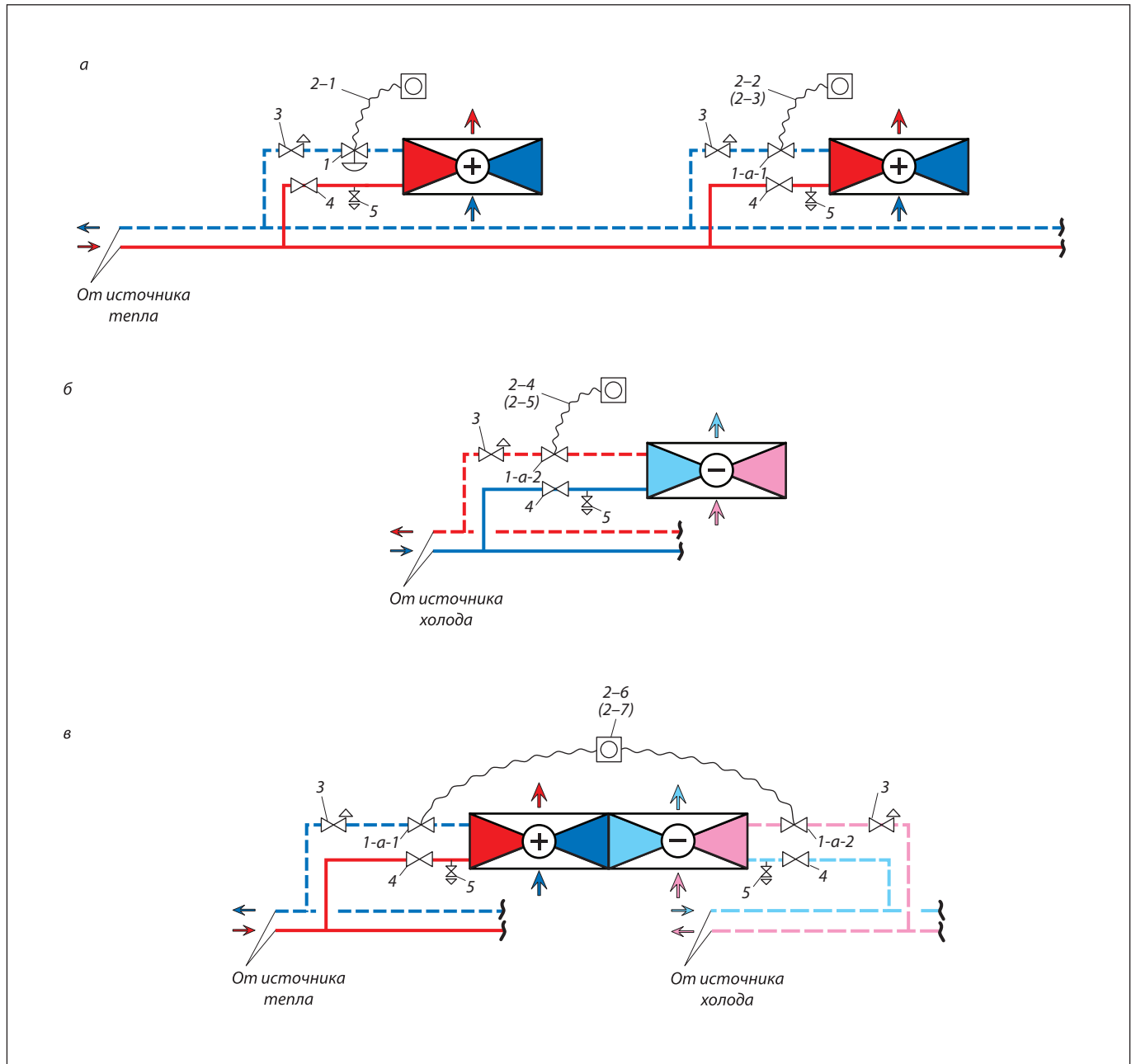


Таблица 10. Приборы и устройства узла управления с регуляторами прямого действия для воздухонагревателя и воздухоохладителя фэнкойла

Обозначение на схеме	Тип прибора и устройства	Наименование прибора и устройства	Стр. номенклатуры рекомендуемых приборов и устройств
1	Клапан комбинированный регулирующий проходной	AQT (оптимальное решение) с наружной резьбой, латунный, DN 10–32, PN 16, $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$	50
1-а-1	Клапан регулирующий проходной	RTR-N с наружной и внутренней резьбой, латунный, DN 10–25, PN 10, $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$	55
1-а-2		RA-C с наружной резьбой, латунный, DN 15–20, PN 10, $T_{\text{макс.}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для воздухоохладителя)	55
	Принадлежности для регулирующих клапанов	Присоединительные фитинги с наружной резьбой или под приварку для AQT	50
		Присоединительные фитинги с наружной резьбой для RA-C <sup>1)</sup>	
2-1	Термостатический элемент для регулирующего клапана	FEV-Z со встроенным температурным датчиком для воздухонагревателя с AQT DN 10–32	56
2-2		FEV-IF со встроенным температурным датчиком для воздухонагревателя с RTR-N DN 10–25	57
2-3		FEV-FF с дистанционным температурным датчиком для воздухонагревателя с RTR-N DN 10–25	
2-4		FEK-IF со встроенным температурным датчиком для воздухоохладителя с RA-C DN 15–20	57
2-5		FEK-FF с дистанционным температурным датчиком для воздухоохладителя с RA-C DN 15–20	
2-6		FED-IF со встроенным температурным датчиком для воздухонагревателя четырехтрубных систем с RTR-N DN 10–25 и воздухоохладителя с RA-C DN 15–20	57
2-7		FED-FF с дистанционным температурным датчиком для воздухонагревателя четырехтрубных систем с RTR-N DN 10–25 и воздухоохладителя RA-C DN 15–20	
3	Кран шаровой запорный с клапаном для выпуска воздуха	BVR-D DN 15, PN 40, $T_{\text{макс.}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$	63
6	Кран шаровой запорный	BVR DN 15–32, PN 40, $T_{\text{макс.}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$	63
7	Кран шаровой сливной	BVR-C DN 15, PN 10, $T_{\text{макс.}} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$	63

<sup>1)</sup> Для клапана RA-C применяются фитинги, входящие в комплект RTR-N и RTR-G. По вопросу их заказа следует обращаться в ООО «Данфосс».



## 8. АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ И МЕСТНЫХ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

### 8.1. Средства автоматизации центральных ОВУ

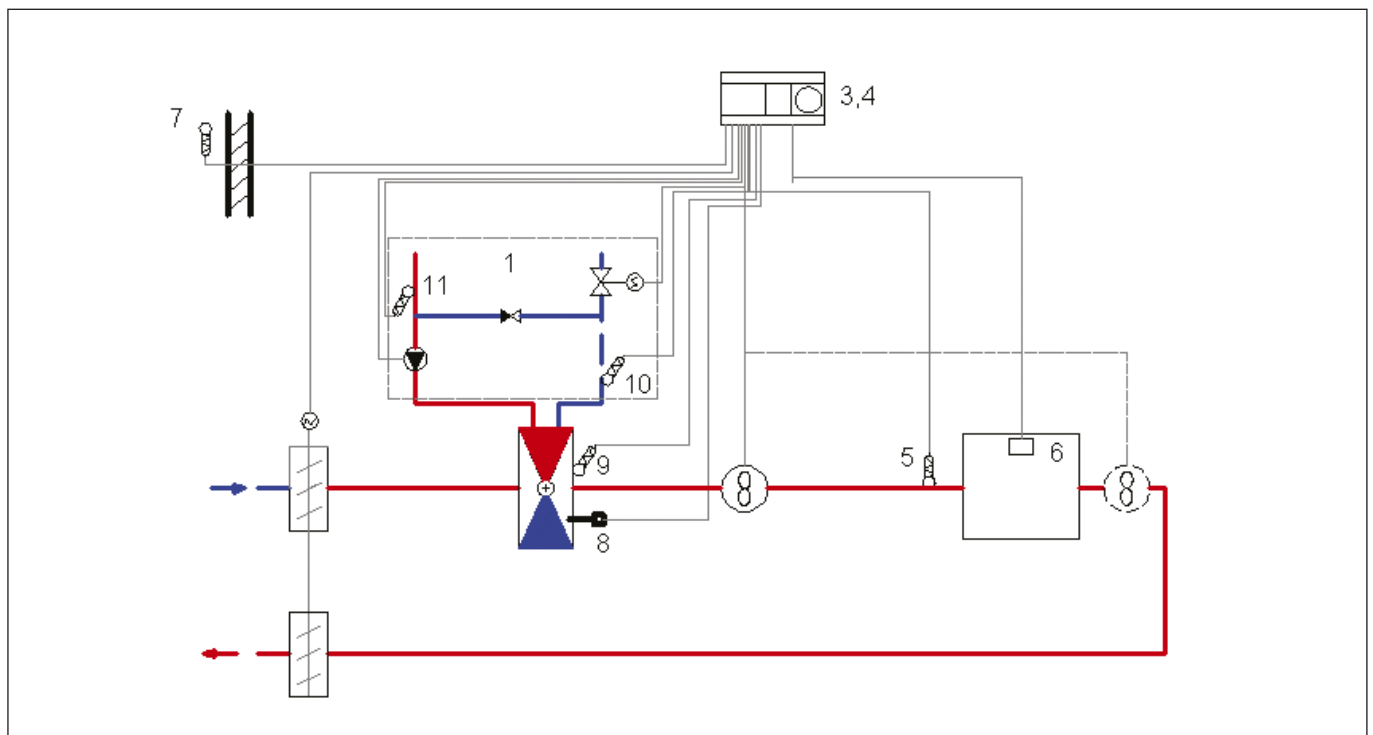
Центральные отопительно-вентиляционные установки могут быть практически полностью оснащены средствами автоматизации и запорно-регулирующей трубопроводной арматурой, сгруппированной в узлы управления (см. раздел 7).

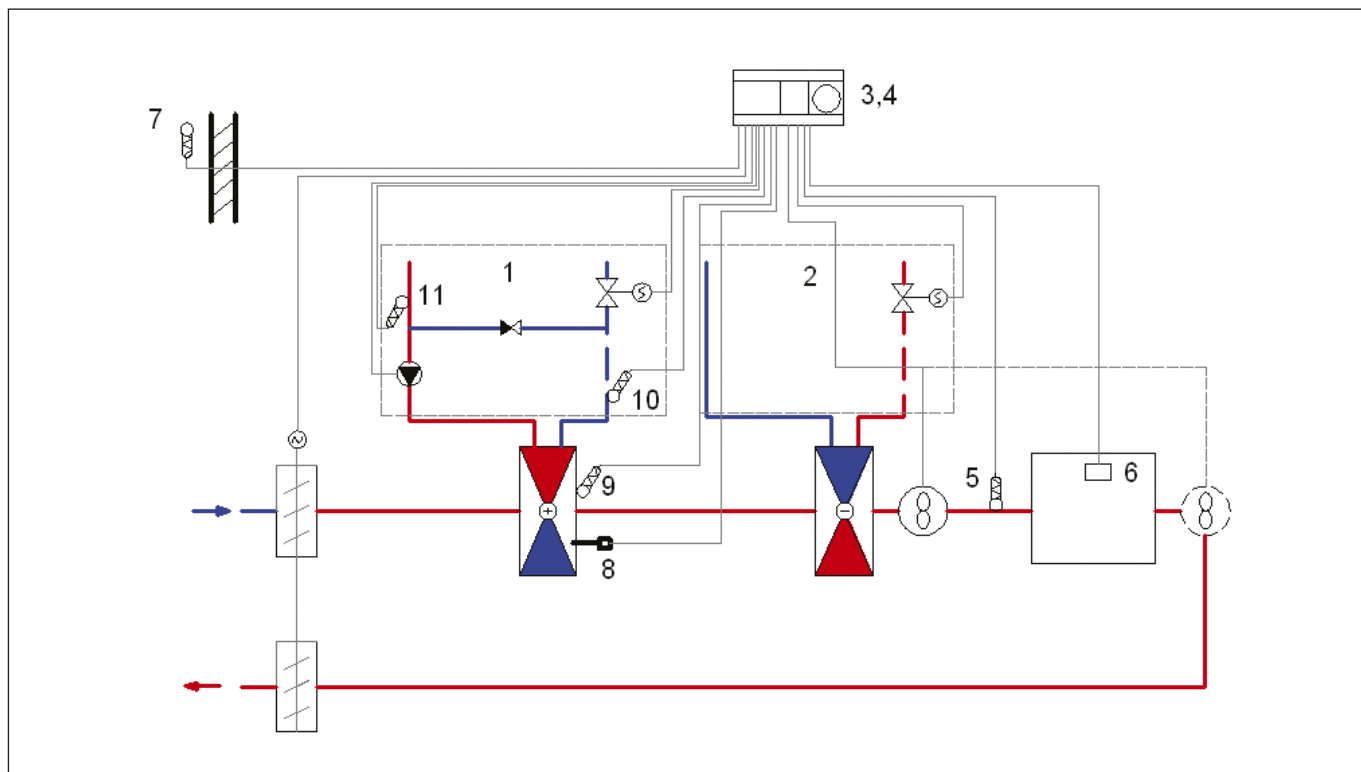
Для автоматизации ОВУ компания «Данфосс» предлагает универсальные электронные регуляторы температуры (контроллеры) ECL Comfort 210 и 310 (рис. 33).

