



Применение  
средств автоматизации Danfoss  
в тепловых пунктах систем  
централизованного теплоснабжения зданий

Пособие

Москва  
ООО «Данфосс»  
2013

Настоящее пособие «Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий» RB.00.H7.50, выпущено взамен RB.00.H6.50 в связи с изменением номенклатуры приборов и устройств, производимых компанией в настоящее время.

В пособии освещены особенности проектирования тепловых пунктов, отвечающих современным требованиям по обеспечению комфортных условий жизни и деятельности человека, экономии энергоресурсов и необходимости их учета. В работе представлены оптимальные технологические схемы тепловых пунктов, дан обзор предлагаемого для применения оборудования и средств автоматизации Danfoss, приведены рекомендации по их выбору со вспомогательными материалами и примерами.

Пособие предназначено для специалистов проектных, монтажно-наладочных, эксплуатирующих и теплоснабжающих организаций, а также для преподавателей и студентов строительных вузов и техникумов.

Переработано инженером ООО «Данфосс» В. В. Невским при непосредственном участии К.Ф. Волыхина, А. М. Малахова, К. В. Мартынова, С. В. Самородова, Д. А. Сидоркина.

**Замечания и предложения будут приняты с благодарностью.  
Просим их направлять по электронной почте: [VVN@danfoss.ru](mailto:VVN@danfoss.ru).**

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

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>6</b>
<b>Введение .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Принципиальные технологические схемы тепловых пунктов .....</b>	<b>9</b>
Основные требования к функциональным узлам теплового пункта .....	10
<b>2. Приборы и устройства Danfoss для оснащения автоматизированных тепловых пунктов .....</b>	<b>18</b>
2.1. Электронные регуляторы температуры серии ECL Comfort .....	18
2.2. Температурные датчики .....	24
2.3. Регулирующие клапаны с электроприводами .....	25
2.4. Гидравлические регуляторы давления .....	27
2.4.1. Моноблочные регуляторы .....	27
2.4.2. Составные регуляторы .....	28
2.5. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование .....	29
2.5.1. Водоподогреватели .....	29
2.5.2. Блочные тепловые пункты .....	29
2.5.3. Трубопроводная арматура .....	32
<b>3. Рекомендации по автоматизации узлов присоединения систем отопления, вентиляции и ГВС .....</b>	<b>33</b>
3.1. Системы отопления .....	33
3.2. Системы горячего водоснабжения .....	35
3.3. Отопление и горячее водоснабжение (комбинированное управление двумя системами от одного регулятора ECL Comfort) .....	36
3.4. Теплоснабжение вентиляционных установок .....	37
<b>4. Подбор клапанов регулирующих устройств .....</b>	<b>37</b>
4.1. Пропускная способность .....	37
4.2. Расчетный расход теплоносителя .....	38
4.3. Расчетный перепад давлений .....	38
<b>Приложения .....</b>	<b>42</b>
Приложение 1. Условные обозначения .....	42
Приложение 2. Регулирующие клапаны и электрические приводы, рекомендуемые для применения в тепловых пунктах .....	43
Приложение 3. Максимально допустимые перепады давлений на регулирующих клапанах в комбинации с электрическими приводами .....	44
Приложение 4. Перечень рекомендуемых приборов и устройств Danfoss для оснащения тепловых пунктов .....	46
1. Электронные регуляторы температуры .....	46
2. Клапаны регулирующие .....	47
3. Электроприводы .....	50
4. Гидравлические регуляторы перепада давлений .....	50
5. Соленоидные (электромагнитные) клапаны .....	51
6. Электроконтактные реле давления (прессостаты) .....	52
7. Балансировочные клапаны .....	52
8. Трубопроводная арматура .....	53
9. Теплосчетчик Sonometer 2000 .....	57
Приложение 5. Избыточное давление насыщенных водяных паров (по данным ВТИ) .....	59
Приложение 6. Таблица зависимостей Kv, ΔP и G .....	59
Приложение 7. Таблица перевода единиц давления (перепада давлений) .....	59
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>60</b>

# Предисловие

Рубеж XXI века ознаменован значительным прогрессом в применении эффективных технологий при капитальном строительстве.

Этот процесс, в частности, затронул системы инженерного обеспечения зданий – теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования, холодного и горячего водоснабжения. Причиной их совершенствования явились стремления к созданию наиболее комфортных условий для жизнедеятельности человека, экономии энергетических ресурсов и сохранению окружающей среды.

Достижение намеченных целей и решение поставленных задач стало возможным с появлением на российском строительном рынке высокоэффективного санитарно-технического оборудования. Однако его использование требует дополнительных знаний и навыков при проектировании, монтаже,

наладке и эксплуатации инженерных систем.

Вместе с тем, издание учебно-методической литературы в России и корректировка нормативной базы в строительстве не поспевают за изменениями технологий, из-за чего уровень квалификации инженерно-технических работников не соответствует требованиям сегодняшнего дня. Это приводит к ошибкам в принимаемых технических решениях и просчетам при выборе новых устройств, что не только создает негативное отношение к их производителю, но и дискредитирует саму идею необходимости применения современной техники.

В этой связи, для технической подготовки специалистов компания «Данфосс» издает серию пособий, отражающих особенности применения ее продукции в системах тепло- и холодоснабжения зданий.

*Danfoss – международный концерн со штаб-квартирой в Дании (г. Нордборг), являющийся крупнейшим производителем средств автоматизации для систем теплоснабжения зданий, заводы которого находятся во многих странах мира. В России Danfoss представляет его отделение – российская компания ООО «Данфосс».*

*В настоящее время компания производит в Московской области радиаторные терморегуляторы и распределительные шкафы для систем отопления зданий, стальные шаровые краны типа JiP и др.*

*Обширная номенклатура оборудования, которую предлагает ООО «Данфосс», позволяет решить не только практически все задачи по автоматизации тепловых пунктов, но и оснастить их пластинчатыми теплообменниками, приборами учета теплопотребления и трубопроводной арматурой, объединяя эти устройства в блочные установки полной заводской готовности.*

Настоящее пособие посвящено современным тепловым пунктам систем централизованного теплоснабжения, которые уже сегодня должны обеспечивать комфортные климатические условия в помещениях и оптимальную температуру воды в системе горячего водоснабжения, корреспондироваться с уровнем автоматизации систем теплопотребления, быть надежными, морально и физически долговечными, оптимизировать энергопотребление, способствуя, тем самым, сохранению окружающей среды.

В работе даны общие сведения о системах теплоснабжения, приведены рекомендуемые технологические схемы тепловых пунктов, представлен обзор предлагаемых к использованию приборов с их основными техническими характеристиками и конкурентными отличиями, помещена методика подбора регулирующих устройств в рамках общего гидравлического расчета теплового пункта.

---

**В пособии по некоторым вопросам проектирования тепловых пунктов отражена частная позиция Danfoss, не нарушающая требований российского законодательства и нормативных документов, с акцентом на особенностях использования и выбора оборудования фирмы, отражающих опыт его эксплуатации в российских условиях.**

---

Пособие ориентировано на широкий круг специалистов: инженеров проектных институтов, экспертов теплоснабжающих организаций, технических работников монтажно-наладочных предприятий и сервисных служб. Информация, приведенная в пособии, может быть также полезна для преподавателей и студентов строительных вузов и техникумов.

# Введение

Необходимость обогрева жилища и приготовление горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд становятся особо важными в условиях сурового климата России, где почти на всей ее территории период с температурой наружного воздуха ниже 0 °С длится около полугода, а в некоторых районах (например, Диксон) доходит до 267 дней. Поэтому для целей теплоснабжения зданий (на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение) приходится сжигать более 30% всего добываемого в стране топлива.

Наиболее рационально использовать топливно-энергетические ресурсы позволяют системы централизованного теплоснабжения, которыми охвачены города и другие крупные населенные пункты России.

Централизованное теплоснабжение в России уже отметило 120-летний юбилей. В настоящее время по его масштабам страна занимает первое место в Европе и второе в мире (после США).

Система централизованного теплоснабжения состоит из источника тепловой энергии, трубопроводных тепловых сетей и пунктов трансформации тепловой энергии и ее распределения между потребителями (рис.1).

Источниками тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения являются теплоэлектростанции (ТЭЦ), районные тепловые станции (РТС) или квартальные – (КТС).

Системы централизованного теплоснабжения, кроме разновидностей и особенностей источников тепловой



**Рис. 1.** Система централизованного теплоснабжения.

энергии, различаются по виду теплоносителя, способу присоединения внутренних систем горячего водоснабжения (далее ГВС) и количеству труб для транспортировки теплоносителя.

Основным видом теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения является горячая вода с температурой до 150 °С и давлением до 25 бар. Пар в качестве теплоносителя практически не используется. Он иногда применяется в системах теплоснабжения промышленных предприятий, где одновременно подается на технологические нужды.

В зависимости от способа присоединения к тепловым сетям систем ГВС централизованное теплоснабжение может быть реализовано по закрытой схеме (водопроводная вода нагревается в водо-водяных подогревателях теплоносителем системы теплоснабжения) или по открытой (вода для целей ГВС поступает непосредственно из тепловых сетей)<sup>1)</sup>.

Несмотря на ряд существенных недостатков открытые системы теплоснабжения функционируют в ряде городов России. Вместе с тем, в настоящее время при новом строительстве систем теплоснабжения практикуется

<sup>1)</sup> Возможно децентрализованное приготовление горячей воды в малых «квартирных» тепловых пунктах (в данной работе не рассматривается).

отказ от открытой схемы, а при реконструкции – плановый переход к централизованному приготовлению горячей воды в подогревателях тепловых пунктов.

Из возможного многообразия водяных тепловых сетей (одно-, двух- и многотрубные) наибольшее распространение получили двухтрубные сети. Многотрубные тепловые сети представляют собой совокупность двухтрубных сетей для каждого отдельного вида потребителей. Такие сети (как правило, четырехтрубные - для систем отопления и ГВС), применяются при внутриквартальном распределения теплоносителя и горячей воды от существующих в ряде городов центральных тепловых пунктов к отдельным зданиям.

Тепловые пункты являются конечным элементом системы централизованного теплоснабжения, где осуществляется связь между тепловыми сетями и потребителями тепловой энергии.

Они подразделяются на индивидуальные (далее ИТП) для одного здания и центральные (далее ЦТП), обслуживающие группу зданий или несколько отдельных зон одного многофункционального сооружения.

В сложившейся с середины прошлого века структуре системы централизованного теплоснабжения подача тепловой энергии для потребителей жилищно-коммунального сектора осуществляется, как правило, через отдельно стоящие квартальные центральные тепловые пункты с размещением в каждом отдельном здании ИТП. В последние годы в ИТП стал устанавливаться насосный узел смешения для автоматического управления системой отопления. При этом ИТП иногда называется АУУ (автоматизированный узел управления). Однако, все возрастающие требования к качеству теплоснабжения определили новую техническую политику, которая предусматривает отказ от ЦТП и переход к присоединению абонентов к тепловой сети посредством размещаемых непосредственно в зданиях индивидуальных тепловых пунктов, в том числе, с приготовлением в них горячей воды для систем ГВС по закрытой схеме.

Современный тепловой пункт – совокупность тепло-технического и насосного оборудования в сочетании с электрическими и гидравлическими средствами комплексной автоматизации, обеспечивающие поддержание комфортных параметров воздуха в отапливаемых помещениях зданий и температуры воды в системе ГВС, работу инженерных систем в безнадзорном и безаварийном режиме, учет теплопотребления, энергосбережение и, как следствие, охрану окружающей среды.

Тепловые пункты любой мощности и сложности могут быть оснащены оборудованием, приборами и устройствами, выпускаемыми фирмой «Данфосс». При этом фирма поставляет на российский рынок как отдельные компоненты тепловых пунктов, так и блочные установки

полной заводской готовности (блочные тепловые пункты - БТП), выполненные по оптимальным технологическим схемам (рис. 2).



Рис. 2. Пример теплового пункта блочного исполнения с оборудованием, приборами и устройствами Danfoss.

Тепловой пункт выполняет прием теплоносителя, его преобразование, распределение между потребителями, учет теплопотребления, автоматически обеспечивая при этом:

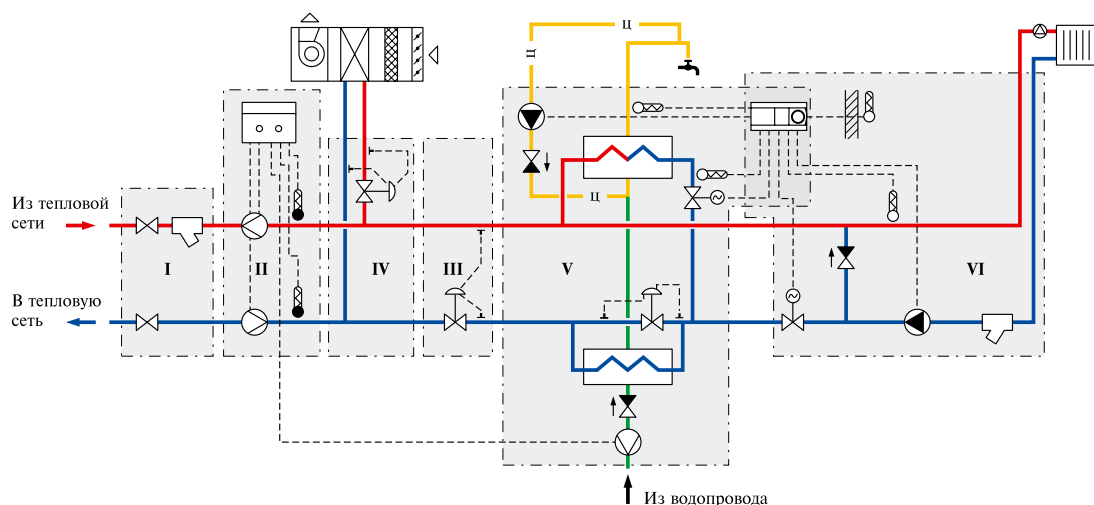
- ▶ необходимые параметры теплоносителя в системах отопления и вентиляции для поддержания требуемых температурных условий в обслуживаемых помещениях;
- ▶ температуру воды в системе ГВС;
- ▶ согласование и стабилизацию гидравлических режимов в тепловых сетях и системах теплопотребления.

Все эти задачи могут быть реализованы в значительной степени за счет автоматизации теплового пункта, в том числе с помощью приборов и устройств фирмы Danfoss. Результатом их выполнения будет не только обеспечение комфортных условий в помещениях и параметров горячей воды, но и реальная экономия энергопотребления на уровне 30–35 % в годовом разрезе и 60–70 % в переходные периоды, когда температура наружного воздуха превышает 0 °С, а также сокращение выбросов в атмосферу продуктов сгорания сэкономленного топлива.

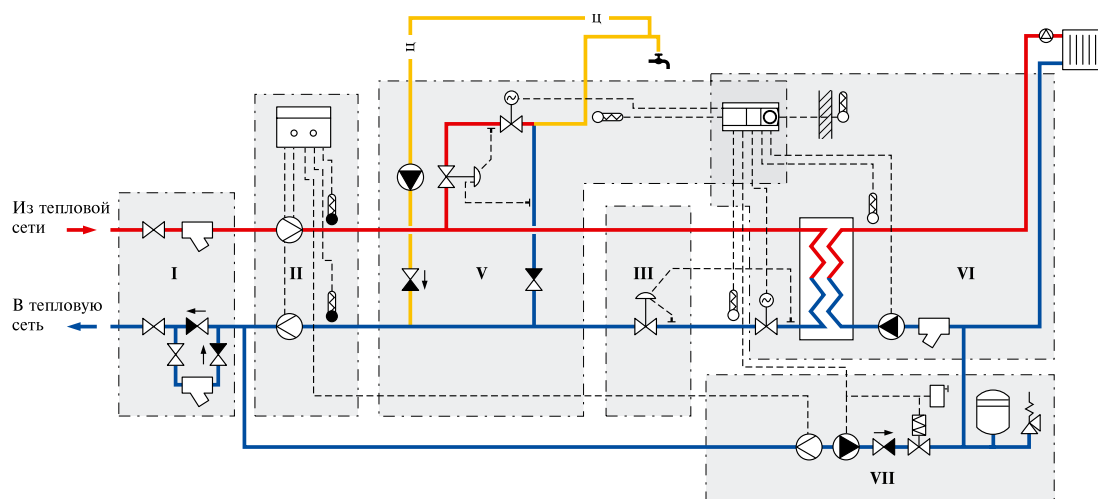
# 1. Принципиальные технологические схемы тепловых пунктов<sup>1)</sup>

Технологические схемы тепловых пунктов различаются в зависимости:

- ▶ от вида и количества одновременно присоединенных к ним потребителей теплоты — систем отопления, ГВС, вентиляции
- и кондиционирования воздуха (далее вентиляции);
- ▶ от способа присоединения к тепловой сети системы ГВС — открытая или закрытая система теплоснабжения;
- ▶ от принципа нагрева воды для ГВС при закрытой системе тепло-



**Рис. 3.** Пример технологической схемы автоматизированного теплового пункта при закрытой системе теплоснабжения и зависимом присоединении системы отопления к тепловой сети.



**Рис. 4.** Пример технологической схемы автоматизированного теплового пункта при открытой системе теплоснабжения и независимом присоединении системы отопления к тепловой сети.

<sup>1)</sup> На принципиальных схемах, представленных в пособии, указаны только технологические устройства и связанные с ними средства автоматизации Danfoss, а также основная трубопроводная арматура. Резервные водонагреватели и насосы, вспомогательная запорная арматура, предохранительные клапаны, контрольно-измерительные приборы, вибровставки и т. д. на схемах отсутствуют, но их следует предусматривать в соответствии с общими требованиями соответствующих нормативных документов. Условные обозначения приведенных на схемах приборов и устройств даны в Приложении 1.



снабжения — одноступенчатая или двухступенчатая схема;

- ▶ от способа присоединения к тепловой сети систем отопления и вентиляции — зависимое, с подачей теплоносителя в системы теплоснабжения непосредственно из тепловых сетей, или независимое — через водоподогреватели;
- ▶ от температуры теплоносителя в тепловой сети и в системах теплоснабжения (отопление и вентиляция) — одинаковые или разные (например, 95–95 или 150–95 °С);
- ▶ от пьезометрического графика системы теплоснабжения и его соотношения к отметке и высоте здания;
- ▶ от требований к уровню автоматизации;
- ▶ от частных указаний теплоснабжающей организации и дополнительных требований заказчика.

На рис. 3, 4 приведены примеры принципиальных технологических схем автоматизированного теплового пункта.

В соответствии с требованиями нормативных документов главными функциями теплового пункта являются:

- ▶ преобразование вида или параметров теплоносителя;
- ▶ регулирование расхода теплоты в системах отопления и вентиляции;
- ▶ поддержание температуры горячей воды в системе ГВС;
- ▶ обеспечение постоянного перепада давлений на регулирующих клапанах или перед системами теплоснабжения;
- ▶ ограничение максимального расхода сетевой воды у потребителя;
- ▶ заполнение и подпитка систем теплоснабжения при их независимом присоединении к тепловой сети;
- ▶ управление циркуляционными и подпиточными насосами;
- ▶ учет тепло и водопотребления.

В этой связи тепловой пункт подразделяется на ряд функциональных узлов:

- I. узел ввода тепловой сети;
- II. узел учета теплоснабжения;
- III. узел или отдельные устройства согласования давлений и ограничения расхода теплоносителя;
- IV. узел присоединения системы вентиляции;
- V. узел приготовления горячей воды для системы ГВС
- VI. узлы приготовления теплоносителя для систем отопления и вентиляции;
- VII. узел подпитки (по количеству замкнутых контуров теплоснабжения).

В зависимости от принятой технологической схемой теплового пункта тип применяемых узлов, их количество и сочетание могут варьироваться в широких пределах. При этом узлы ввода тепловой сети, учета теплоснабжения и согласования давлений являются обязательной принадлежностью любого теплового пункта.