Регулятор конфигурируется под конкретную задачу автоматизации с помощью ключа программирования

приложений. Для управления ОВУ предназначен ключ приложений A214(314). Приложение A214 предназначено для совместной работы с регулятором ECL Comfort 210, а приложение A314 — для работы с ECL Comfort 310. Приложение A214 может также применяться в сочетании с ECL Comfort 310 в случае интегрирования регулятора в систему диспетчерского контроля и управления по протоколам Modbus, TCP или Modbus RTU.

Рис. 33. Контроллеры серии ECL Comfort 210 и 310.





ECL Comfort 210(310) с ключом приложения A214(314) обеспечивает:

- управление регулирующими клапанами с электроприводами импульсным трехпозиционным сигналом в контуре подогрева воздуха и охлаждения либо аналоговым сигналом для контура охлаждения при использовании внутреннего модуля расширения ECA 32 для приложения A314;
- защиту воздухонагревателя, работающего на наружном воздухе, от замерзания в нем воды по температуре (воздуха или воды);
- компенсацию влияния температуры наружного воздуха и воздуха в помещении;
- включение и выключение ОВУ в соответствии с недельным графиком и месячной программой;
- контроль температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть после воздухонагревателя;
- возможность подключения датчика пожарной сигнализации;
- возможность задержки открытия заслонок и включения вентилятора для прогрева воздухонагревателя.

ECL Comfort 310 с внутренним модулем расширения ECA 32 для различных вариантов приложений A314 может управлять приводом контура охлаждения или электрическим приводом заслонок с аналоговым сигналом 0–10 В.

Для управления несколькими ОВУ до 10 контроллеров ECL Comfort 210(310) можно объединять в одну сеть с помощью внутренней шины ECL 485, при этом можно использовать только один датчик температуры наружного воздуха.

В таблице 12 представлен перечень приборов и устройств для управления отопительно-вентиляционной установкой и кондиционером.

Таблица 12. Перечень приборов и устройств для управления отопительно-вентиляционной установкой и кондиционером

Обозначение на схемах	Наименование прибора и устройства	Тип	Кодовый номер	Примечание
1	Узел управления воздушонагревателем			Разделы 7.2.1, 7.2.2
2	Узел управления воздухоохладителем			Раздел 7.2.3
3	Электронный регулятор на 230 В	ECL Comfort 210	087H3020	
	Электронный регулятор на 230 В	ECL Comfort 310	087H3040	
4	Ключ приложений A214/A314	–	087H3811	
5	Клеммная панель для монтажа ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310 на стене или DIN-рейке (35 мм)	–	087H3230	
	Блок дистанционного управления со встроенным датчиком температуры	ECA 30	087Y3200	В дополнение к клеммной коробке
6	Датчик температуры приточного воздуха, погружной, L = 250 мм, резьбовое присоединение, медь	ESMU	087B1181	
	То же, универсальный, L = 40 мм, с кабелем длиной 2,5 м, нержавеющая сталь	ESMB	087B1184	
7	Датчик температуры воздуха в помещении	ESM-10	087B1164	Опционально
8	Датчик температуры наружного воздуха	ESMT	084N1012	Опционально
9	Термостат защиты воздушонагревателя от замерзания с капиллярной трубкой длиной 2 м	KP 61	060L110066	
	То же, с капиллярной трубкой длиной 5 м	KP 61	060L110166	
10	Датчик температуры обратного теплоносителя поверхностный	ESM-11	087B1165	
	То же, погружной, L = 100 мм, резьбовое присоединение, медь	ESMU	087B1180	
–	Гильза защитная, нержавеющая сталь, L = 100 мм	–	087B1190	

Полная техническая информация по контроллерам ECL Comfort 210(310) и ключам программирования A214(A314) приведена в каталоге «Электронные регуляторы и электрические средства управления» [13].

## 8.2. Средства автоматизации местных ОВУ

Управление местными ОВУ можно разделить на несколько больших групп:

- управление воздушонагревателями фэнкойлов (один регулирующий клапан с нормально открытым приводом)<sup>1)</sup>;
- управление воздухоохладителями фэнкойлов (один регулирующий клапан с нормально закрытым приводом)<sup>1)</sup>;
- управление двухтрубными фэнкойлами для переключаемой схемы «отопление–охлаждение» (один регулирующий клапан с нормально открытым приводом)<sup>2)</sup>;
- управление четырехтрубными фэнкойлами (два регулирующих клапана: один — на отопление, второй — на охлаждение).

В качестве устройств для управления фэнкойлами могут использоваться различные комнатные термостаты серии Greencon компании «Данфосс», которые осуществляют двухпозиционное регулирование расхода энергоносителя через теплообменник фэнкойла. Кроме того данные термостаты способны управлять скоростью вентилятора в автоматическом режиме и изменять заданное значение температуры, в соответствии с настраиваемой временной программой. Также у данных термостатов предусмотрена функция защиты от замерзания. Применять такие термостаты можно как в двухтрубных переключаемых системах, так и в системах с четырехтрубными фэнкойлами.

Рис. 34. Комнатный термостат Greencon



<sup>1)</sup> При применении клапана типа VZL, необходимо использовать NO-привод для системы охлаждения и NC-привод для системы отопления.

<sup>2)</sup> Узел управления не представлен в данном пособии.

## 9. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ТЕПЛО- И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Для трубопроводных систем тепло- и холодоснабжения должна осуществляться гидравлическая балансировка, которая подразделяется на статическую и динамическую.

Статическая балансировка подразумевает «увязку» потерь давления во взаимосвязанных циркуляционных кольцах трубопроводной сети при расчетных расходах энергоносителя и постоянном заданном располагаемом напоре.

В современной практике увязка производится в процессе гидравлического расчета сети путем определения требуемой пропускной способности (значений настроек) балансировочных клапанов. Далее, при наладке смонтированной системы, по расчетным данным выполняется простая ручная механическая настройка клапанов. При необходимости (например, в случае отступлений от проекта) может проводиться приборная наладка, требующая специальных знаний и опыта.

### 9.1. Балансировка трубопроводной сети с переменным расходом тепло- или холодоносителя

В системах с переменным расходом энергоносителя ручные балансировочные клапаны не могут обеспечить постоянные перепады давлений на регулирующих клапанах ОВУ и исключить перераспределение энергоносителя между отдельными установками из-за изменений потерь давления в них при колебаниях расхода.

В этой связи статическая балансировка в системах с переменным расходом энергоносителя должна применяться как дополнение к динамической балансировке.

Динамическая балансировка позволяет стабилизировать перепады давлений на элементах трубопроводной сети с переменными расходами энергоносителя в процессе работы установленных приборов автоматизации ОВУ. Такая балансировка необходима для обеспечения работы регулирующих устройств в оптимальном режиме и осуществляется с помощью автоматических балансировочных клапанов.

Лучшим устройством для балансировки трубопроводных сетей систем тепло- и холодоснабжения являются комбинированные регулирующие клапаны AQT, AVQM или AFQM (рис. 37, а).

Они позволяют осуществить статическую балансировку путем настройки встроенного механического ограничителя расхода (ограничителей подъема штока регулирующего клапана) и динамическую балансировку с помощью блока автоматического поддержания на регулирующем клапане постоянного перепада давлений.

Система с комбинированными регулируемыми клапанами не нуждается в расчетной увязке циркуляционных колец и применении каких-либо дополнительных балансировочных клапанов. Их наладка сводится к фиксации положения ограничителя хода штока в соответствии с расчетным проектным расходом энергоносителя. Далее вся балансировка будет выполняться в автоматическом режиме.

Статическая балансировка требуется для любых трубопроводных систем вне зависимости от режима их работы — с постоянным (рис. 16, а) или переменным (рис. 16, б) расходом энергоносителя.

Однако полностью выполнить свое предназначение статическая балансировка может только в системах с постоянным расходом энергоносителя в сети (в системах без средств автоматизации или с трехходовыми регулирующими клапанами в узлах управления ОВУ).

Динамическая балансировка позволяет стабилизировать перепады давлений на элементах трубопроводной сети с переменными расходами энергоносителя в процессе работы установленных приборов автоматизации ОВУ. Такая балансировка необходима для обеспечения работы регулирующих устройств в оптимальном режиме и осуществляется с помощью автоматических балансировочных клапанов.

При невозможности применения комбинированных регулирующих клапанов допускается, но со значительно худшими результатами, осуществлять динамическую балансировку для группы ОВУ при незначительной протяженности трубопроводной сети между установками (рис. 37, б). В этом случае может предусматриваться установка общего для группы ОВУ автоматического балансировочного клапана (регулятора перепада давлений) серии APT [6] с верхним пределом настройки  $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,4$  бар (DN 15–50),  $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,75$  бар и  $\Delta P_{\text{пер.}} = 1$  бар (DN 50–100).

При необходимости поддержания перепада давлений более 1 бар следует применять гидравлические регуляторы перепада давлений типа DPR и AFP [7].

В группу рекомендуется объединять центральные установки в пределах помещения отдельной вентиляционной камеры, а фэнкойлы — на одном этаже.

Балансировочный клапан APT монтируется на обратном трубопроводе головного участка сети для группы установок. Он применяется совместно с запорным клапаном CDT или запорно-балансировочным клапаном MNF (при APT DN = 65–100 мм). Клапаны-партнеры должны устанавливаться на подающем трубопроводе. Регуляторы перепада давлений DPR и AFP могут устанавливаться как на обратном, так и на подающем трубопроводе.

Перед балансировочным клапаном или регулятором перепада давлений (по ходу движения энергоносителя) следует предусмотреть сетчатый фильтр. Узел установки группового автоматического балансировочного клапана (регулятора перепада давлений) представлен на рис. 38.

Гидравлическая балансировка ОВУ или фэнкойлов между собой в пределах группы с общим регулятором перепада давлений производится с помощью ручных балансировочных клапанов, предусмотренных в узлах управления установок (см. раздел 7), или устройств предварительной настройки пропускной способности некоторых типов регулирующих клапанов (RTR-N, RA-C).



Рис. 35. Трубопроводная система с переменным расходом тепло- или холодоносителя:  
а — с применением комбинированных регулирующих клапанов; б — с применением групповых автоматических балансировочных клапанов.