## Основные требования к функциональным узлам теплового пункта

### Узел ввода (I)

Условный проход узла ввода независимо от расхода теплоносителя должен быть не менее 32 мм.

Узел ввода оснащается (рис. 5 а):

- стальной, как правило, приварной запорной арматурой (шаровыми кранами типа JiP). По требованию заказчика и при согласовании с теплоснабжающей организацией допускается применение фланцевой арматуры;
- сетчатыми фильтрами (на трубопроводах Ду = 32-50 мм – муфтовыми латунными типа FVR при температуре теплоносителя до 110 °С или стальными типа Y666 при температуре до 150°С), на трубопроводах Ду=40-300 мм – фланцевыми чугунными типа FVF при температуре теплоносителя до 150°С).

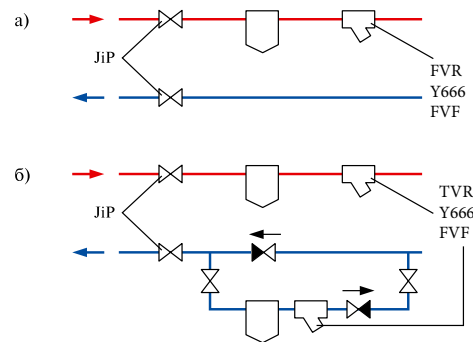


Рис.5. Узел ввода. а – традиционный, б – с реверсивным байпасом.

Применение сетчатых фильтров не исключает установки до них (по ходу движения теплоносителя) абонентского грязевика для защиты сетки фильтра от повреждений крупными твердыми включениями в теплоносителе.

В целях очистки теплоносителя при заполнении систем отопления и вентиляции, а также при подаче воды в систему ГВС из обратного трубопровода теплосети открытой системы теплоснабжения, рекомендуется в узле ввода предусмотреть реверсивный байпас с дополнительным грязевиком и фильтром (рис. 5 б).

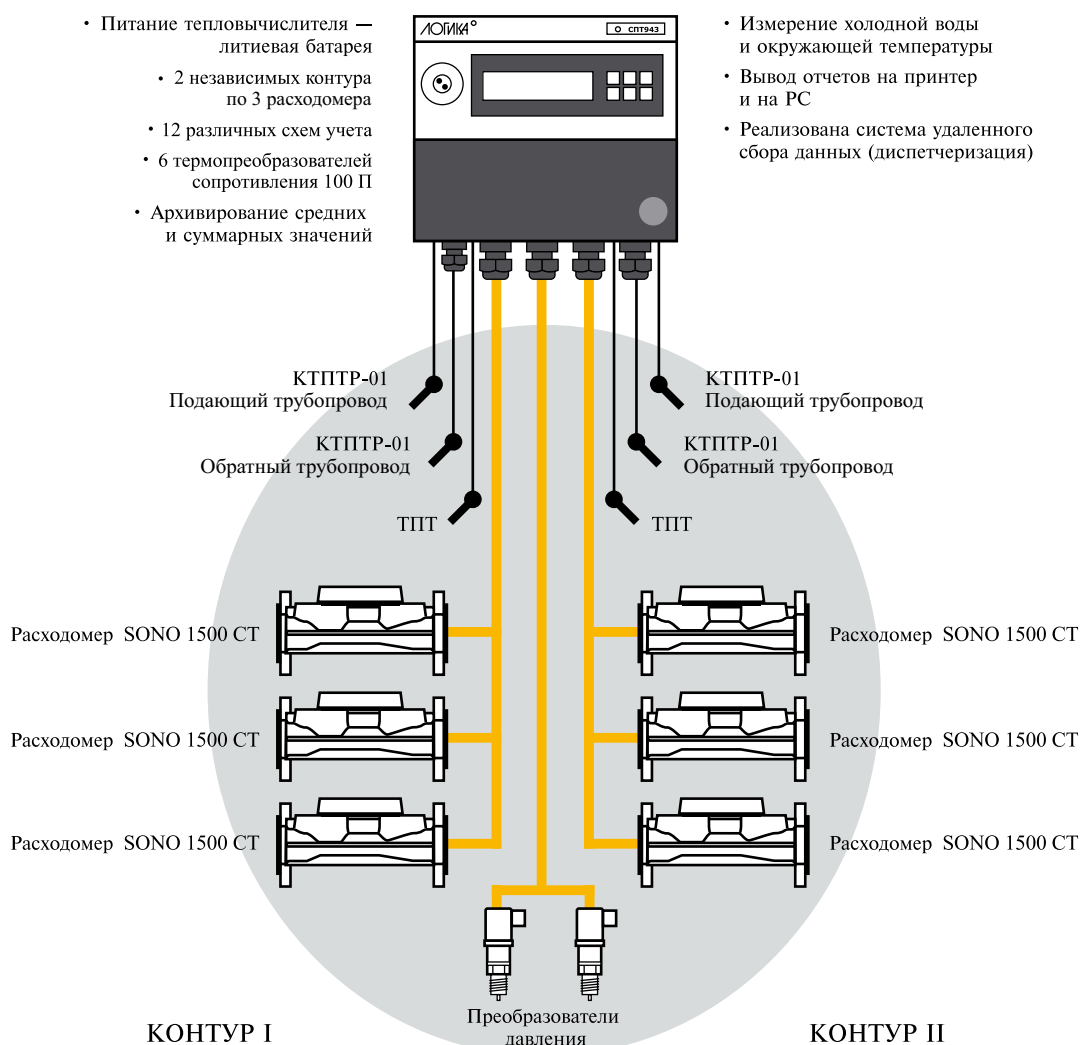
### Узел учета теплоснабжения (II)

Узел учета теплоснабжения (далее – «узел учета») входит в состав теплового пункта, но разрабатывается в отдельной части проекта.

Проект узла учета должен выполняться в соответствии с требованиями «Правил учета тепловой энергии и теплоносителя».

В качестве приборов учета Danfoss рекомендует применять теплосчетчики типа Sonometer 2000, которые предназначены для вычисления потребляемой тепловой энергии в двух отдельных контурах отопления закрытых и открытых систем теплоснабжения.





**Рис. 6.** Схема комплектации теплосчетчика Sonometer 2000.

В комплект теплосчетчика входят:

- ▶ тепловычислитель «Логика СПТ-943.1»;
- ▶ от одного до шести ультразвуковых расходомеров SONO 1500 CT;
- ▶ от двух до шести термопреобразователей сопротивления (температурных датчиков) типа КТПТР-01 с гильзами для их установки.

Дополнительно Sonometer 2000 может комплектоваться накопителем АДС 90 для считывания данных, оптической головкой АПС 70 с кабелем длиной 1,2 м, а также адаптером переноса данных АПС 45 для обеспечения распечатки архива.

На рис. 6 проиллюстрирована комплектация теплосчетчика Sonometer 2000 для двух отдельных систем отопления.

На основе показаний расходомеров и термопреобразователей тепловычислитель рассчитывает величину фак-

тического теплопотребления. Импульсные сигналы расходомеров могут также использоваться для введения ограничения максимального расхода теплоносителя.

При выборе расходомера необходимо, чтобы фактический расход теплоносителя не выходил за пределы его динамического диапазона. Например, расход теплоносителя, проходящего через расходомер SONO 1500 CT  $D_y = 25$  мм с номинальным расходом  $3,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ , должен находиться в пределах от  $G_{\text{мин.}} = 0,28 \text{ м}^3/\text{ч}$  до  $G_{\text{макс.}} = 7 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

В процессе проектирования узла учета теплопотребления и теплового пункта в целом следует учитывать потери давления в расходомерах, а также иметь в виду, что прямые участки трубопровода до и после расходомера SONO 1500 CT не требуются.

Рядом с расходомерами (ближе 0,5 м) не должны располагаться электросиловые устройства мощностью более 250 Вт, которые могут явиться источником помех.

Более подробная техническая информация по теплосчетчикам и их составляющим содержится в каталоге [13].

### Узел согласования давлений (III)

Узел согласования давлений предназначен для обеспечения работы всех элементов теплового пункта, систем теплоснабжения, а также тепловых сетей в стабильном и безаварийном гидравлическом режиме.

Оборудование узла позволяет:

- ▶ поддерживать постоянные перепады давлений теплоносителя на исполнительных механизмах регулирующих устройств систем теплоснабжения;
- ▶ обеспечивать давление теплоносителя в трубопроводах в пределах, допустимых для элементов систем и самого теплового пункта;
- ▶ гарантировать заполнение систем теплоносителем и защищать их от опорожнения;
- ▶ обеспечивать не вскипание перегретого теплоносителя в верхних точках систем теплоснабжения;
- ▶ при необходимости ограничивать предельный расход теплоносителя;
- ▶ осуществлять автоматическую гидравлическую балансировку тепловых сетей.

Часто при сложных пьезометрах тепловой сети, в случаях зависимого присоединения систем теплоснабжения, приходится защищать их от опорожнения, вскипания теплоносителя, повышать располагаемые напоры тепловой сети для обеспечения циркуляции теплоносителя. Такие задачи технически разрешимы, однако требуют применения дополнительных устройств: подкачивающих насосов, регуляторов подпора, автоматических отсекающих клапанов и т. д.

Вместе с тем все известные методы защиты систем теплоснабжения от неблагоприятных гидравлических режимов работы тепловых сетей и используемые приборы даже самых известных производителей не вполне надежны и не исключают их безаварийной работы.

Учитывая целесообразность применения наиболее простых устройств согласования давлений в системах теплоснабжения и теплоснабжения, а также в целях повышения их надежности, безопасности и устойчивости, отопительно-вентиляционные системы жилых и общественных зданий следует присоединять к тепловой сети, как правило, по независимой схеме, через теплообменники.

Зависимое присоединение систем к тепловой сети допускается применять:

- ▶ при совпадении расчетных температур теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети ( $T_1$ ) и систем отопления или вентиляции зданий ( $T_{01}$ ), например, при теплоснабжении от отопительных котельных,

$$T_1 = T_{01}; \quad (1)$$

- ▶ в случае подключения зданий к существующему ЦТП с теплообменниками для отопительно-вентиляционных систем;

- ▶ для систем жилых зданий социального класса, а также общественных зданий, при их высотности до 5 этажей.

При этом, для всех зависимо подключаемых к тепловой сети систем должны одновременно соблюдаться следующие условия:

- ▶ давления в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети ( $P_1$  и  $P_2$ ), а также статическое давление ( $P_{ст}$ ) не должны превышать условного давления ( $P_y$ ) для всех элементов систем,

$$P_1(P_2, P_{ст}) < P_y; \quad (2)$$

- ▶ статическое давление в тепловой сети ( $P_{ст}$ ) и давление в ее обратном трубопроводе ( $P_2$ ) должны быть не менее давления, необходимого для заполнения систем теплоснабжения,

$$P_{ст}(P_2) \geq (0,1 h_{сист} + 0,5); \quad (3)$$

где:  $P_{ст}$  и  $P_2$  – давление в бар

$h_{сист}$  – высота системы теплоснабжения над отметкой обратного трубопровода теплового ввода в здании в м

- ▶ обеспечивалось не вскипание перегретого свыше 100 °С теплоносителя в верхней точке систем теплоснабжения, то есть его избыточное давление на выходе из теплового пункта  $P_{01}$  должно быть не менее, определенного по формуле:

$$P_{01} \geq (0,1 h_{сист} + P_{наб}^{изб} + 0,5), \quad (4)$$

где:  $P_{01}$  – давление в бар

$h_{сист}$  – высота системы теплоснабжения над отметкой обратного трубопровода теплового ввода в здании в м

$P_{наб}^{изб}$  – избыточное давление насыщенных водяных паров при температуре  $T_{11}$ , принимаемое по приложению 2.

### Пример

Дано:

- ▶ Однотрубная система отопления с верхним расположением подающей магистрали
- ▶ Температура теплоносителя на входе в систему  $T_{01} = 105$  °С
- ▶ Высота системы отопления над отметкой теплового пункта  $h_{сист} = 70$  м

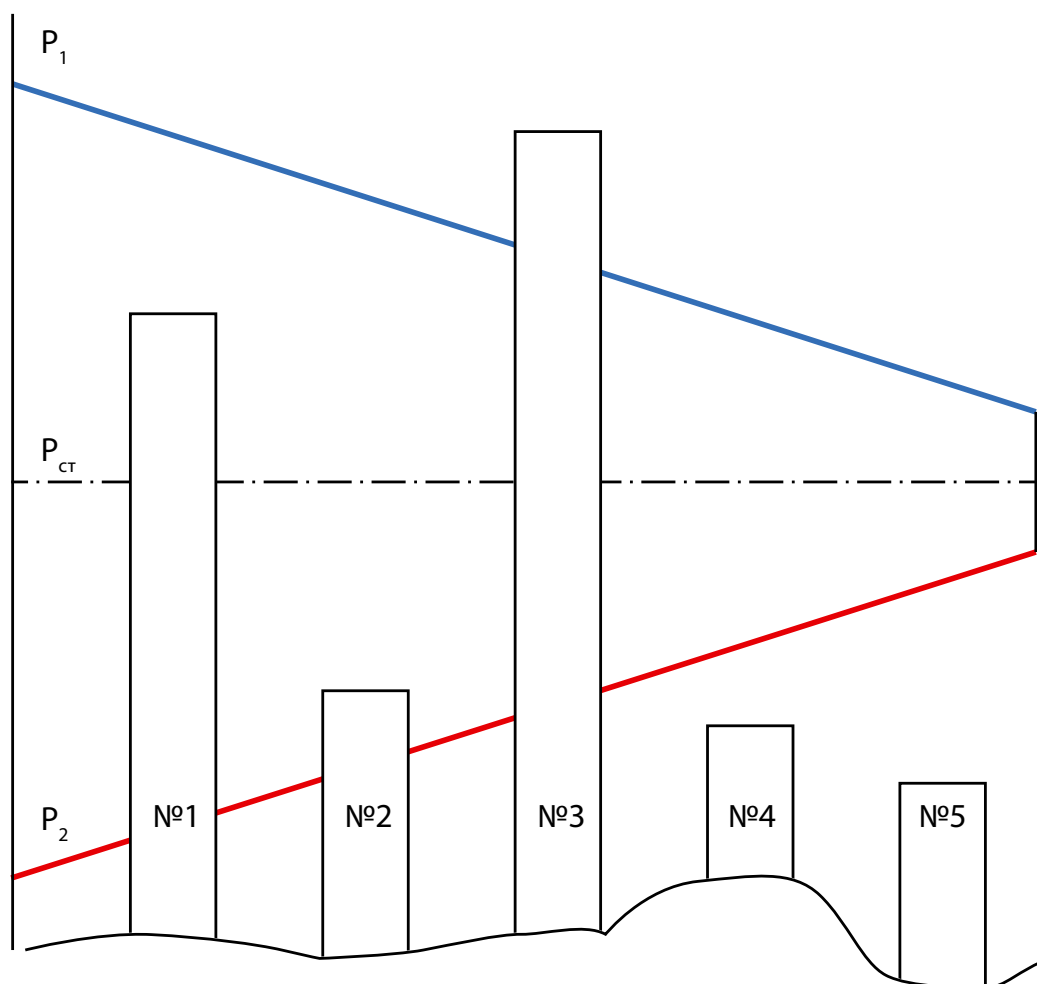
Требуется определить давление теплоносителя на выходе из теплового пункта, обеспечивающее его не вскипание в проложенном на чердаке подающем трубопроводе системы.

Решение:

По формуле (4)

$$P_{01} \geq (0,1 \cdot 70 + 0,38 + 0,5 = 7,88 \text{ бар.})$$

Во вторичных контурах систем теплоснабжения при их независимом присоединении к тепловой сети необходимо поддерживать статическое давление для обеспечения заполнения систем и не вскипания теплоносителя, значение которого определяется по тем же формулам (3 и 4), что и для зависимо присоединенных систем. Статическое давление поддерживается с помощью системы подпитки. Условия присоединения систем отопления и вентиляции к тепловой сети проиллюстрированы на рис. 7.



Потребитель №1 – независимое присоединение системы ( $P_2$  и  $P_{ст}$  меньше высоты здания)

Потребитель №2 – как правило, независимое присоединение системы ( $P_2$  меньше высоты здания)

Зависимое присоединение допустимо, при установке на обратном трубопроводе после системы регулятора давления «до себя» (регулятора «подпора»), чтобы  $P_2$  стало более высоты здания на 0,5 бар, и если в этом случае  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_{ст}$  не будут выше  $P_y$  для элементов системы)

Потребитель №3 – независимое присоединение системы ( $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_{ст}$  меньше высоты здания)

Потребитель №4 – зависимое присоединением систем ( $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_{ст}$  больше высоты здания, но меньше  $P_y$  элементов систем)

Потребитель №5 – независимое присоединение системы ( $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_{ст}$  больше  $P_y$  элементов системы)

Рис. 7. Выбор способа присоединения систем отопления и вентиляции к тепловой сети..

Поддержание постоянных перепадов давления на регулирующих клапанах систем теплоснабжения в настоящее время является обязательным условием для стабилизации гидравлических режимов в наружных тепловых сетях и обеспечения оптимальной работы регулирующих

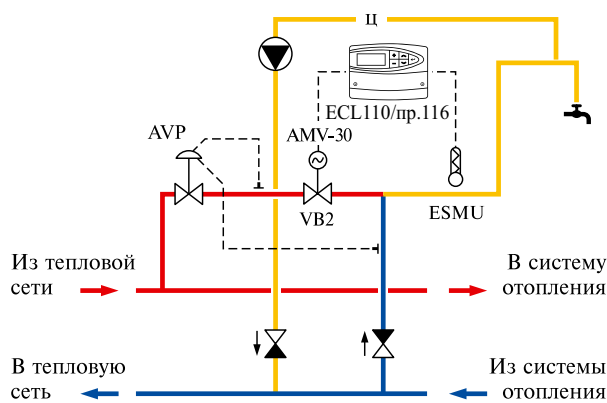
устройств в системах теплоснабжения зданий.

Гидравлические регуляторы перепада давлений рекомендуется предусматривать перед каждым регулирующим клапаном с электроприводом. В исключительных случаях регуляторы перепада давлений допускается

устанавливать на группу теплоиспользующих систем в общем узле согласования давлений. Обычно предусматривается единый регулятор перед системой отопления и ГВС.

Для группы вентиляционных установок при их зависимом присоединении к тепловой сети без изменения параметров теплоносителя рекомендуется предусматривать в узле согласования давлений самостоятельный регулятор перепада давлений. При этом присоединять систему теплоснабжения вентиляционных установок к трубопроводам теплового пункта следует до регулятора перепада давлений, предназначенного для других систем теплоснабжения (рис. 3). Это объясняется различием гидравлических режимов работы вентиляционных установок и систем отопления и ГВС.

Отдельный регулятор перепада давлений также рекомендуется устанавливать при открытой системе теплоснабжения перед регулятором температуры прямого действия в смесительном узле ГВС (рис. 8).



**Рис. 8.** Узел смешения для ГВС при открытой системе теплоснабжения.

Регулятор перепада давлений, в зависимости от выполняемых функций, может размещаться на подающем или обратном трубопроводе системы теплоснабжения. Предпочтительное место размещения регулятора перепада давлений — на подающем трубопроводе для защиты оборудования теплового пункта и систем теплоснабжения от повышенного давления со стороны тепловой сети.

В качестве регулятора перепада давлений рекомендуется использовать регуляторы Danfoss — моноблочные серии AVP и составные AFP с клапаном VFG2.

По требованию теплоснабжающей организации могут быть поставлены комбинированные регуляторы перепада давлений с автоматическим ограничением расхода теплоносителя серии AVPQ и AFPQ.

Подробная информация по регуляторам перепада давлений представлена в каталоге [20].