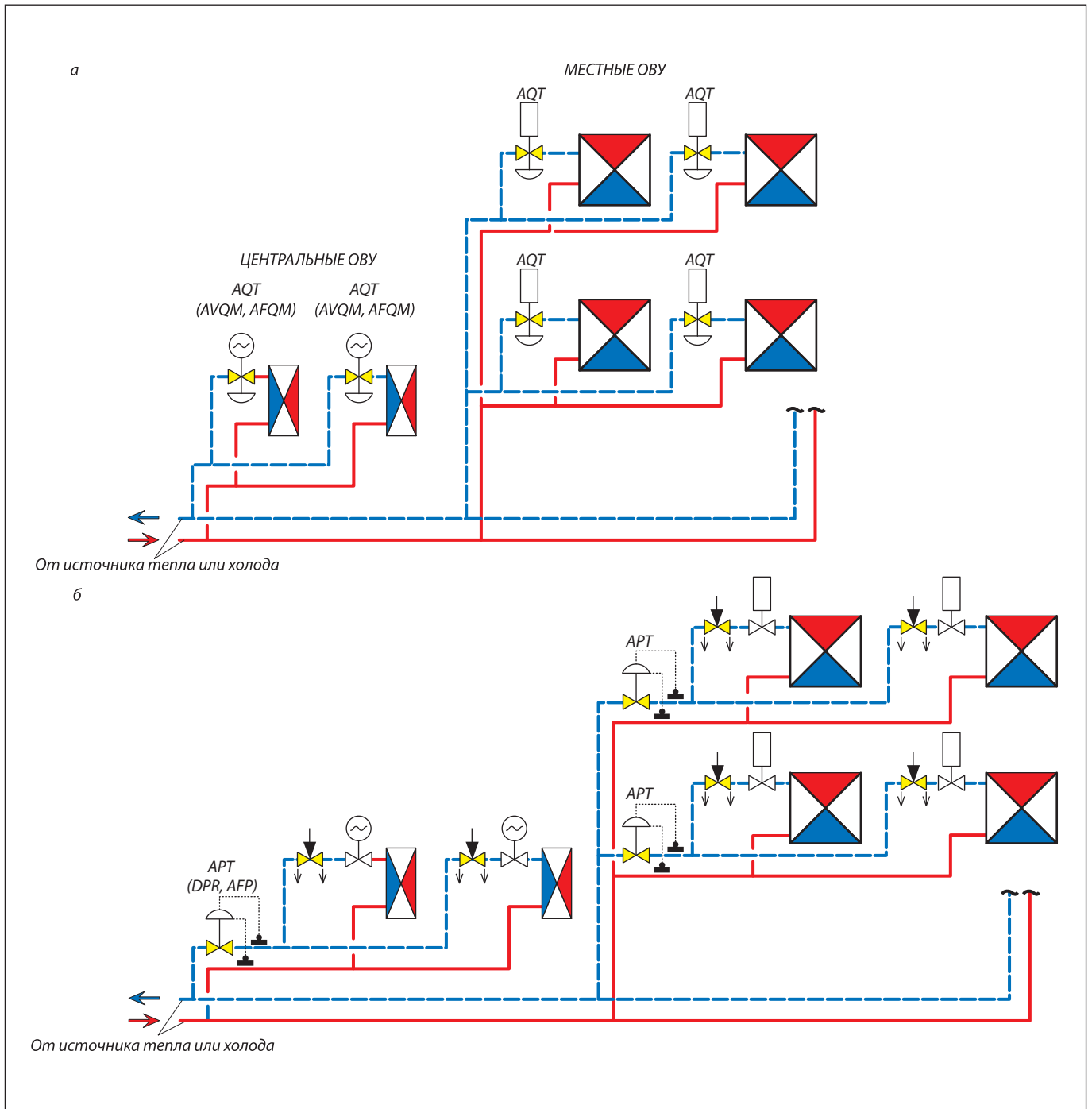
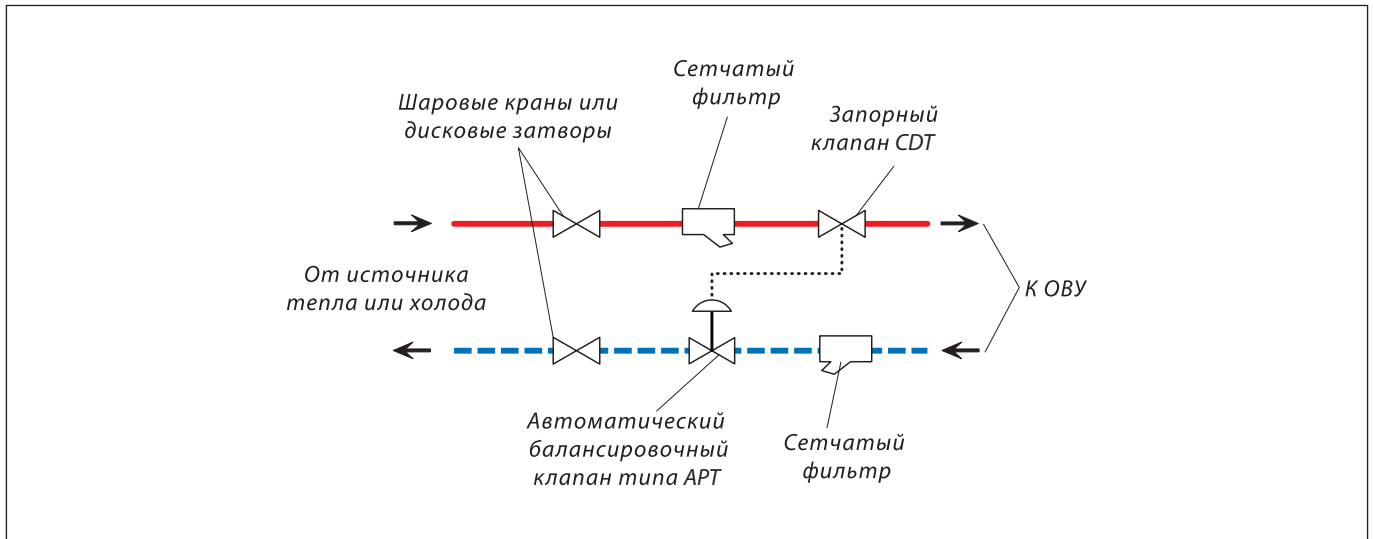


Рис. 36. Узел установки группового автоматического балансировочного клапана.



## 9.2. Балансировка трубопроводной сети с постоянным расходом холодоносителя

Системы с постоянным расходом холодоносителя применяются в исключительных случаях при технических требованиях со стороны холодильной установки (рис. 37).

Для трубопроводной сети с постоянным расходом холодоносителя динамическая балансировка не требуется. Для таких сетей необходима статическая балансировка, которая может производиться двумя способами:

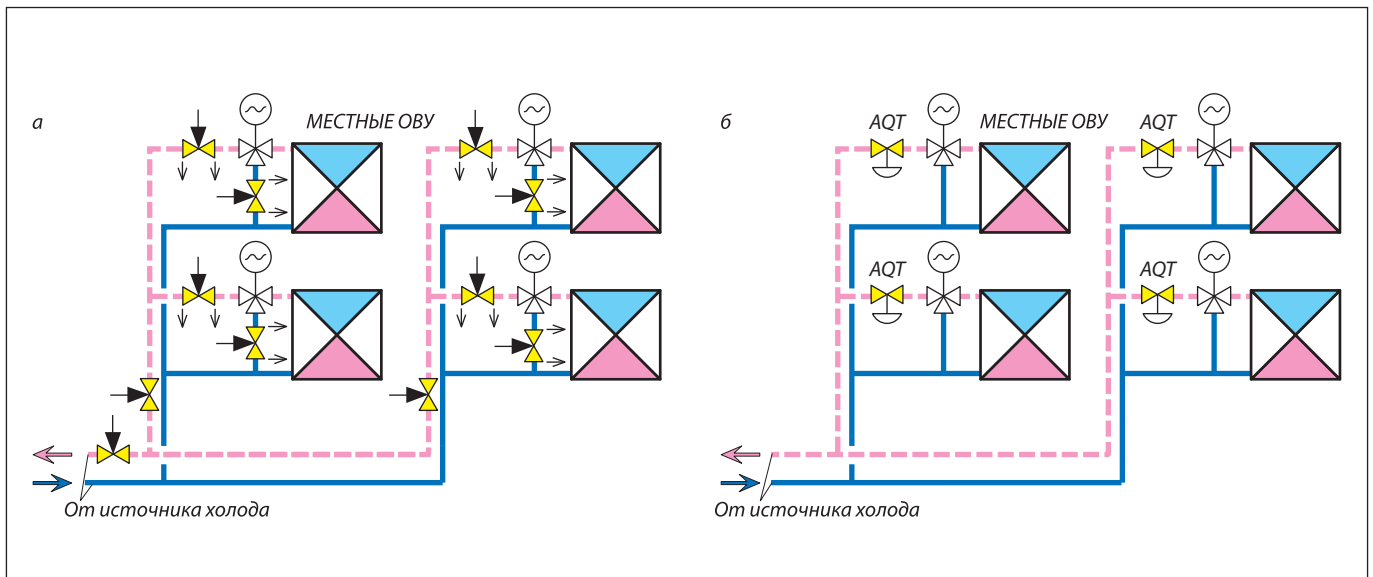
- с помощью ручных балансировочных клапанов (рис. 37, а);
- с использованием автоматических балансировочных клапанов (рис. 37, б).

Для обеспечения приборной наладки, в том числе при возможной последующей реконструкции системы или изменении

режимов ее работы, ручные балансировочные клапаны необходимо устанавливать у каждой ОВУ и на каждом ответвлении трубопроводной сети.

Для значительного сокращения количества балансировочных клапанов и выполнения балансировки системы в автоматическом режиме без проведения расчетов и наладочных работ рекомендуется вместо многочисленных ручных клапанов у каждого трехходового регулирующего клапана в узлах управления ОВУ установить по одному автоматическому регулятору — ограничителю расхода АQT (рис. 37, б), выставив на них расчетные расходы холодоносителя через установки.

Рис. 37. Трубопроводная система с постоянным расходом тепло- или холодоносителя и трехходовыми регулирующими клапанами. а — с применением ручных балансировочных клапанов; б — с применением автоматических стабилизаторов расхода.



## 10. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ УЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ХОЛОДА

Для организации учета тепловой энергии и холода, расходуемых в отопительно-вентиляционных установках, в зависимости от схемного решения, устанавливаются теплосчетчики, холодосчетчики или комбинированные приборы «тепло-холод». Эти приборы применяются в системах, где в качестве энергоносителя используется вода, и служат для измерения и расчета распределения энергии между отдельными потребителями.

Для этих целей компания «Данфосс» предлагает ультразвуковой теплосчетчик Sonometer 1100 (рис. 38) в различных исполнениях: теплосчетчик, холодосчетчик или комбинированный прибор для учета потребления тепловой энергии или холода в переключаемых системах (в пособии не рассматриваются).

Sonometer 1100 имеет компактную конструкцию. В его состав входят статичный ультразвуковой 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. Прибор может быть установлен на подающий либо обратный трубопровод.

Sonometer 1100 имеет широкую номенклатуру по номинальному расходу (от 0,6 до 60 м<sup>3</sup>/ч), диаметру условного прохода расходомера (от 15 до 100 мм), способу его соединения с трубопроводами системы (резьбовое, фланцевое), условному давлению (16 и 25 бар).

В зависимости от исполнения Sonometer 1100 имеет различные диапазоны рабочих температур: теплосчетчик работает в диапазоне температур от 5 до 130 °С (до 150 °С – с расходомером DN=25–100 мм), холодосчетчик — от 5 до 50 °С, комбинированный прибор «тепло-холод» — от 5 до 105 °С.

Особенностью Sonometer 1100 является высокий уровень его чувствительности, надежности и точности измерений. Имея класс 2 точности по ГОСТ ЕН 1434, он обеспечивает измерение расходов энергоносителя в динамическом диапазоне 1:250 (при полном диапазоне 1:1500). Такая точность особенно важна для индивидуального учета, когда требуется корректное измерение энергии при малом расходе. Прибор имеет минимальные в своем классе потери давления и не требует до и после себя прямых участков трубопровода.

Sonometer 1100 обладает широкими коммуникационными возможностями. Через встраиваемый модуль входных импульсов ему можно подключить дополнительно два импульсных прибора учета, обрабатывать их сигналы, хранить и передавать учетные данные. Кроме импульсных модулей входа и выхода Sonometer 1100 оборудован портами для подключения интерфейсных модулей M-bus, RS 232, RS 485, а также встроенным радиомодулем с частотой 868, 95 МГц. Прибор также можно подключить к компьютеру для локального считывания данных и настройки прибора через оптический порт.

Вычислитель оснащен энергонезависимой памятью в которой (в зависимости от конфигурации) могут храниться: накопленные значения энергии и объемов энергоносителя, ежемесячные данные за последние 24 месяца, а также за предыдущий год, максимальные величины тепловой мощности или потребности холода, значения расхода и температур энергоносителя; журнал ошибок, другая служебная информация.

Номенклатура Sonometer 1100 и подробные технические характеристики приведены в каталоге «Средства учета тепловой энергии» [12].

Для диспетчеризации учета данных с Sonometer 1100 компания «Данфосс» предлагает решение, основанное на стандарте M-bus EN 1434-3. 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 программное обеспечение (Izar@Center, Indiv AMR, Izar@Net), делающие процесс создания и настройки сети интуитивно понятным без специальных знаний и позволяющие достичь высокой степени автоматизации рутинных операций сбора, обработки и хранения учетных данных.

Рис. 38. Тепло-холодосчетчик Sonometer 1100



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1. Условные обозначения

Обозначение	Наименование	Обозначение	Наименование
	Подающий трубопровод системы теплоснабжения		Бак-аккумулятор
	Обратный трубопровод системы теплоснабжения		Расширительный сосуд
	Подающий трубопровод системы холодоснабжения		Регулирующий клапан с редукторным электроприводом
	Обратный трубопровод системы холодоснабжения		Регулирующий клапан с термоэлектрическим приводом
	Трубопровод теплого раствора гликоля системы обратного водоснабжения		Регулирующий клапан с термостатическим элементом прямого действия
	Трубопровод охлажденного раствора гликоля системы обратного водоснабжения		Комбинированный регулирующий клапан с электроприводом
	Трубопровод жидкого холодильного агента		Стабилизатор расхода AQT
	Трубопровод парообразного холодильного агента		Ручной балансировочный клапан
	Испаритель для охлаждения воды (раствора гликоля)		Автоматический балансировочный клапан (регулятор перепада давлений)
	Конденсатор воздушного охлаждения		Шаровой кран или дисковая поворотная заслонка
	Конденсатор водяного охлаждения		Шаровой кран с воздуховыпускным клапаном
	Водоохладитель для конденсатора		Ручной балансировочный клапан MNT со сливным краном
	Промежуточный водо-водяной теплообменник		Спускной шаровой кран
	Водоохладитель системы фрикулинга		Обратный клапан
	Воздухонагреватель ОВУ		Предохранительный клапан
	Воздухоохладитель ОВУ (кондиционера)		Фильтр сетчатый
	ТРВ		Манометр показывающий
	Компрессор		Термометр показывающий
	Циркуляционный насос		Датчик температуры системы регулирования

## Приложение 2. Перечень рекомендуемых приборов и устройств фирмы Danfoss для применения в системах централизованного тепло- и холодоснабжения отопительно-вентиляционных установок

### 1. Клапаны регулирующие

#### 1.1. Комбинированные регулирующие клапаны

1.1.1. Клапан комбинированный регулирующий проходной, с наружной резьбой, латунный<sup>1)</sup>, с измерительными ниппелями, PN = 16 бар, T = -10–120 °C, с линейной характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AQT	DN 10, G = 55–275 кг/ч	003Z1211
	DN 15, G = 90–450 кг/ч	003Z1212
	DN 20, G = 180–900 кг/ч	003Z1213
	DN 25, G = 340–1700 (340–1020) <sup>2)</sup> кг/ч	003Z1214
	DN 32, G = 640–3200 (640–1920) <sup>2)</sup> кг/ч	003Z1215
	DN 40, G = 1500–7500 кг/ч	003Z0760
	DN 50, G = 5000–12 500 кг/ч	003Z0761

<sup>1)</sup> Клапаны DN = 40 и 50 мм — чугунные.

<sup>2)</sup> В скобках — для AQT с термоэлектрическими приводами.

1.1.2. Клапан комбинированный регулирующий проходной, с наружной резьбой, латунный, без измерительных ниппелей, PN = 16 бар, T = -10–120 °C, с линейной характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AQT	DN 10, G = 55–275 кг/ч	003Z1201
	DN 15, G = 90–450 кг/ч	003Z1202
	DN 20, G = 180–900 кг/ч	003Z1203
	DN 25, G = 340–1700 (340–1020) <sup>1)</sup> кг/ч	003Z1204
	DN 32, G = 640–3200 (640–1920) <sup>1)</sup> кг/ч	003Z1205

<sup>1)</sup> В скобках — для AQT с термоэлектрическими приводами.

1.1.3. Клапан комбинированный регулирующий проходной, фланцевый, чугунный, с измерительными ниппелями, PN = 16 бар, T = -10–120 °C, с линейной характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AQT	DN 50, G = 5000–15 500 кг/ч	003Z0762
	DN 65, G = 7200–20 000 кг/ч	003Z0763
	DN 80, G = 11 200–28 000 кг/ч	003Z0764
	DN 100, G = 15 200–38 000 кг/ч	003Z0765

Фитинг присоединительный (1 шт.) для клапана типа AQT, с накидной гайкой, PN = 16 бар, T = -10–120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
С наружной резьбой, латунный	DN 10	003Z0231
	DN 15	003Z0232
	DN 20	003Z0233
	DN 25	003Z0234
	DN 32	003Z0235
	DN 40, R 1½"	003Z0279
	DN 50, R 2"	003Z0278
Под приварку, стальной	DN 15	003Z0226
	DN 20	003Z0227
	DN 25	003Z0228
	DN 32	003Z0229
	DN 40	003Z0270
Под пайку, латунный	DN 10, ø12×1 мм	065Z7016
	DN 15, ø15×1 мм	065Z7017

1.1.4. Клапан комбинированный регулирующий проходной, бронзовый, с наружной резьбой, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $Z \geq 0,6$ , с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AVQM	DN 15, $K_{vs} = 0,4\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6733
	DN 15, $K_{vs} = 1\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6734
	DN 15, $K_{vs} = 1,6\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6735
	DN 15, $K_{vs} = 2,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6736
	DN 15, $K_{vs} = 4\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6737
	DN 20, $K_{vs} = 6,3\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6738
	DN 25, $K_{vs} = 8\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6739

1.1.5. Клапан комбинированный регулирующий проходной, бронзовый, с наружной резьбой, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $Z \geq 0,6$ , с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AVQM	DN 32, $K_{vs} = 12,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6753
	DN 40, $K_{vs} = 16\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6754
	DN 50, $K_{vs} = 20\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6755

Комплект присоединительных фитингов (2 шт.) для клапанов типа AVQM, с накидной гайкой, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
С наружной резьбой, латунный	DN 15	003H6902
	DN 20	003H6903
	DN 25	003H6904
	DN 32	003H69105
Под приварку, стальной	DN 15	003H6908
	DN 20	003H6909
	DN 25	003H6910
	DN 32	003H6911
	DN 40	003H6912
	DN 50	003H6913

1.1.6. Клапан комбинированный регулирующий, фланцевый, чугунный, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $Z \geq 0,6$ , с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AVQM	DN 32, $K_{vs} = 12,5\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6756
	DN 40, $K_{vs} = 16\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6757
	DN 50, $K_{vs} = 20\text{ м}^3/\text{ч}$	003H6758

1.1.7. Клапан комбинированный регулирующий, фланцевый, чугунный, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AFQM	DN 65, $K_{vs} = 50\text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z=0,5$	003G1088
	DN 80, $K_{vs} = 80\text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z=0,4$	003G1089
	DN 100, $K_{vs} = 125\text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z=0,35$	003G1090

## 1.2. Регулирующие клапаны седельные, проходные

1.2.1. Клапан регулирующий, проходной, седельный, латунный, разгруженный по давлению, с наружной резьбой, PN = 25 бар, T = 2–150 °C, Z ≥ 0,5, ΔP<sub>кл.</sub> = 16–25 бар (в зависимости от диаметра и типа электропривода), с составной линейной характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VM2	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,25 м <sup>3</sup> /ч	065B2010
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,4 м <sup>3</sup> /ч	065B2011
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,63 м <sup>3</sup> /ч	065B2012
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1 м <sup>3</sup> /ч	065B2013
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч	065B2014
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч	065B2015
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 4 м <sup>3</sup> /ч	065B2016
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	065B2027
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	065B2017
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 8 м <sup>3</sup> /ч	065B2028
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 10 м <sup>3</sup> /ч	065B2018
	DN 40, K <sub>vs</sub> = 16 м <sup>3</sup> /ч	065B2019
	DN 50, K <sub>vs</sub> = 25 м <sup>3</sup> /ч	065B2020

Комплект присоединительных фитингов (2 шт.) для клапанов типа VM2 с накидной гайкой, PN = 25 бар, T = 2–150 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
С наружной резьбой, латунный	DN 15	003H6902
	DN 20	003H6903
	DN 25	003H6904
	DN 32	003H6906
	DN 40	003H6061
	DN 50	003H6062
Под приварку, стальной	DN 15	003H6908
	DN 20	003H6909
	DN 25	003H6910
	DN 32	003H6914
	DN 40	003H6081
	DN 50	003H6082

1.2.2. Клапан регулирующий, проходной, седельный, фланцевый, чугунный, разгруженный по давлению, PN = 25 бар, T = 2–150 °C, Z ≥ 0,5, ΔP<sub>кл.</sub> = 16 бар, с составной линейной характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VFM2	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,25 м <sup>3</sup> /ч	065B2050
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,4 м <sup>3</sup> /ч	065B2051
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,63 м <sup>3</sup> /ч	065B2052
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1 м <sup>3</sup> /ч	065B2053
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч	065B2054
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч	065B2055
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 4 м <sup>3</sup> /ч	065B2056
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	065B2057
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	065B2058
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 10 м <sup>3</sup> /ч	065B2059
	DN 40, K <sub>vs</sub> = 16 м <sup>3</sup> /ч	065B2060
	DN 50, K <sub>vs</sub> = 25 м <sup>3</sup> /ч	065B2061

1.2.3. Клапан регулирующий, проходной, муфтовый, бронзовый, разгруженный по давлению, PN = 16 бар, T = -10-130 °C,  $\Delta P_{\text{кл.}} = 4$  бар, с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VRB2	DN 15, $K_{vs} = 0,63 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0171
	DN 15, $K_{vs} = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0172
	DN 15, $K_{vs} = 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0173
	DN 15, $K_{vs} = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0174
	DN 15, $K_{vs} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0175
	DN 20, $K_{vs} = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0176
	DN 25, $K_{vs} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0177
	DN 32, $K_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0178
	DN 40, $K_{vs} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0179
DN 50, $K_{vs} = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0180	

1.2.4. Клапан регулирующий, проходной, с наружной резьбой, чугунный, разгруженный по давлению, PN = 16 бар, T = -10-130 °C,  $\Delta P_{\text{кл.}} = 4$  бар, с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VRG2	DN 15, $K_{vs} = 0,63 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0131
	DN 15, $K_{vs} = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0132
	DN 15, $K_{vs} = 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0133
	DN 15, $K_{vs} = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0134
	DN 15, $K_{vs} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0135
	DN 20, $K_{vs} = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0136
	DN 25, $K_{vs} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0137
	DN 32, $K_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0138
	DN 40, $K_{vs} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0139
	DN 50, $K_{vs} = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0140

1.2.5. Клапан регулирующий, проходной, седельный, фланцевый, чугунный, разгруженный по давлению, PN = 16 бар, T = -10-150 °C, Z ≥ 0,5,  $\Delta P_{\text{кл.}} = 1-2,5$  бар, с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VFM2	DN 65, $K_{vs} = 63 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B3500
	DN 80, $K_{vs} = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B3501
	DN 100, $K_{vs} = 160 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B3502

### 1.3. Регулирующие клапаны седельные трехходовые

1.3.1. Клапан регулирующий, трехходовой, латунный, не разгруженный по давлению, с наружной резьбой, PN = 16 бар, T = 2-120 °C,  $\Delta P_{\text{кл.}} = 0,2-0,6$  бар (в зависимости от диаметра клапана), с линейной характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VMV	DN 15, $K_{vs} = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B6015
	DN 20, $K_{vs} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B6020
	DN 25, $K_{vs} = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B6025
	DN 32, $K_{vs} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B6032
	DN 40, $K_{vs} = 12 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B6040



Комплект присоединительных фитингов (3 шт.) для клапана VMV, с накидной гайкой, PN = 16 бар, T = 2–120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
С наружной резьбой, латунный	DN 15	065Z7010
	DN 20	065Z7011
	DN 25	065Z7012
	DN 32	065Z7013
	DN 40	065Z7014

1.3.2. Клапан регулирующий, трехходовой, муфтовый, бронзовый, разгруженный по давлению, PN = 16 бар, T = –10–130 °C,  $\Delta P_{\text{кл.}} = 4$  бар, с логарифмической (для прохода А—АВ) и линейной (для прохода В—АВ) характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VRB3	DN 15, $K_{vs} = 0,63 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0151
	DN 15, $K_{vs} = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0152
	DN 15, $K_{vs} = 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0153
	DN 15, $K_{vs} = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0154
	DN 15, $K_{vs} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0155
	DN 20, $K_{vs} = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0156
	DN 25, $K_{vs} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0157
	DN 32, $K_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0158
	DN 40, $K_{vs} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0159
	DN 50, $K_{vs} = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0160

1.3.3. Клапан регулирующий, трехходовой, с наружной резьбой, чугунный, разгруженный по давлению, PN = 16 бар, T = –10–130 °C,  $\Delta P_{\text{кл.}} = 4$  бар, с логарифмической (для прохода А—АВ) и линейной (для прохода В—АВ) характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VRG3	DN 15, $K_{vs} = 0,63 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0111
	DN 15, $K_{vs} = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0112
	DN 15, $K_{vs} = 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0113
	DN 15, $K_{vs} = 2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0114
	DN 15, $K_{vs} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0115
	DN 20, $K_{vs} = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0116
	DN 25, $K_{vs} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0117
	DN 32, $K_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0118
	DN 40, $K_{vs} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0119
	DN 50, $K_{vs} = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$	065Z0120

Комплект присоединительных фитингов (1 шт.) для клапанов VRG2 и VRG3, PN = 16 бар, T = –10–130 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
С внутренней резьбой, чугунные	DN 15	065Z0291
	DN 20	065Z0292
	DN 25	065Z0293
	DN 32	065Z0294
	DN 40	065Z0295
	DN 50	065Z0296

#### Адаптер для установки привода AMV(E) 25SD на клапанах типа VRB и VRG

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
	Для установки привода AMV(E) 25SD на клапанах типа VRB и VRG	065Z0311

1.3.4. Клапан регулирующий, трехходовой, фланцевый, чугунный, разгруженный по давлению (кроме DN 65–100), PN = 16 бар, T = –10–130 °C, (150 °C для DN 65–100), Z ≥ 0,5, ΔP<sub>кл.</sub> = 1,5–4 бар (в зависимости от диаметра клапана), с логарифмической (для прохода А—AB) и линейной (для прохода В—AB) характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VF3	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,63 м <sup>3</sup> /ч	065Z0251
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1 м <sup>3</sup> /ч	065Z0252
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч	065Z0253
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч	065Z0254
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 4 м <sup>3</sup> /ч	065Z0255
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	065Z0256
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 10 м <sup>3</sup> /ч	065Z0257
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 16 м <sup>3</sup> /ч	065Z0258
	DN 40, K <sub>vs</sub> = 25 м <sup>3</sup> /ч	065Z0259
	DN 50, K <sub>vs</sub> = 40 м <sup>3</sup> /ч	065Z0260
	DN 65, K <sub>vs</sub> = 63 м <sup>3</sup> /ч	065Z0261
	DN 80, K <sub>vs</sub> = 100 м <sup>3</sup> /ч	065Z0262
DN 100, K <sub>vs</sub> = 145 м <sup>3</sup> /ч	065Z1685	