#### Узел присоединения систем вентиляции (IV)

Системы вентиляции присоединяются к трубопроводам теплового пункта как по зависимой, так и по независимой схеме (через водоподогреватель), как правило, до общего для остальных систем узла согласования давлений. Выбор способа присоединения зависит от целого ряда условий, которые определяют применяемое вентиляционное оборудование и место его размещения по высоте здания, параметры теплоносителя (температуру и давление), а также требования теплоснабжающих организаций и пожелания заказчика.

Зависимое присоединение систем вентиляции может быть выполнено без изменения параметров теплоносителя (его температуры) или с изменением.

В прежние годы в отечественные вентиляционные установки, размещаемые в нижней части здания, как правило, подавался перегретый теплоноситель, например, при температуре 150 °С без изменения его параметров. Снижение параметров предусматривалось только при соответствующих противопожарных или технологических требованиях, а также для воздушонагревателей второго подогрева центральных кондиционеров и кондиционеров-доводчиков.

Современное оборудование, а также практика высотного строительства часто диктуют необходимость преобразования температуры теплоносителя для вентиляционных установок. Для этого используется центральный насосный смесительный узел при зависимом присоединении вентиляционных систем к тепловой сети или узел независимого присоединения с водоподогревателем. Выбор параметров теплоносителя и способ присоединения узла его приготовления к тепловой сети определяются при проектировании системы вентиляции.

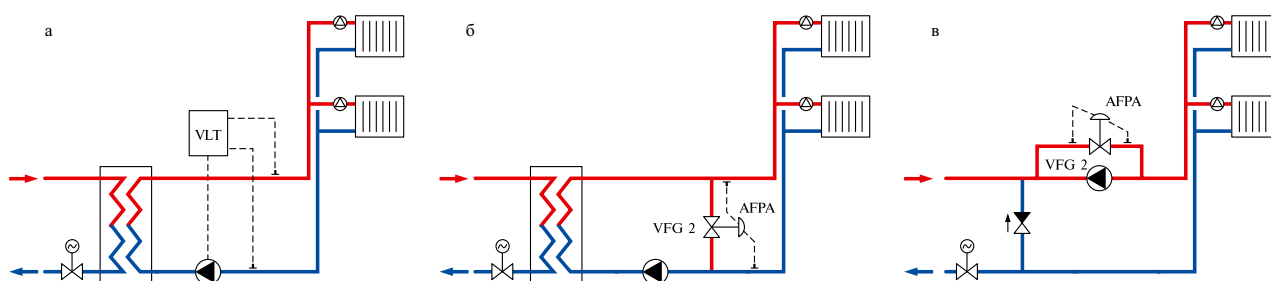
Автоматизация насосных смесительных узлов и водоподогревателей для вентиляционных установок аналогична автоматизации узлов присоединения систем отопления или ГВС с использованием электронных регуляторов температуры (см. раздел 3.1).

#### Узел присоединения системы ГВС (V)

Вне зависимости от вида системы теплоснабжения (открытая или закрытая) приготовление горячей воды для хозяйственно-питьевых нужд рекомендуется осуществлять по закрытой схеме в пластинчатых водо-водяных подогревателях.

Смесительные узлы для приготовления горячей воды возможно сохранять только по обоснованному требованию теплоснабжающей организации при реконструкции существующих зданий в сложившейся открытой системе теплоснабжения.

При закрытой системе теплоснабжения нагрев водопроводной воды для ГВС производится, как правило, в скоростных водоподогревателях. В качестве водоподогревателей в современных системах ГВС рекомендуется использовать пластинчатые водоподогреватели, которые также производит компания «Данфосс» (см. раздел 2.6). Для небольших зданий, а также в целях обеспечения гарантиро-



**Рис. 9.** Поддержание постоянного перепада давлений на двухтрубной системе отопления. а – с помощью насоса с частотным преобразователем VLT, б и в – с помощью перепускного клапана.

ванного запаса горячей воды (по требованию заказчика) допускается применение емкостных водоподогревателей.

Скоростные водоподогреватели могут присоединяться к системе теплоснабжения по одноступенчатой параллельной или двухступенчатой смешанной схеме. При двухступенчатой схеме в холодный период года водопроводная вода сначала подогревается обратным теплоносителем после системы отопления в первой ступени, а затем доводится до требуемой температуры во второй ступени первичным теплоносителем из тепловой сети. В теплый период года водопроводная вода нагревается только за счет сетевого теплоносителя, который в это время проходит последовательно через обе ступени водоподогревателя.

Выбор одно- или двухступенчатой схемы производится в зависимости от соотношения максимальной тепловой нагрузки на систему ГВС к расчетной тепловой мощности системы отопления. Как требуют нормативные документы, при соотношении  $Q_{\text{ГВС}} / Q_o$  в диапазоне свыше 0,2 или менее 1 водоподогреватели следует присоединять к тепловой сети по двухступенчатой схеме, а вне указанного диапазона — по одноступенчатой. Однако современные пластинчатые водоподогреватели, оборудованные надежной автоматикой, способны обеспечить эффективный нагрев воды без завышения температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть, и при одноступенчатой схеме.

При открытой системе теплоснабжения производится подача воды в систему ГВС, в зависимости от требуемой ее температуры, в разной пропорции непосредственно из подающего и обратного трубопроводов тепловой сети (рис. 8). В этом случае в качестве регулирующего устройства применяется проходной регулирующий клапан с различными электрическими приводами.

Для исключения несанкционированного перетекания теплоносителя из подающего трубопровода в обратный на последнем до точки смешения устанавливается обратный клапан.

В системах ГВС, как правило, предусматриваются циркуляция воды в трубопроводах и ее нагрев при отсутствии водопотребления с целью обеспечения требуе-

мой температуры в любой момент времени у каждого водоразборного крана. В закрытой системе теплоснабжения циркуляция через трубопроводную систему ГВС и водоподогреватель производится с помощью насоса. При двухступенчатой схеме нагрева воды циркуляция осуществляется через вторую ступень водоподогревателя. Для циркуляции воды в контуре ГВС при открытой системе теплоснабжения также используется насос.

На циркуляционных стояках внутренней системы ГВС целесообразно устанавливать термостатические балансировочные клапаны типа MTCV (в пособии не представлены) или FJV, прекращающие циркуляцию в стояках при достаточной температуре в них горячей воды. При этом в целях экономии электроэнергии рекомендуется применять циркуляционный насос с регулируемым по напору приводом (частотным преобразователем).

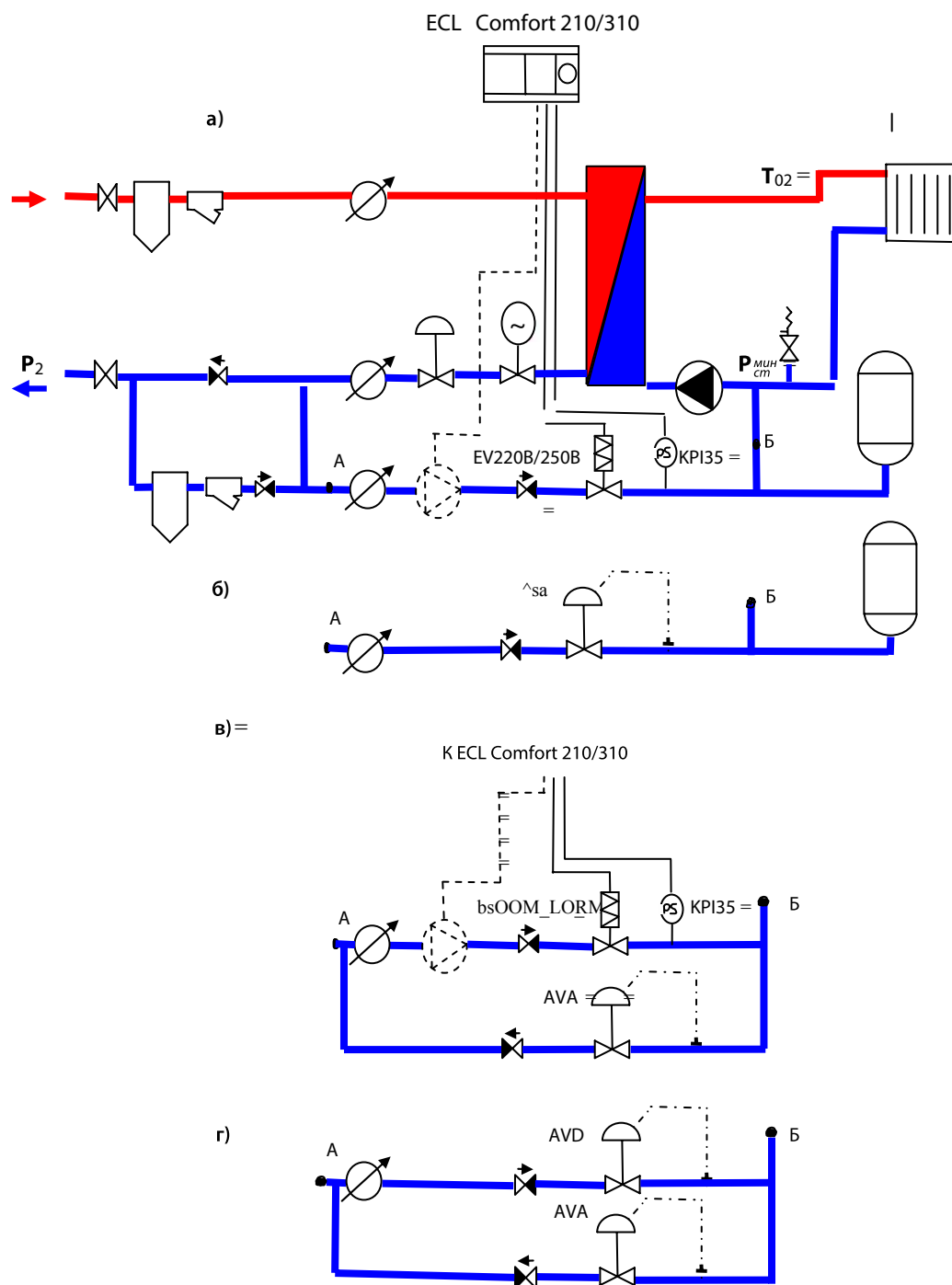
#### Узел присоединения системы отопления (VI)

Замкнутые контуры независимо присоединенных к тепловой сети систем отопления и вентиляции необходимо оснащать узлом подпитки (рис. 10), устройства которого осуществляют гарантированное заполнение системы водой, поддержание давления, обеспечивающего не вскипание теплоносителя с температурой выше 100 °С, и компенсацию увеличения объема воды в результате ее нагрева.

Заполнение и подпитка систем теплоснабжения должны осуществляться только подготовленным из обратного трубопровода тепловой сети. Подпитка водой из водопровода не допускается.

Узел подпитки может быть реализован:

- ▶ на базе электрических устройств (рис. 10-а и 10-в) – нормально закрытого электромагнитного (соленоидного) клапана типа EV220B (рис. 11 а) в совокупности с электроконтактным датчиком давления (прессостатом) KPI 35 (рис. 11 б);
- ▶ с помощью гидравлического регулятора давления прямого действия (рис. 10-б и 10-г) – регулятора давления «после себя» типа AVD (Ду=15-50 мм) или VFG2/AFD (Ду свыше 50 мм).



**Рис. 10.** Узел подпитки системы отопления (вентиляции) при ее независимом присоединении к тепловой сети:

- а) с соленоидным клапаном подпитки и закрытым расширительным сосудом;
- б) фрагмент с подпиточным гидравлическим регулятором давления «после себя» и закрытым расширительным сосудом;
- в) фрагмент с соленоидным клапаном подпитки и сбросным гидравлическим регулятором давления «до себя» (без расширительного сосуда);
- г) фрагмент с подпиточным гидравлическим регулятором давления «после себя» и сбросным регулятором давления «до себя» (без расширительного сосуда).

**Примечание:** Схемы а) и в) с насосом могут применяться при недостаточном для подпитки давлении в тепловой сети. В случае установки двух спаренных насосов обратный клапан предусматривается после каждого из них.

При давлении в обратном трубопроводе тепловой сети P2, недостаточном для подпитки, в дополнении к электрическим устройствам требуется установка подпиточного насоса.

Предпочтение рекомендуется отдавать узлам подпитки с электрическими компонентами.

Управление электрическими устройствами узла подпитки следует предусматривать, как правило, от общего контроллера теплового пункта типа ECL Comfort с ключами программирования приложений, поддерживающих данную функцию (A231, A331, A361 и A368).

В зависимости от приложения ECL Comfort способен управлять одним или двумя узлами подпитки, в том числе с одиночным или спаренными насосами.

При падении давления в системе теплоснабжения ниже заданного значения контроллер ECL Comfort по сигналу датчика или прессостата подает напряжение на катушку соленоидного клапана для его открытия, а также включает насос (при его наличии), по особому алгоритму (см. раздел 3).

Если используются иные контроллеры или ключи программирования без функции управления подпиткой, подача напряжения на насос и клапан может осуществляться непосредственно через контакты прессостата.

Гидравлические регуляторы могут применяться только в безнасосных узлах подпитки небольших тепловых пунктов индивидуальных жилых зданий или в крупных ЦТП с нагрузкой более 5 МВт.

Гидравлический регулятор AVD (VFG2/AFD), имея нормально открытый клапан, поддерживает требуемое давление в системе, закрывая подпитку при его повышении.

В целях компенсации теплового расширения воды в современных тепловых пунктах предусматривается установка, как правило, закрытых расширительных сосудов. Их емкость подбирается в зависимости от расчетных параметров теплоносителя,

объема и требуемого давления воды в системе теплоснабжения по методикам заводов-изготовителей сосудов.

Закрытые расширительные сосуды снижают риск аварийных протечек и потерь теплоносителя, исключают насыщение теплоносителя атмосферным кислородом.

В случаях, когда установка расширительных сосудов не представляется возможной (например, из-за их габаритов в системах большой мощности), но давление в обратном трубопроводе теплосети достаточно для осуществления подпитки без насосов, допускается применение узлов подпитки со сбросом теплоносителя из системы, при превышении его давления сверх заданного значения, назад в обратный трубопровод теплосети через нормально закрытый регулятор давления «до себя» типа AVA (Ду=15-50 мм) или VFG2/AFA (Ду свыше 50 мм).

Гидравлические регуляторы AVD, AFD, AVA и AFA в пособии не представлены. Информацию по ним см. в каталоге [20].

Данный способ защиты системы теплоснабжения от недопустимых давлений может использоваться как при электрических подпиточных устройствах (рис. 10-в), так и при гидравлических регуляторах (рис. 10-г).

Исходными данными для выбора устройств узла подпитки являются:

- ▶ расчетный расход подпиточной воды;
- ▶ максимальная (расчетная) температура теплоносителя в верхней точке системы теплоснабжения;
- ▶ давление теплоносителя в обратном трубопроводе тепловой сети;
- ▶ требуемое минимальное статическое давление в системе теплоснабжения;
- ▶ максимально допустимое статическое давление в системе;
- ▶ минимальный перепад давлений на клапанах узла подпитки.



## 2. Приборы и устройства Danfoss для оснащения автоматизированных тепловых пунктов

### 2.1. Электронные регуляторы температуры серии ECL Comfort

Электронные регуляторы температуры (контроллеры) серии ECL Comfort — приборы, предназначенные для регулирования температуры теплоносителя в системах отопления и вентиляции в зависимости от текущей температуры наружного воздуха или поддержания заданной температуры горячей воды в системе горячего водоснабжения (далее ГВС).

Электронные регуляторы температуры включают в себя следующие модели: ECL Comfort 110, ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310.

Оснащение тепловых пунктов подобными регуляторами позволяет легко и быстро автоматизировать процессы теплоснабжения в системах централизованного теплоснабжения. Регуляторы фирмы Danfoss серии ECL не просто снимают проблему автоматизации тепловых пунктов, а решают ее на качественно другом уровне в результате ряда инноваций, заложенных в конструкцию этих приборов:

- ▶ «жесткий» алгоритм управления системами отопления, вентиляции и горячего водоснабжения позволяет применить наиболее совершенные и проверенные практикой методы управления системами теплоснабжения, исключает затраты времени на программирование и возможные при этом ошибки;

- ▶ универсальность регуляторов обеспечивает применение одного и того же прибора для управления различными системами. Использование для переключения регуляторов на управление различными системами электронных ключей программирования (ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310). Заводская информация, записанная на ключе, позволяет мгновенно менять алгоритм регулирования в зависимости от схемы применения регулятора, устанавливать настройки прибора на наиболее оптимальный режим. В память ключа могут быть записаны произвольные индивидуальные настройки конкретного регулятора и перенесены вместе с ним в другие регуляторы однотипного применения;

- ▶ возможность объединения нескольких приборов в локальную сеть управления с выделением ведущего и ведомых регуляторов.

Регуляторы ECL Comfort просты в монтаже, настройке и эксплуатации, поэтому нет необходимости в привлечении для этого высококвалифицированных специалистов.

Работа регуляторов осуществляется автономно без постоянного надзора.

**ECL Comfort 110** — специализированный одноканальный цифровой регулятор температуры (рис. 12). Применяется при централизованном теплоснабжении зданий в узлах управления системой водяного отопления (приложение 130) или приготовления горячей воды в системе ГВС (приложение 116), как правило, индивидуальных зданий (тепловой мощностью до 100 кВт). Выбор приложения осуществляется через меню регулятора с помощью кнопочного переключателя.

*Функции регулятора ECL Comfort 110 для приложения 130 (система отопления):*

- ▶ поддержание температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, пропорционально текущему значению температуры наружного воздуха путем управления клапаном с электроприводом на сетевом теплоносителе. Для этого к регулятору должны быть присоединены датчики температуры наружного воздуха и температуры теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления. Также возможна коррекция регулирования по температуре воздуха в помещении при дополнительной установке соответствующего датчика;
- ▶ периодическое понижение температуры воздуха в помещении, например, в ночные часы. Эта функция может включаться по команде программируемого встроенного в регулятор таймера. При этом степень снижения темпе-

ратуры назначается пользователем или зависит от текущего значения температуры наружного воздуха;

- ▶ ограничение температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть, по задаваемому постоянному значению;
- ▶ автоматическое отключение системы отопления летом, когда температура наружного воздуха превысит заданное значение. При остановленной системе отопления регулятор периодически производит включение и выключение циркуляционного насоса и электропривода клапана;
- ▶ защита системы отопления от замерзания в режиме ожидания регулятора путем поддержания температуры теплоносителя на минимально допустимом уровне.

*Функции регулятора ECL Comfort 110 для приложения 116 (ГВС):*

- ▶ поддержание постоянной температуры горячей воды;
- ▶ периодическое понижение температуры воды по произвольному расписанию;
- ▶ ограничение температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть, по задаваемому постоянному значению;
- ▶ автоматическая настройка параметров ПИ-регулирования (зоны пропорциональности, времени интегрирования и др.);

- ▶ при бездействии системы кратковременное включение насоса и электропривода регулирующего клапана во избежание их заклинивания.



Рис. 12. ECL Comfort 110.

Для управления электроприводом клапана (только серии AMV и универсальные AME 655, 658 SD) регулятор имеет тиристорный выход, а для включения и выключения насоса — релейный. Предельная нагрузка на тиристорный выход 15 ВА. Максимальная токовая нагрузка на релейный выход — 2 А при 230 В.

Прибор оснащен монохромным дисплеем, на который выводится цифровая и графическая информация о системе. К регулятору можно подключить до 4-х температурных датчиков типа Pt 1000.

Через шину BUS можно присоединить к регулятору дистанционную комнатную панель контроля и настройки температур типа ECA 60. Эта шина также позволяет объединить несколько регуляторов в единую локальную сеть с выделением ведущего и ведомых устройств. Все внешние электрические соединения регулятора производятся через входящую в его комплект клеммную панель, предназначенную для настенного монтажа прибора или на DIN-рейке. С применением дополнительного крепежного комплекта регулятор может быть установлен в вырезе щита управления (рис. 13).