#### 1.4. Регулирующие клапаны для местных отопительно-охладительных установок

1.4.1. Клапан муфтовый, латунный, с предварительной настройкой пропускной способности PN = 10 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RTR-N	DN 10, прямой, K <sub>v</sub> = 0,04 – 0,56 м <sup>3</sup> /ч	013G0012
	DN 10, угловой, K <sub>v</sub> = 0,04 – 0,56 м <sup>3</sup> /ч	013G0011
	DN 15, прямой, K <sub>v</sub> = 0,04 – 0,73 м <sup>3</sup> /ч	013G3904
	DN 15, угловой, K <sub>v</sub> = 0,04 – 0,73 м <sup>3</sup> /ч	013G3903
	DN 20, прямой, K <sub>v</sub> = 0,1 – 1,04 м <sup>3</sup> /ч	013G0016
	DN 20, угловой, K <sub>v</sub> = 0,1 – 1,04 м <sup>3</sup> /ч	013G0015
	DN 25, прямой, K <sub>v</sub> = 0,1 – 1,04 м <sup>3</sup> /ч	013G0038
	DN 25, угловой, K <sub>v</sub> = 0,1 – 1,04 м <sup>3</sup> /ч	013G0037

1.4.2. Клапан терморегулятора, муфтовый, латунный, PN = 10 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
RA-C	DN 15, K <sub>v</sub> = 0,3–0,9 м <sup>3</sup> /ч	013G3094
	DN 20, K <sub>v</sub> = 0,8–2,6 м <sup>3</sup> /ч	013G3096

1.4.3. Клапан регулирующий проходной, латунный, с наружной резьбой, с логарифмической характеристикой регулирования, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VZL2	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,25 м <sup>3</sup> /ч	065Z2070
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,4 м <sup>3</sup> /ч	065Z2071
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 0,63 м <sup>3</sup> /ч	065Z2072
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1 м <sup>3</sup> /ч	065Z2073
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч	065Z2074
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч	003Z2135
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 3,5 м <sup>3</sup> /ч	003Z2136

#### 1.4.4. Клапан регулирующий, трехходовой, латунный, с наружной резьбой, PN = 16 бар, $T_{\text{макс.}} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$ , с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VZL3	DN 15, $K_{vs} = 0,25/0,25^{1)}$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2080
	DN 15, $K_{vs} = 0,4/0,25$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2081
	DN 15, $K_{vs} = 0,63/0,4$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2082
	DN 15, $K_{vs} = 1/0,63$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2083
	DN 15, $K_{vs} = 1,6/1$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2084
	DN 20, $K_{vs} = 2,5/1,6$ м <sup>3</sup> /ч	003Z2185
	DN 20, $K_{vs} = 3,5/2,5$ м <sup>3</sup> /ч	003Z2186

<sup>1)</sup> В числителе — для прохода A—AB, в знаменателе — для прохода B—AB.

#### 1.4.5. Клапан регулирующий, трехходовой с байпасом, латунный, с наружной резьбой, PN = 16 бар, $T_{\text{макс.}} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$ , с логарифмической характеристикой регулирования

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VZL4	DN 15, $K_{vs} = 0,25/0,25^{1)}$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2090
	DN 15, $K_{vs} = 0,4/0,4$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2091
	DN 15, $K_{vs} = 0,63/0,4$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2092
	DN 15, $K_{vs} = 1/0,63$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2093
	DN 15, $K_{vs} = 1,6/1$ м <sup>3</sup> /ч	065Z2094
	DN 20, $K_{vs} = 2,5/1,6$ м <sup>3</sup> /ч	003Z2195
	DN 20, $K_{vs} = 3,5/2,5$ м <sup>3</sup> /ч	003Z2196

<sup>1)</sup> В числителе — для прохода A—AB, в знаменателе — для прохода B—AB.

#### Комплект присоединительных фитингов для клапанов типа VZL с накидной гайкой, PN = 16 бар, $T_{\text{макс.}} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
С наружной резьбой, латунные	DN 15	065Z7015
	DN 20	003H6902

#### Комплект присоединительных фитингов для клапанов типа VZL с накидной гайкой, PN = 16 бар, $T_{\text{макс.}} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Под пайку, латунные	DN 15	065Z7016
	DN 20	065Z7017

### 1.5. Клапаны шаровые двухпозиционного управления с электрическим приводом

#### 1.5.1. Клапан шаровой, проходной, двухпозиционного управления, муфтовый, латунный, с электроприводом, PN = 16 бар, $T_{\text{макс.}} = 130 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AMZ112	DN 15, $K_{vs} = 17$ м <sup>3</sup> /ч	082G5501
	DN 20, $K_{vs} = 41$ м <sup>3</sup> /ч	082G5502
	DN 25, $K_{vs} = 68$ м <sup>3</sup> /ч	082G5503

## 2. Терморегулирующие элементы прямого действия

### 2.1. Термоэлемент для комбинированного регулирующего клапана AQT на воздухонагревателе двухтрубного фэнкойла

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FEV-Z	$T_{\text{пер.}} = 17\text{--}27 \text{ }^\circ\text{C}$ с дистанционным пультом управления и встроенным температурным датчиком, длина капиллярной трубки 8 м	013G5458

## 2.2. Термоэлемент для клапана RTR-N на воздухонагревателе двухтрубного фэнкойла

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FEV-IF	T <sub>пер.</sub> = 17–27 °С с дистанционным пультом управления и встроенным температурным датчиком, длина капиллярной трубки 5 м	013G5467
FEV-FF	T <sub>пер.</sub> = 17–27 °С с дистанционным пультом управления и выносным температурным датчиком, длина капиллярных трубок 2 + 2 м	013G5466

## 2.3. Термоэлемент для клапана RA-C на воздухоохладителе двухтрубного фэнкойла

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FEK-IF	T <sub>пер.</sub> = 17–27 °С с дистанционным пультом управления и встроенным температурным датчиком, длина капиллярной трубки 5 м	013G5465
FEK-FF	T <sub>пер.</sub> = 17–27 °С, с дистанционным пультом управления и выносным температурным датчиком, длина капиллярных трубок 2 + 2 м	013G5464

## 2.4. Термоэлемент для клапанов RTR-N и RA-C на воздухонагревателе и воздухоохладителе четырехтрубного фэнкойла

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FED-IF	T <sub>пер.</sub> = 17–27°С, с дистанционным пультом управления и встроенным температурным датчиком, длина капиллярных трубок 4 + 11 м	013G5463
FED-FF	T <sub>пер.</sub> = 17–27°С, с дистанционным пультом управления и выносным температурным датчиком, длина капиллярных трубок 2 + 2 + 2 м	013G5462

## 3. Электрические приводы

### 3.1. Термоэлектрические приводы

#### 3.1.1. Термоэлектрический привод двухпозиционного управления для комбинированного регулирующего проходного клапана AQT (DN 10–32) и регулирующего клапана серии VZL

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
TWA-Z	Нормально закрытый (для AQT на воздухоохладителе и VZL на воздухонагревателе) двухпозиционного управления, 24 В	082F1262
	Нормально закрытый (для AQT на воздухоохладителе и VZL на воздухонагревателе) двухпозиционного управления, 230 В	082F1266
	Нормально открытый (для AQT на воздухонагревателе и VZL на воздухоохладителе) двухпозиционного управления, 24 В	082F1260
	Нормально открытый (для AQT на воздухонагревателе и VZL на воздухоохладителе) двухпозиционного управления, 230 В	082F1264

#### 3.1.2. Термоэлектрический привод с аналоговым управлением для комбинированного регулиюще-балансирующего клапана AQT (DN 10–32), с кабелем длиной 1 м

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
ABNM <sup>1)</sup>	Нормально закрытый, с логарифмической характеристикой регулирования (для AQT на воздухоохладителе), 24 В	082F1191
	Нормально закрытый, с линейной характеристикой регулирования (для AQT на воздухоохладителе), 24 В	082F1193

<sup>1)</sup> Для установки привода на клапан AQT требуется адаптер.

#### Адаптер для установки привода ABNM на клапаны AQT

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
	Для установки привода ABNM на клапаны AQT DN 10–32	082F1072

## 3.1.3. Термоэлектрический привод двухпозиционного управления для регулирующих клапанов RTR-N и RA-C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
TWA-A	Нормально закрытый (для клапанов на воздухоохладителе) двухпозиционного управления, 24 В	088H3110
	Нормально закрытый (для клапанов на воздухоохладителе) двухпозиционного управления, 220 В	088H3112
	Нормально открытый (для клапанов на воздухонагревателе) двухпозиционного управления, 24 В	088H3111
	Нормально открытый (для клапанов на воздухонагревателе) двухпозиционного управления, 220 В	088H3113

## 3.2. Редукторные электрические приводы

## 3.2.1. Редукторный электропривод с трехпозиционным (импульсным) управлением серии AMV

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AMV 10	Для клапанов AVQM DN 15, VM2 и VFM2 DN 15–20 <sup>1)</sup> , VMV DN 15–40, t = 14 с/мм, 230 В	082G3001
	То же, 24 В	082G3002
AMV 13SU	Для клапанов AVQM DN 15, VM2 и VFM2 DN 15–20 <sup>1)</sup> , при обесточивании шток поднимается, t = 14 с/мм, 230 В	082G3042
	То же, 24 В	082G3043
ARV 152	Для клапанов VM2 и VFM2 DN 25–50, t = 15 с/мм, на 230 В	082G6007
	То же, на 24 В	082G6008
AMV 23SU	Для клапанов AVQM DN 20–50, VS2 DN 25, VM2 и VFM2 DN 25–50, при обесточивании шток поднимается, t = 15 с/мм, 230 В	082G3040
	То же, 24 В	082G3041
ARV 153	Для клапанов VM2 и VFM2 DN 15–50, t = 3 с/мм, 230 В	082G6011
	То же, 24 В	082G6012
AMV 25SU	Для клапанов AQT <sup>2)</sup> DN 40–100, при обесточивании шток поднимается, t = 11 с/мм, на 230 В	082H3040
	То же, 24 В	082H3039
AMV 25SD	Для клапанов VRB2 и VRG2 <sup>2)</sup> DN 15–50, при обесточивании шток опускается, t = 15 с/мм, на 220 В	082H3037
	То же, 24 В	082H3036
AME655	Для клапанов AFQM <sup>2)</sup> , VFM2 и VF3 DN 65–100, t = 4–6 с/мм, 230 В	082G3443
	То же, 24 В	082G3442
AMV 120NL	Для клапанов AQT DN 10–32, t = 12 с/мм, 24 В	082H8058
AMV 140H	Для VZL2, VZL3 и VZL4 DN 15–20, t = 12 с/мм, 230 В	082H8043
	То же, 24 В	082H8042
AMV 435	Для VRB2, VRG2, VRB3 и VRG3 DN 15–50, VF3 DN 15–50, t = 7,5 или 15 с/мм, 230 В	082H0163
	То же, 24 В	082H0162

<sup>1)</sup> VM2 DN 20 только с K<sub>v</sub> = 4 м<sup>3</sup>/ч.

<sup>2)</sup> Соединяются через адаптеры: AMV25SU с AQT; AMV25SD с VRB2 и VRG2; AME655 с AFQM.

## 3.2.2. Редукторный электропривод с аналоговым управлением серии AME

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AME 10	Для клапанов AVQM DN 15, VM2 и VFM2 DN 15–20 <sup>1)</sup> , VMV DN 15–40, t = 14 с/мм, 24 В	082G3005
AME 13SU	Для клапанов AVQM DN 15, VS2, VM2 и VFM2 DN 15–20 <sup>1)</sup> , при обесточивании шток поднимается, t = 14 с/мм, 24 В	082H3044
AME 435QM	Для клапанов AQT DN 40–100, t = 7,5/15 с/мм, на 24 В	082H0171
ARE 152	Для клапанов VM2, VFM2 DN 25–50, t = 15 с/мм, на 24 В	082G6015

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AME 23SU	Для клапанов AVQM DN 20–50, VM2, VFM2 DN 25–50, при обесточивании шток поднимается, $t = 15$ с/мм, 24 В	082G3042
ARE 153	Для клапанов VM2 и VFM2 DN 15–50, $t = 3$ с/мм, 24 В	082G6017
AME 25SU	Для клапанов AQT DN 40–100, при обесточивании шток поднимается, $t = 11$ с/мм, на 24 В	082H3041
AME 25SD	Для клапанов VRB2 и VRG2 <sup>2)</sup> DN 15–50, при обесточивании шток опускается, $t = 15$ с/мм, на 220 В	082H3038
AME655	Для клапанов AFQM <sup>2)</sup> , VFM2 и VF3 DN 65–100, $t = 4–6$ с/мм, 24 В	082G3442
AME 120NL	Для клапанов AQT DN 10–32, $t = 12$ с/мм, 24 В	082H8059
AME 140H	Для VZL2, VZL3 и VZL4 DN 15–20, $t = 12$ с/мм, 24 В	082H8047
AME 435	Для VRB2, VRG2, VRB3 и VRG3 DN 15–50, VF3 DN 15–50, $t = 7,5$ или 15 с/мм, 24 В	082H0161

<sup>1)</sup> VM2 DN 20 только с  $K_v = 4$  м<sup>3</sup>/ч.