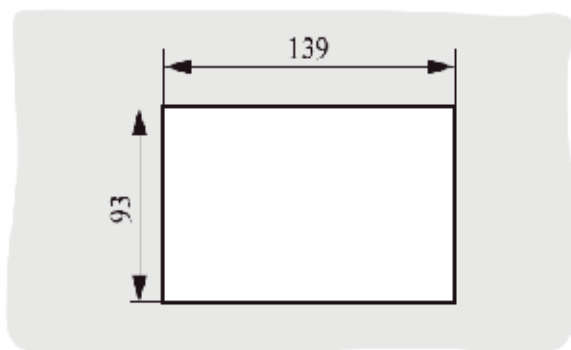


Рис. 13. Размеры отверстия в панели щита управления для установки ECL Comfort 110.

**ECL Comfort 210** — универсальный трехканальный цифровой регулятор температуры (рис. 14).



Рис. 14. ECL Comfort 210 (310)

Регулятор предназначен для управления тепловыми процессами в тепловых пунктах систем теплоснабжения зданий.

Универсальность ECL Comfort 210 заключается в том, что он может регулировать температурные режимы применительно к целому ряду технологических схем (приложений) теплового пункта. В зависимости от типа приложения регулятор способен управлять одной или двумя системами отопления либо комбинацией систем отопления и ГВС.

Перечень приложений и их вариантов для регулятора ECL Comfort 210 приведен в табл. 1. Регулятор конфигурируется под выбранное приложение и его варианты с помощью электронного ключа программирования (рис. 15), номер которого совпадает с номером приложения. Кроме алгоритма управления конкретным приложением, ключ несет информацию о заводских настройках всех параметров регулирования. В память ключа также могут быть записаны персональные настройки и вместе с ключом перенесены в другой регулятор, требующий аналогичных настроек. Каждое приложение имеет несколько вариантов. Перевод регулятора с одного варианта приложения на другой и вы-



Рис. 15. Ключ приложения для конфигурирования ECL Comfort 210 (310)

полнение всевозможных настроек осуществляется через «меню» с помощью многофункциональной поворотной кнопки. Настройки приложений сохраняются в памяти регулятора и не стираются при отключении электропитания. Ключ заказывается отдельно в зависимости от применяемого приложения и вставляется в специальный разъем (порт) на задней панели регулятора. В комплект поставки ключа входит инструкция по монтажу и настройке регулятора.

#### Основные функции регулятора ECL Comfort 210:

- ▶ поддержание температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, пропорционально текущему значению температуры наружного воздуха путем управления клапаном с электроприводом на сетевом теплоносителе. Для этого к регулятору должны быть присоединены датчики температуры наружного воздуха и температуры теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления. Также возможна коррекция регулирования по температуре воздуха в помещении (при дополнительной установке соответствующего температурного датчика или

циркуляционного насоса и электропривода клапана;

- ▶ защита системы отопления от замерзания в режиме ожидания регулятора путем поддержания температуры теплоносителя на минимально-допустимом уровне;
- ▶ управление спаренными циркуляционными насосами (переключение с рабочего на -резервный при аварии, обеспечение одинаковой наработки обоих насосов, защита от сухого хода) и подпиткой системы отопления с одним подпиточным насосом, присоединенной к тепловой сети по независимой схеме (только для приложения A231);
- ▶ обеспечение управляемого режима термической дезинфекции трубопроводной сети системы ГВС;
- ▶ ограничение расхода теплоносителя или теплотребления по сигналу расходомера или тепловычислителя узла учета тепловой энергии;
- ▶ аварийная сигнализация;
- ▶ архивирование данных.

Управление электроприводами клапанов (только серии AMV и универсальные AME 655, 658SD) регулятор осуществляет через тиристорный выходы, а включение и выключение насосов — через релейные.

К регулятору возможно подключение до 6 температурных датчиков Pt 1000. В дополнение имеются два конфигурируемых цифровых входа для датчиков Pt 1000, аналогового (0 — 10 В) или цифрового сигнала. ECL Comfort 210 выпускается в двух исполнениях: с информационным монохромным дисплеем и многофункциональной поворотной управляющей кнопкой, без дисплея и кнопки (Версия ECL Comfort 210B).

Управление регулятором второго исполнения осуществляется от дистанционного блока ECA 30 (рис. 16) (с дисплеем и кнопкой, как у первой версии регулятора). ECA 30 подключается к контроллеру в соответствии со схемой на рис. 17.



Рис. 16. Модуль дистанционного управления ECA 30.

блока дистанционного управления ECA 30, рис. 16);

- ▶ обеспечение постоянной температуры горячей воды при комбинированном управлении работой систем отопления и ГВС;
- ▶ периодическое понижение температуры воздуха в помещении, например, в ночные часы. Эта функция может включаться по команде встроенного программируемого таймера. При этом степень снижения температуры назначается пользователем, или зависит от текущего значения температуры наружного воздуха (чем ниже температура наружного воздуха, тем меньше величина снижения температуры в помещении);
- ▶ временное повышение температуры теплоносителя после ночного снижения и определение длительности периода «натопы» с учетом аккумулирующей способности здания;
- ▶ автоматическое отключение системы отопления летом, когда температура наружного воздуха превысит заданное значение. При остановленной системе отопления регулятор периодически производит включение и выключение

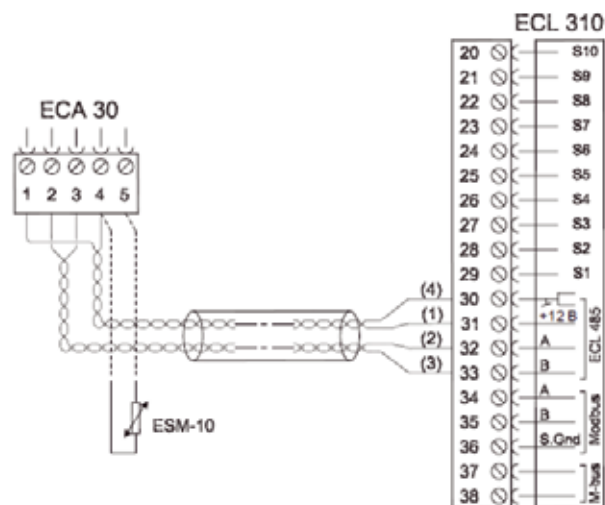
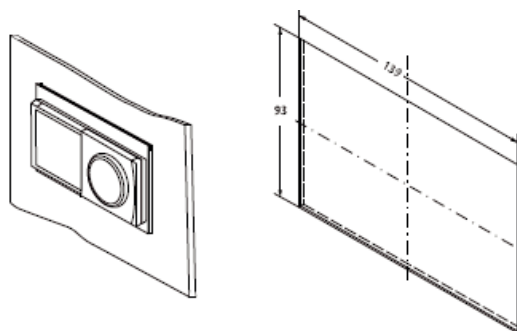


Рис. 17. Схема подключения блока дистанционного управления ECA 30 к регуляторам ECL Comfort 210/310.

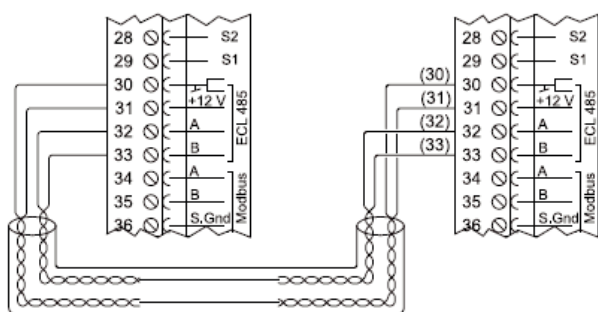
ECA 30 также используется для контроля температуры воздуха в помещении, для чего в него встроен температурный датчик. К блоку взамен встроенного датчика может быть присоединен выносной датчик температуры. В этой функции к регулятору возможно подключить до двух блоков ECA 30.

Регулятор в обеих версиях предназначен для установки на стене или DIN-рейке с помощью отдельно заказываемой универсальной (одинаковой для ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310) клеммной коробки. Блок ECA 30 может монтироваться на стене или DIN-рейке (клеммная коробка входит в комплект поставки блока), а также в вырезе панели щита управления (рис. 18) с использованием крепежной скобы (заказывается отдельно).



**Рис. 18.** Вырез в панели щита управления для монтажа ECA 30.

Для увеличения количества регулируемых контуров можно объединить несколько регуляторов (ECL Comfort 210/310) в единую сеть с общим датчиком температуры наружного воздуха с помощью внутренней шины передачи данных ECL 485 (рис. 19).



**Рис. 19.** Схема объединения двух контроллеров ECL Comfort 210/310 в локальную сеть.

При необходимости интеграции регулятора в систему диспетчеризации следует использовать ECL Comfort 310 с ключами программирования, предназначенными для ECL Comfort 210.

**ECL Comfort 210** — универсальный четырехканальный цифровой регулятор температуры.

По внешнему виду ECL Comfort 310 схож с регулятором ECL Comfort 210.

В отличие от ECL Comfortt 210 регулятор ECL Comfort 310 имеет следующие особенности:

- ▶ конфигурируется как под собственные приложения (см. табл. 1), так и под приложения для ECL Comfort 210;
- ▶ может управлять двумя парами циркуляционных насосов и в большинстве приложений — спаренными насосами системы подпитки;
- ▶ имеется встроенная функция связи по протоколу Modbus/TCP с системой диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), а также обмена информацией с тепловычислителем теплосчетчика по стандарту M-Bus;
- ▶ в зависимости от конкретного применения (приложения A368.3 и A368.4) для дополнительных входов и выходов сигнала в регулятор опционально должен встраиваться внутренний модуль «ввода-вывода» ECA 32;
- ▶ в приложениях A368.3 и A368.4 имеется возможность подключения двух кнопок (реле) для сигнализации о внешней аварии (например, о несанкционированном открытии входной двери в тепловой пункт и затоплении помещения);
- ▶ приложение A376 (см. отдельное техническое описание) позволяет управлять тремя системами — двумя системами отопления и системой ГВС. Данное приложение не поддерживает управлени спаренными насосами и системой подпитки.