<sup>2)</sup> Соединяются через адаптеры: AME 25SU с AQT; AME25SD с VRB2 и VRG2; AME655 с AFQM.

#### Бесперебойный источник питания для редукторных электрических приводов

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AM-PBU 25	Выходное напряжение 24 В, встроенный аккумулятор	082H7090

#### Адаптер для установки привода AME655 на клапан AFQM

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
	Для клапанов DN 65	065B3525
	Для клапанов DN 80–100	065B3526

## 4. Клапаны балансирующие

### 4.1. Клапаны балансирующие ручные

4.1.1. Клапан запорно-балансирующий, муфтовый, латунный, с дренажным краном и измерительным ниппелем, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120$  °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
MNT	DN 15, $K_{vs} = 1,6$ м <sup>3</sup> /ч	003Z2131
	DN 20, $K_{vs} = 2,5$ м <sup>3</sup> /ч	003Z2132
	DN 25, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч	003Z2133

4.1.2. Клапан балансирующий ручной, муфтовый, латунный, PN = 20 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120$  °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
MVT	DN 15 (LF), $K_{vs} = 2,5$ м <sup>3</sup> /ч	003Z4000
	DN 15, $K_{vs} = 3,0$ м <sup>3</sup> /ч	003Z4001
	DN 20, $K_{vs} = 6,0$ м <sup>3</sup> /ч	003Z4002
	DN 25, $K_{vs} = 9,53$ /ч	003Z4003
	DN 32, $K_{vs} = 18$ м <sup>3</sup> /ч	003Z4004
	DN 40, $K_{vs} = 26$ м <sup>3</sup> /ч	003Z4005
	DN 50, $K_{vs} = 40$ м <sup>3</sup> /ч	003Z4006

4.1.3. Клапан балансировочный ручной, фланцевый, чугунный, с измерительными ниппелями, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 130 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
MNF	DN 15, K <sub>vs</sub> = 3,1 м <sup>3</sup> /ч	003Z1085
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	003Z1086
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 9 м <sup>3</sup> /ч	003Z1087
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 15,5 м <sup>3</sup> /ч	003Z1088
	DN 40, K <sub>vs</sub> = 32,3 м <sup>3</sup> /ч	003Z1089
	DN 50, K <sub>vs</sub> = 53,8 м <sup>3</sup> /ч	003Z1061
	DN 65, K <sub>vs</sub> = 93,4 м <sup>3</sup> /ч	003Z1062
	DN 80, K <sub>vs</sub> = 122,3 м <sup>3</sup> /ч	003Z1063
	DN 100, K <sub>vs</sub> = 200 м <sup>3</sup> /ч	003Z1064
	DN 125, K <sub>vs</sub> = 304,4 м <sup>3</sup> /ч	003Z1065
	DN 150, K <sub>vs</sub> = 400,8 м <sup>3</sup> /ч	003Z1066
DN 200, K <sub>vs</sub> = 685,6 м <sup>3</sup> /ч	003Z1067	

## 4.2. Клапаны балансировочные автоматические

4.2.1. Клапан балансировочный автоматический, муфтовый, латунный, с дренажным краном, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
APT	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003L7611
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003L7612
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 4 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003L7613
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003L7614
	DN 40, K <sub>vs</sub> = 10 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003L7615

4.2.1. Клапан балансировочный автоматический, чугунный, с наружной резьбой, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
APT	DN 50, K <sub>vs</sub> = 20 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003Z0621
	DN 50, K <sub>vs</sub> = 20 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,35–0,75 бар	003Z0631
	DN 50, K <sub>vs</sub> = 20 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,6–1 бар	003Z0641

4.2.3. Клапан балансировочный автоматический, фланцевый, чугунный, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
APF	DN 65, K <sub>vs</sub> = 30 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003Z5753
	DN 65, K <sub>vs</sub> = 30 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,35–0,75 бар	003Z5763
	DN 65, K <sub>vs</sub> = 30 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,6–1 бар	003Z5773
	DN 80, K <sub>vs</sub> = 48 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003Z5754
	DN 80, K <sub>vs</sub> = 48 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,35–0,75 бар	003Z5764
	DN 80, K <sub>vs</sub> = 48 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,6–1 бар	003Z5774
	DN 100, K <sub>vs</sub> = 76 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,2–0,4 бар	003Z5755
	DN 100, K <sub>vs</sub> = 76 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,35–0,75 бар	003Z5765
	DN 100, K <sub>vs</sub> = 76 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,6–1 бар	003Z5775

4.2.4. Клапан запорный (для присоединения к трубопроводу импульсной трубки клапанов АРТ), муфтовый, латунный, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
CDT	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч	003Z7691
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч	003Z7692
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 4 м <sup>3</sup> /ч	003Z7693
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	003Z7694
	DN 40, K <sub>vs</sub> = 10 м <sup>3</sup> /ч	003Z7695
	DN 50, K <sub>vs</sub> = 16 м <sup>3</sup> /ч	003Z7702

4.2.5. Клапан запорно-балансировочный (для присоединения к трубопроводу импульсной трубки клапанов АРТ) в комплекте с двумя измерительными ниппелями, муфтовый, латунный, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
CNT	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч	003Z7641
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч	003Z7642
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 4,0 м <sup>3</sup> /ч	003Z7643
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	003Z7644
	DN 40, K <sub>vs</sub> = 10,0 м <sup>3</sup> /ч	003Z7645

4.2.6. Клапан запорно-балансировочный (для присоединения к трубопроводу импульсной трубки клапанов АРТ<sup>1)</sup>) в комплекте с двумя измерительными ниппелями и сливным краном, муфтовый, латунный, PN = 20 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
ASV-BD	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч	003L7641
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч	003L7642
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 4,0 м <sup>3</sup> /ч	003L7643
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч	003L7644
	DN 40, K <sub>vs</sub> = 10,0 м <sup>3</sup> /ч	003L7645

<sup>1)</sup> Совместно с клапаном APF DN 65-100 для присоединения импульсной трубки вместо CDT, CNT или ASV-BD применяется клапан MNF.

Комплект фитингов с накидной гайкой для соединения с трубопроводом клапана CDT, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 120 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Под приварку, стальные	DN 50	003Z0272
С наружной резьбой, латунные	DN 50	003Z0274

## 5. Гидравлические регуляторы перепада давлений

### 5.1. Моноблочные регуляторы перепада давлений серии DPR

5.1.1. Регулятор перепада давлений для обратного трубопровода, бронзовый, с внешней резьбой, PN = 16 бар, T<sub>макс.</sub> = 150 °C

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
DPR	DN 15, K <sub>vs</sub> = 1,6 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,8–1,6 бар	003H6212
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 2,5 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,8–1,6 бар	003H6213
	DN 15, K <sub>vs</sub> = 4 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,8–1,6 бар	003H6214
	DN 20, K <sub>vs</sub> = 6,3 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,8–1,6 бар	003H6215
	DN 25, K <sub>vs</sub> = 8 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,8–1,6 бар	003H6216
	DN 32, K <sub>vs</sub> = 10 м <sup>3</sup> /ч, ΔP <sub>пер.</sub> = 0,8–1,6 бар	003H6217



5.1.2. Регулятор перепада давлений для подающего трубопровода, бронзовый, с внешней резьбой, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
DPR	DN 15, $K_{vs} = 1,6\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6325
	DN 15, $K_{vs} = 2,5\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6326
	DN 15, $K_{vs} = 4\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6327
	DN 20, $K_{vs} = 6,3\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6328
	DN 25, $K_{vs} = 8\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6329

5.1.3. Регулятор перепада давлений для обратного трубопровода, фланцевый, чугунный, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
DPR	DN 15, $K_{vs} = 4\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6351
	DN 20, $K_{vs} = 6,3\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6352
	DN 25, $K_{vs} = 8\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6353
	DN 32, $K_{vs} = 12,5\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6354
	DN 40, $K_{vs} = 16\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6355
	DN 50, $K_{vs} = 20\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6356

5.1.4. Регулятор перепада давлений для подающего трубопровода, фланцевый, чугунный, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
DPR	DN 15, $K_{vs} = 4\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6375 <sup>1)</sup>
	DN 20, $K_{vs} = 6,3\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6376 <sup>1)</sup>
	DN 25, $K_{vs} = 8\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6377 <sup>1)</sup>
	DN 32, $K_{vs} = 12,5\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6378
	DN 40, $K_{vs} = 16\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6379
	DN 50, $K_{vs} = 20\text{ м}^3/\text{ч}$ , $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3\text{--}2\text{ бар}$	003Н6380

<sup>1)</sup> Требуется два комплекта импульсных трубок (для остальных регуляторов DPR — одна трубка).

## Комплект импульсной трубки для регулятора DPR

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AV	$\varnothing 6 \times 1\text{ мм}$ , $L = 1500\text{ мм}$ , с фитингом $R\ 1/2''$	003Н6854

Комплект присоединительных фитингов (2 шт.) для резьбовых регуляторов DPR, с накидной гайкой, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
С наружной резьбой, латунные	DN 15	003Н6902
	DN 20	003Н6903
	DN 25	003Н6904
	DN 32	003Н6905
Под приварку, стальные	DN 15	003Н6908
	DN 20	003Н6909
	DN 25	003Н6910
	DN 32	003Н6911

## 5.2. Составные регуляторы перепада давлений серии AFP

5.2.1. Клапан регулятора перепада давлений для подающего и обратного трубопроводов фланцевый, чугунный, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150 \text{ }^\circ\text{C}^1$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VFG2	DN 65, $K_{vs} = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z = 0,5$	065B2394
	DN 80, $K_{vs} = 80 \text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z = 0,45$	065B2395
	DN 100, $K_{vs} = 125 \text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z = 0,4$	065B2396
	DN 125, $K_{vs} = 160 \text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z = 0,35$	065B2397
	DN 150, $K_{vs} = 280 \text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z = 0,3$	065B2398
	DN 200, $K_{vs} = 320 \text{ м}^3/\text{ч}$ , $Z = 0,2$	065B2399

<sup>1)</sup>  $T_{\text{макс.}} = 140 \text{ }^\circ\text{C}$  для VFG2 DN 150.

5.2.2. Регулирующий блок для регулятора перепада давлений AFP

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AFP-9	$\Delta P_{\text{пер.}} = 0,5\text{--}3 \text{ бар}$	003G1015

5.2.3. Комплект импульсной трубки для регулятора AFP

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
AF <sup>1)</sup>	$\varnothing 10 \times 1 \text{ мм}$ , $L = 1500 \text{ мм}$ , с фитингом R 1/4"	003G1391

<sup>1)</sup> Требуется два комплекта трубок.

## 6. Трубопроводная арматура

### 6.1. Запорно-спускная арматура

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

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
BVR	DN 15, $K_{vs} = 15 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8207
	DN 20, $K_{vs} = 28 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8208
	DN 25, $K_{vs} = 39 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8209
	DN 32, $K_{vs} = 84 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8210
	DN 40, $K_{vs} = 165 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8211
	DN 50, $K_{vs} = 243 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8212

6.1.2. Кран шаровой запорный с клапаном для выпуска воздуха, муфтовый, латунный, PN = 40 бар,  $T_{\text{макс.}} = 110 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
BVR-D	DN 15, $K_{vs} = 15 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8216
	DN 20, $K_{vs} = 28 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8217
	DN 25, $K_{vs} = 39 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8218
	DN 32, $K_{vs} = 84 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8219
	DN 40, $K_{vs} = 165 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8220
	DN 50, $K_{vs} = 243 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8221

6.1.3. Кран шаровой спускной, латунный, с наружной резьбой, с насадкой для шланга, PN = 10 бар,  $T_{\text{макс.}} = 110 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
BVR-C	DN 15, $K_{vs} = 1,9 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8200
	DN 20, $K_{vs} = 6,0 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8201
	DN 25, $K_{vs} = 12,1 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8202

6.1.4. Кран шаровой запорный, муфтовый, из нержавеющей стали, PN = 69 бар,  $T_{\text{макс.}} = 230 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
X1666	DN 15, $K_{vs} = 13,2 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5211
	DN 20, $K_{vs} = 17 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5212
	DN 25, $K_{vs} = 30,2 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5213

6.1.5. Кран шаровой запорный, фланцевый, стальной, с рукояткой  $T_{\text{макс.}} = 180 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
JiP-FF	DN 15, PN 40 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 11 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0300
	DN 20, PN 40 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 15 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0305
	DN 25, PN 40 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 26 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0310
	DN 32, PN 40 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 411 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0315
	DN 40, PN 40 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 96 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0320
	DN 50, PN 40 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 112 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0325
	DN 65, PN 16 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N4282
	DN 80, PN 16 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 470 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N4287
	DN 100, PN 16 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 640 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0240
	DN 125, PN 16 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 1080 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0845
	DN 150, PN 16 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 1490 \text{ м}^3/\text{ч}$	065N0850
	DN 200, PN 16 <sup>1)</sup> , $K_{vs} = 2300 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B0855

<sup>1)</sup> Кран DN 15–50 поставляется с фланцами на PN = 25 бар.

6.1.6. Затвор поворотный дисковый, межфланцевый из высокопрочного чугуна с рукояткой, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
VFY-WH (SYLAX)	DN 25	065N7350
	DN 32/40	065N7351
	DN 50	065N7352
	DN 65	065N7353
	DN 80	065N7354
	DN 100	065N7355
	DN 125	065N7356
	DN 150	065N7357

6.1.7. Автоматический воздухоотводчик латунный с наружной резьбой, PN = 10 бар,  $T_{\text{макс.}} = 110 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Airvent	DN 15	065B8223

## 6.2. Фильтры сетчатые

6.2.1. Фильтр сетчатый, муфтовый, латунный со спускным краном, PN = 25 бар,  $T_{\text{макс.}} = 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FVR-D	DN 15, $K_{vs} = 4,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8241
	DN 20, $K_{vs} = 7,9 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8242
	DN 25, $K_{vs} = 11,2 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8243
	DN 32, $K_{vs} = 17,0 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8244
	DN 40, $K_{vs} = 24,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8345
	DN 50, $K_{vs} = 36,0 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8246

6.2.2. Фильтр сетчатый, муфтовый, из нержавеющей стали с пробкой, PN = 50 бар  $T_{\text{макс.}} = 175 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Y666	DN 15, $K_{vs} = 1,03 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5273
	DN 20, $K_{vs} = 5,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5274
	DN 25, $K_{vs} = 8,7 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5275
	DN 32, $K_{vs} = 13,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5276
	DN 40, $K_{vs} = 19,34 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5277
	DN 50, $K_{vs} = 30,21 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B5278

6.2.3. Фильтр сетчатый, фланцевый, чугунный с пробкой, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FVF	DN 15, $K_{vs} = 5,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7740
	DN 20, $K_{vs} = 9,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7741
	DN 25, $K_{vs} = 16,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7742
	DN 32, $K_{vs} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7743
	DN 40, $K_{vs} = 33 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7744
	DN 50, $K_{vs} = 54 \text{ м}^3/\text{ч}$	65B7745
	DN 65, $K_{vs} = 95 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7746
	DN 80, $K_{vs} = 140 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7747
	DN 100, $K_{vs} = 201 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7748
	DN 125, $K_{vs} = 340 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7749
	DN 150, $K_{vs} = 526 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7750
	DN 200, $K_{vs} = 870 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B7751

Магнитная вставка для фильтров FVF

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FVF-M	DN 15–20	065B7790
	DN 25–32	065B7791
	DN 40	065B7792
	DN 50	065B7793
	DN 65	065B7794
	DN 80	065B7795
	DN 100–125	065B7796
	DN 150	065B7797
	DN 200	065B7798
	DN 250	065B7799
	DN 300	065B7800

Дренажный кран для фильтра FVF, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
FVF-B	DN 10 для FVF, DN 15–50	065B7802
	DN 15 для FVF, DN 65–300	065B7801

### 6.3. Клапаны обратные

#### 6.3.1. Клапан обратный, пружинный, муфтовый, латунный, $T_{\text{макс.}} = 110 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
NRV EF	DN 15, PN 25, $K_{vs} = 4 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8224
	DN 20, PN 25, $K_{vs} = 8 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8225
	DN 25, PN 25, $K_{vs} = 10,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8226
	DN 32, PN 18, $K_{vs} = 18 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8227
	DN 40, PN 18, $K_{vs} = 24 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8228
	DN 50, PN 18, $K_{vs} = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$	065B8229

#### 6.3.2. Клапан обратный пружинный, фланцевый, чугунный, $T_{\text{макс.}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
402	DN 40, PN 16, $K_{vs} = 47 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2281
	DN 50, PN 16, $K_{vs} = 99 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2282
	DN 65, PN 16, $K_{vs} = 159 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2283
	DN 80, PN 16, $K_{vs} = 222 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2284
	DN 100, PN 16, $K_{vs} = 396 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2285
	DN 125, PN 16, $K_{vs} = 619 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2226
	DN 150, PN 16, $K_{vs} = 890 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2227
	DN 200, PN 10, $K_{vs} = 1120 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2229

<sup>1)</sup> Клапаны DN 200 поставляются с фланцами PN = 10 бар.

#### 6.3.3. Клапан обратный пружинный, тарельчатый, межфланцевый, из нержавеющей стали, PN = 40 бар, $T_{\text{макс.}} = 350 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
812	DN 15, $K_{vs} = 4,3 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2420
	DN 20, $K_{vs} = 7,8 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2421
	DN 25, $K_{vs} = 12,4 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2422

#### 6.3.4. Клапан обратный пружинный, тарельчатый, межфланцевый, латунный, PN = 16 бар, $T_{\text{макс.}} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
802	DN 32, $K_{vs} = 18 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2413
	DN 40, $K_{vs} = 28 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2414
	DN 50, $K_{vs} = 40,1 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2415

#### 6.3.5. Клапан обратный пружинный, тарельчатый, межфланцевый, чугунный, PN = 16 бар, $T_{\text{макс.}} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
802	DN 65, $K_{vs} = 72,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2416
	DN 80, $K_{vs} = 111 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2417
	DN 100, $K_{vs} = 182 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2418
	DN 125, $K_{vs} = 302 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2439
	DN 150, $K_{vs} = 370 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2440
	DN 200, $K_{vs} = 546 \text{ м}^3/\text{ч}$	149B2441

#### 6.4. Сильфонные компенсаторы

6.4.1. Сильфонный компенсатор Danfoss из нержавеющей стали, с внутренней гильзой, с патрубками под приварку, PN = 16 бар,  $T_{\text{макс.}} = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Danfoss	DN 15, $\delta = \pm 16$ мм	193B4034
	DN 20, $\delta = \pm 18$ мм	193B4035
	DN 25, $\delta = \pm 20$ мм	193B4036
	DN 32, $\delta = \pm 20$ мм	193B4037
	DN 40, $\delta = \pm 18$ мм	193B4038
	DN 50, $\delta = \pm 32$ мм	193B4039
	DN 65, $\delta = \pm 40$ мм	193B4040
	DN 80, $\delta = \pm 32$ мм	193B4041
	DN 100, $\delta = \pm 40$ мм	193B4042

6.4.2. Сильфонный компенсатор Danfoss из нержавеющей стали с внутренней гильзой и наружным защитным кожухом, с патрубками под приварку, PN = 10 бар,  $T_{\text{макс.}} = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание и технические характеристики	Кодовый номер
Danfoss	DN 15, $\delta = \pm 16$ мм	193B4000
	DN 15, $\delta = \pm 32$ мм	193B4001
	DN 20, $\delta = \pm 20$ мм	193B4002
	DN 20, $\delta = \pm 40$ мм	193B4003
	DN 25, $\delta = \pm 18$ мм	193B4004
	DN 25, $\delta = \pm 32$ мм	193B4005
	DN 32, $\delta = \pm 18$ мм	193B4006
	DN 32, $\delta = \pm 40$ мм	193B4007
	DN 40, $\delta = \pm 18$ мм	193B4008
	DN 40, $\delta = \pm 32$ мм	193B4009
	DN 50, $\delta = \pm 24$ мм	193B4010
	DN 50, $\delta = \pm 40$ мм	193B4011
	DN 65, $\delta = \pm 20$ мм	193B4012
	DN 65, $\delta = \pm 40$ мм	193B4013
	DN 80, $\delta = \pm 20$ мм	193B4014
	DN 80, $\delta = \pm 40$ мм	193B4015
	DN 100, $\delta = \pm 24$ мм	193B4016
	DN 100, $\delta = \pm 40$ мм	193B401







Таблица сочетаний трехходовых регулирующих клапанов и электрических приводов для центральных ОВУ

		Технические характеристики		Электрические приводы		Редукторные	
						AMV (AME) 10	AMV (AME) 435
Напряжение питания 24 В пер. тока		√		√		√	
Напряжение питания 230 В пер. тока		AMV		AMV		AMV	
Потребляемая мощность, Вт		2,15(4) <sup>1)</sup>		2(4,5) <sup>1)</sup>		16,1	
Трехпозиционный управляющий сигнал		√		√		√	
Аналоговый управляющий сигнал		AME		AME		AME	
Потенциометр как дополнительная принадлежность к приводам типа AMV		или 1 шт.		или 1 шт.		Встроен. 1 шт.	
Блок конечных выключателей как дополнительная принадлежность к приводам типа AMV		или 1 шт.		или 1 шт.		Встроен. 1 шт.	
Время перемещения штока на 1 мм, с/мм		14		7,5/15		4/6	
Усилие Н		300		400		2000	
Ход штока, мм		5		20		50	
Регулирующие клапаны							
PN, бар	T °C; среда	Тип	DN, мм	Ход штока, мм	Пропускная способность K <sub>v</sub> , м <sup>3</sup> /ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане ΔP <sub>кп</sub> , преодолеваемый электрическим приводом, бар	
16	2-120; вода	VMV	15	2	2,5	0,6	
			20	2,1	4	0,5	
			25	2,6	6,3	0,3	
			32	3,1	10	0,2	
			40	3,3	12	0,2	
16	(-10) <sup>2)</sup> 2-130; вода или 50 %-ный раствор гликоля	VRB3	15	10	0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4		4
			20		6,3		4
			25		10		4
			32	15	16		4
			40		25		4
16	(-10) <sup>2)</sup> 2-130; вода или 50 %-ный раствор гликоля	VRG3	15	10	0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4		4
			20		6,3		4
			25		10		4
			32	15	16		4
			40		25		4
16	(-10) <sup>2)</sup> 2-130 (150 °C для DN 65-100) вода или 50 %-ный раствор гликоля	VF3	15		0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4		4
			20		6,3		4
			25	15	10		4
			32		16		4
			40		25		4
16	(-10) <sup>2)</sup> 2-130 (150 °C для DN 65-100) вода или 50 %-ный раствор гликоля	VF3	50		40		4
			65	20	63		2,5
			80		100		2,5
			100	30	145		2,5

<sup>1)</sup> В скобках — потребляемая мощность привода AME.

<sup>2)</sup> В скобках — температура для раствора гликоля.

Таблица сочетаний двухпозиционных проходных клапанов с электрическими приводами для воздушно-отопительных агрегатов и тепловых завес

Электрические приводы						
Технические характеристики					Редукторный для AMZ 112	
Напряжение питания 230 В пер. тока					√	
Потребляемая мощность, Вт					7,5	
Двухпозиционный (2) или трехпозиционный управляющий сигнал					2	
Время полного поворота штока, с					30	
Момент, Нм					8	
Угол поворота, гр.					90	
Регулирующие клапаны						
PN, бар	T, °C; среда	Тип	DN, мм	Ход штока, мм	Пропускная способность $K_{vs}$ , м <sup>3</sup> /ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане $\Delta P_{кл.}$ , преодолеваемый электрическим приводом, бар
Шаровой поворотный проходной						
16	0-130; вода	AMZ112	15	-	17	2
			20	-	41	2
			25	-	68	2

Таблица сочетаний регулирующих клапанов и электрических приводов для местных отопительно-охладительных установок (фэнкойлов)

Электрические приводы										
Технические характеристики				термоэлектрические			редукторные			
				TWA-Z, NO(NC) <sup>1)</sup>	ABNM, NC <sup>1)</sup>	TWA-A, NO(NC) <sup>1)</sup>	AMV (AME) 120NL	AMV (AME) 140H		
Напряжение питания 24 В пер. тока				√	√	√	√			√
Напряжение питания 230 В пер. тока				√		√				AMV
Потребляемая мощность, Вт				2	1,5	2	1			1(1,3); 7 <sup>2)</sup>
Двухпозиционный (2) или трехпозиционный управляющий сигнал				2		2				AMV
Аналоговый управляющий сигнал					√					AME
Защитная функция										
Потенциометр как дополнительная принадлежность к приводам типа AMV										
Блок концевых выключатель как дополнительная принадлежность к приводам типа AMV										
Время перемещение штока на 1 мм, с/мм (полное перемещение штока, мин. или с)				(3 мин.)	(30 с)	(3 мин.)	12			12
Усилие, Н				90	90	90	130			200
Ход штока, мм				2,8	3,5	2,8	5			5,5
Регулирующие клапаны										
PN, бар	T, °C; среда	Тип	DN, мм	Ход штока, мм	Пропускная способность $K_{vs}$ , м <sup>3</sup> /ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане $\Delta P_{кл.}$ , преодолеваемый электрическим приводом, бар				
Комбинированные седельные проходные										
16	(-10) <sup>3)</sup> 2–120; вода и 30 %-ный раствор гликоля	AQT	10	2,25	55–275 (165) <sup>4)</sup>	4	4		4	
			15		90–450 (270) <sup>4)</sup>	4	4		4	
			20		180–900 (540) <sup>4)</sup>	4	4		4	
			25	4,5	340–1700 (1020) <sup>4)</sup>	4	4		4	
			32		640–3200 (1920) <sup>4)</sup>	4	4		4	
Седельные проходные										
10	2–120; вода	RTR-N	10		0,04–0,56			0,6		
			15		0,04–0,73			0,6		
			20		0,1–1,04			0,6		
			25		0,1–1,04			0,6		
10	2–120; вода	RA-C	15		0,3–0,9			0,6		
			20		0,8–2,6			0,6		
16	2–120; вода или 50 %-ный раствор гликоля	VZL2	15	2,8	0,25; 0,4; 0,63	2,5				2,5
					1,0; 1,6	2				2
					2,5; 3,5	1				1
Седельные трехходовые										
16	2–120; вода или 50 %-ный раствор гликоля	VZL3	15	2,8	0,25; 0,4; 0,63	2,5				2,5
			20		1,0; 1,6	2				2
		VZL4	65	20	2,5; 3,5	1				1
		80	63		4,5	3				
		100	30		100	3	2			
					145	1,5	1			

<sup>1)</sup> NO — нормально открытый, NC — нормально закрытый.<sup>2)</sup> Первая цифра без скобок — потребляемая мощность для AMV на 24 В, вторая цифра без скобок — для AMV на 230 В; в скобках — потребляемая мощность привода AME.<sup>3)</sup> В скобках — температура для раствора гликоля.<sup>4)</sup> В скобках — максимальный расход при установке на AQT термоэлектрических приводов.

**Таблица для выбора сочетаний регулирующих клапанов и термостатических приводов прямого действия для местных отопительно-охладительных установок (фэнкойлов)**

Термостатические элементы												
Технические характеристики				FEV-Z	FEV-IF	FEV-FF	FEK-IF	FEK-FF	FED-IF	FED-FF		
Со встроенным температурным датчиком				√	√		√		√			
С дистанционным температурным датчиком						√		√		√		
Для воздухоохладителя							√	√				
Для воздушонагревателя				√	√	√						
Для воздухоохладителя и воздушонагревателя четырехтрубных систем									√	√		
Диапазон температурной настройки 17–27 °С				√	√	√	√	√	√	√		
Длина капиллярной трубки, м				8	5	2 + 2	5	2 + 2	4 + 11	2 + 2 + 2		
Регулирующие клапаны												
PN, бар	T, °С; среда	Тип	DN, мм	Ход штока, мм	Пропускная способность Kv, м <sup>3</sup> /ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане ΔP <sub>кл.</sub> , преодолеваемый термостатическим элементом						
Седельные проходные												
10	2–120; вода	RTR-N <sup>4)</sup>	10	2,25	0,04–0,56		0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>			0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>
			15		0,04–0,73		0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>			0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>
			20		0,1–1,04		0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>			0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>
			25		0,1–1,04		0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>			0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>
10	2–120; вода	RA-C <sup>5)</sup>	15	2,25	0,3–0,9				0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>
			20		0,8–2,6				0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>2)</sup>
16	10–120; вода	AQT <sup>4)</sup>	10	2,25	30–120 <sup>1)</sup>	4 <sup>3)</sup>						
			15		50–200 <sup>1)</sup>	4 <sup>3)</sup>						
			20		100–400 <sup>1)</sup>	4 <sup>3)</sup>						
			25		340–1700 <sup>1)</sup>	4 <sup>3)</sup>						

<sup>1)</sup> Диапазон расхода теплоносителя, кг/ч.

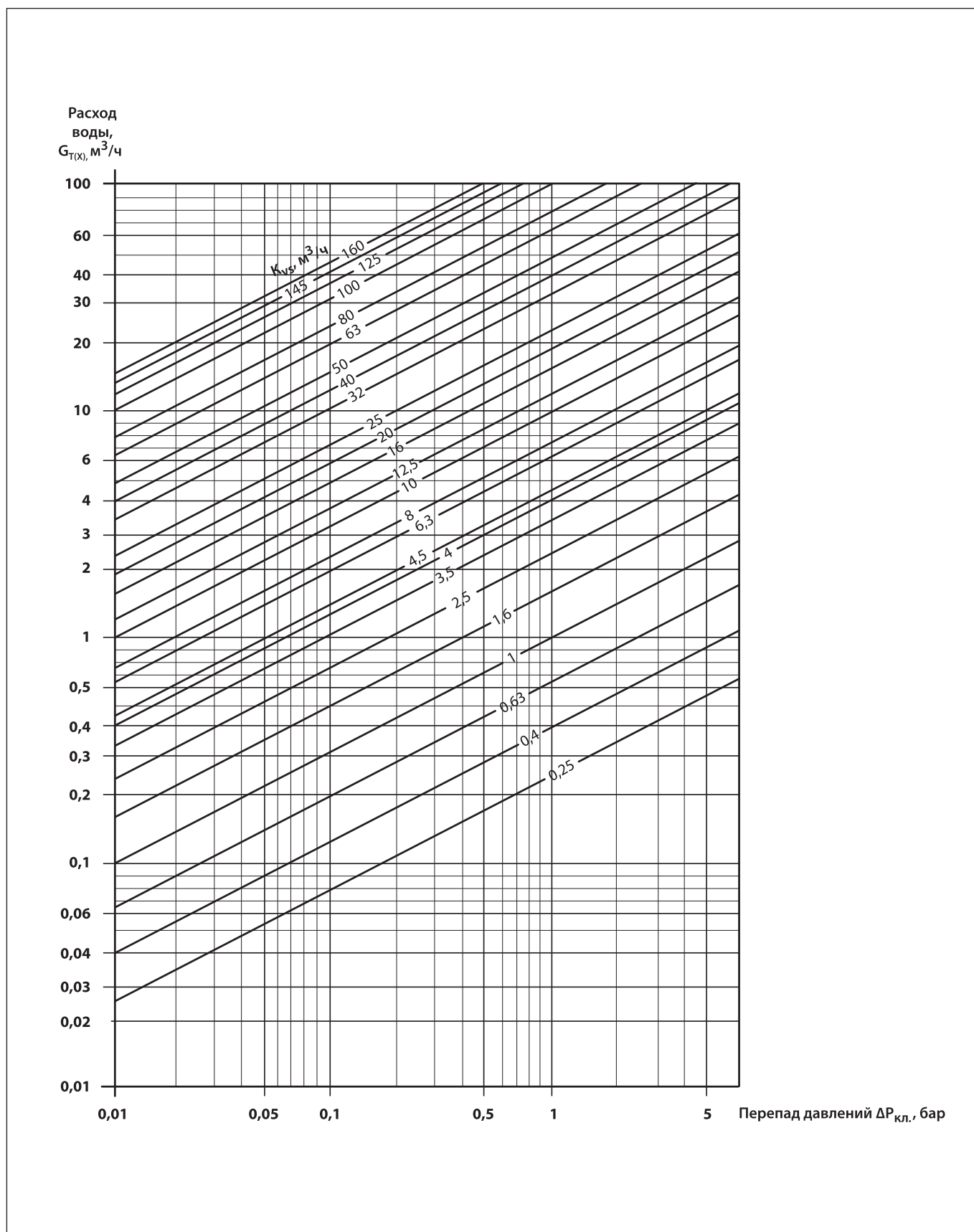
<sup>2)</sup> Рекомендуемый диапазон ΔP<sub>кл.</sub> от 0,1 до 0,3 бар.

<sup>3)</sup> Минимальный перепад давлений на клапане AQT ΔP<sub>кл.</sub> = 0,16 бар.

<sup>4)</sup> Для воздушонагревателей.

<sup>5)</sup> Для воздухоохладителей.

Приложение 4. Номограмма для выбора регулирующих клапанов



## Приложение 5. Гидравлические характеристики элементов трубопроводных систем

### 1. Характеристики гидравлического сопротивления

#### 1.1. Трубопроводы из стальных водогазопроводных (обыкновенных) труб

DN, мм	15	20	25	32	40	50
$(S \cdot 10^4)_{L=1м}, \text{Па}/(\text{кг}/\text{ч})^2$	33,41	7,5	1,9	0,48	0,25	0,065
$(S \cdot 10^4)_{\zeta=1}, \text{Па}/(\text{кг}/\text{ч})^2$	10,42	3,13	1,17	0,38	0,165	0,085

#### 1.2. Трубопроводы из стальных электросварных труб

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

#### 1.2.3. Трубопроводы из медных труб

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

#### 1.2.4. Трубопроводы из пластиковых и металлопластиковых труб

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

### 2. Коэффициенты местных сопротивлений

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

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

## Приложение 6. Диапазоны расхода энергоносителя в трубопроводной сети

Условный проход трубопровода DN, мм	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
Диапазон расхода тепло- или холодоносителя $G, \text{м}^3/\text{ч}^{(1)}$	0,19–0,76	0,34–1,36	0,53–2,12	0,87–3,48	1,35–5,42	2,12–8,48	3,58–14,32	5,42–21,70	8,48–33,92	13,24–52,98	19,07–76,30	33,91–135,64

<sup>1)</sup> Минимальное значение расхода при скорости энергоносителя в трубопроводе  $v = 0,3 \text{ м/с}$ , максимальное — при  $v = 1,2 \text{ м/с}$ .

## Приложение 7. Предельный расход энергоносителя в патрубках регулирующих клапанов

Условный проход патрубка регулирующего клапана DN, мм	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Предельный расхода тепло- или холодоносителя $G_{пр}, \text{м}^3/\text{ч}^{(1)}$	2,23/3,18	3,96/5,65	6,18/8,83	10,13/14,47	15,82/22,61	24,73/35,33	41,79/59,70	63,30/90,43	98,91/141,30

<sup>1)</sup> В числителе — при скорости энергоносителя в патрубке клапана  $v = 3,5 \text{ м/с}$ , в знаменателе — при  $v = 5 \text{ м/с}$ .

## Приложение 8. Физические величины

1. Таблица зависимостей  $K_v$ ,  $\Delta P$ ,  $G$ 

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

## 2. 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 (паскаль)	$10^{-5}$	1	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-6}$	$10^{-2}$
1 кПа (килопаскаль)	$10^{-2}$	$10^3$	1	10	$10^{-3}$	10
1 гПа (гектопаскаль)	$10^{-3}$	$10^2$	$10^{-1}$	1	$10^{-4}$	1
1 МПа (мегапаскаль)	10	$10^6$	$10^3$	$10^4$	1	$10^4$
1 мбар (милибар)	$10^{-3}$	$10^2$	$10^{-1}$	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. Своды правил по проектированию и строительству: СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. — М.: Изд. ФГУП ЦПП, 2002.
4. Радиаторные терморегуляторы и трубопроводная арматура для систем водяного отопления: Каталог. VD.53.P23.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2018.
5. Балансировочные клапаны: Каталог. RC.08.A21.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2017.
6. Регулирующие клапаны и электрические приводы: Каталог. RC.08.V11.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2018.
7. Гидравлические регуляторы температуры, давления и расхода: Каталог. RC.08.H13.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2018.
8. Трубопроводная арматура: Каталог. RC.16.A20.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2018.
9. Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах централизованного теплоснабжения зданий: Пособие. RB.00.H9.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2016.
10. Стандартные автоматизированные блочные тепловые пункты фирмы Danfoss: Пособие. RB.00.S7.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2015.
11. Паяные пластинчатые теплообменники: Каталог. RC.08.HE8.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2016.
12. Средства учета тепловой энергии: Каталог. RC.08.HM11.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2018.
13. Электронные регуляторы, диспетчеризация и электрические средства управления: Каталог. RC.08.E10.50. — М.: Изд. ООО «Данфосс», 2016.
14. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. — М.: Стройиздат, 1982.
15. Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. — М.: Евроклимат, 2003.
16. Бромлей М.Ф. Гидравлические машины и холодильные установки. — М.: Стройиздат, 1971.
17. Кокорин О.Я. Установки кондиционирования воздуха. — М.: Машиностроение, 1978.
18. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Высшая школа, 1971.
19. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. — К.: Таки справы, 2005.