Присоединение к регуляторам ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310 внешних периферийных устройств производится через клеммную коробку. Примеры соединений представлены на рис. 20-21 (применительно к конкретным приложениям, так как нумерация клемм для подключения однотипных устройства в разных приложениях может варьироваться).

Площадь поперечного сечения кабеля для силовых цепей регуляторов ECL Comfort 110, ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310 (для питающего напряжения, подключения электроприводов регулирующих клапанов, насосов и т. д.) должна быть 0,75-1,5 мм<sup>2</sup>, а для низковольтных цепей (например, для присоединения датчиков) — 0,4 мм<sup>2</sup>. При этом суммарная длина низковольтных кабелей (включая шину ECL 485) во избежание возникновения электрических помех не должна превышать 200 м.

Блок ECA 30 подключается к регуляторам ECL Comfort 210 и ECL Comfort310 по двум витым парам для осуществления связи с регулятором и электропитания (коммуникационная шина ECL 485). Предельная нагрузка на тиристорные выходы для питания электроприводов регулирующих клапанов (только серии AMV) — 0,2 А при 230 В, максимальная токовая нагрузка на релейные выходы регуляторов для подключения насосов — 2 А при 230 В. В случае применения более мощных насосов или насосов с трехфазными двигателями подключение их к регулятору следует выполнять через промежуточные реле или магнитные пускатели.

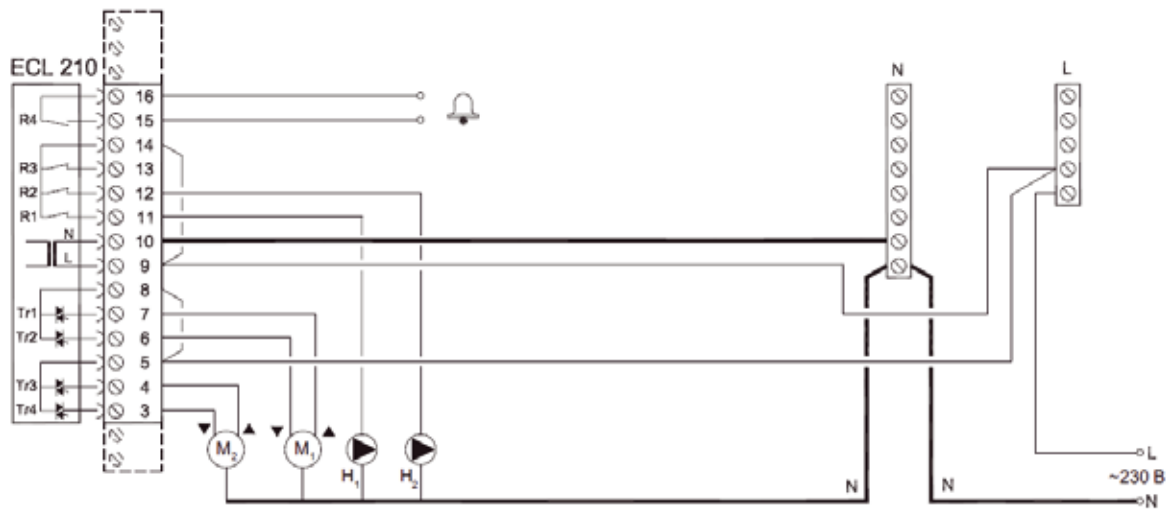


Рис. 20. Общая схема электрических соединений регулятора ECL Comfort 210 (применительно к приложению A266.1)

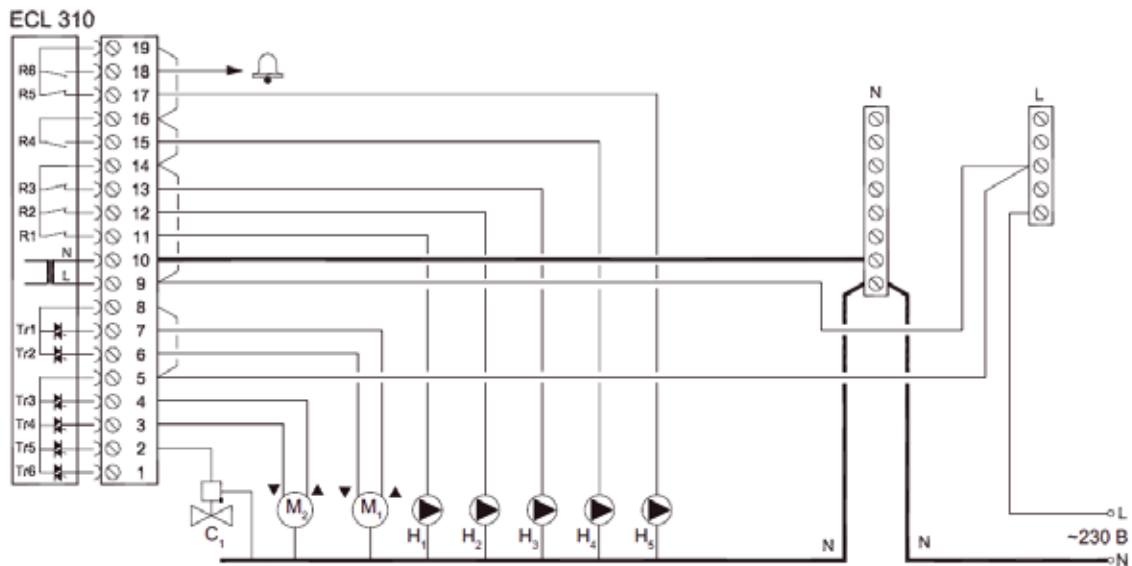


Рис. 21. Общая схема электрических соединений регулятора ECL Comfort 310 (применительно к приложению A368.1)

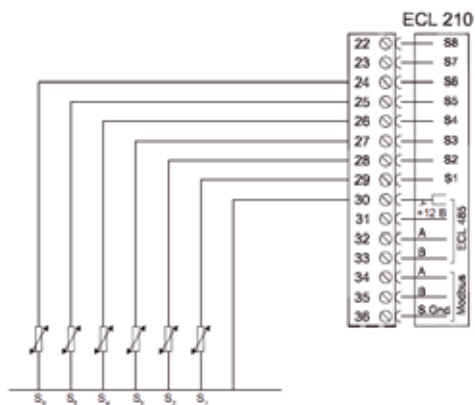


Рис. 22. Общая схема подключения температурных датчиков к регуляторам ECL Comfort 210/310.

Таблица 1. Выбор типа контроллера и ключа-приложения для управления системами теплоснабжения.

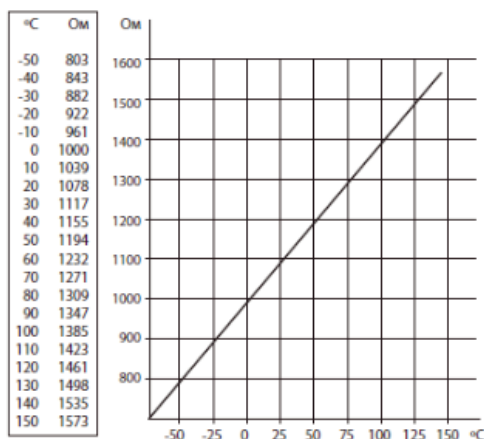
Тип контроллера ECL Comfort	Обозначение ключа приложения	Контуры систем теплоснабжения и подпитки				Дополнительные функции
		Отопление (контур I)	Отопление или вентиляция (контур II)	ГВС	Подпитка	
ECL210 или ECL310	A230		—	—	—	Ограничение в соответствии с отопительным графиком температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть
ECL210 или ECL310	A231		—	—		
ECL310	A331		—	—		
ECL210 или ECL310	A260			—	—	
ECL210 или ECL310	A266		—		—	
ECL310	A361			—		
ECL310	A368.1		—			
ECL310	A368.3		—			
ECL310	A376				—	



## 2.2. Температурные датчики

Для автоматического управления технологическими процессами необходимо присутствие различного рода датчиков. В частности, в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения, основным параметром, по которому ведется регулирование, является температура. К электронным регуляторам ECL Comfort должны быть подключены температурные датчики в виде платиновых преобразователей сопротивления Pt 1000. Зависимость сопротивления датчика от температуры представлена на рис.23.

Тип и количество датчиков выбираются в зависимости от конкретной технологической схемы автоматического регулирования, а также от диаметра трубопроводов, на которых устанавливаются датчики.



**Рис. 23.** Зависимость сопротивления датчиков Pt1000 от температуры.

Типы датчиков.

**Датчик температуры наружного воздуха или температуры окружающей среды.**

Наличие этого датчика необходимо потому, что контроллер, управляющий системой, по показаниям данного датчика производит включение или отключение системы отопления. Именно в соответствии с этой температурой строится отопительный график, по которому ведется управление системой отопления. На рис. 24 изображен датчик температуры наружного воздуха ESMT.

При установке этого датчика необходимо учитывать следующие моменты. Датчик наружного воздуха рекомендуется устанавливать на северном фасаде здания или в защищенном от воздействия солнечных лучей месте. Для того, чтобы избежать неточности при измерении температуры окружающего воздуха и, соответственно, ошибок при регулировании, не следует устанавливать этот датчик над окном, а также вблизи выбросных вентиляционных шахт и отверстий где поток теплого воздуха будет нагревать датчик, и его показания не будут соответствовать действительности. а также вблизи выбросных вентиляционных шахт и отверстий.



**Рис. 24.** Датчик температуры наружного воздуха ESMT.

**Датчик температуры воздуха в помещении .**

Внешний вид датчика внутреннего воздуха ESM-10 указан на рис.25.



**Рис. 25.** Датчик температуры воздуха в помещении ESM-10.

В соответствии с показаниями этого датчика контроллер выдает корректирующий сигнал на исполнительный механизм системы отопления. По показаниям этого датчика контроллер определяет фактическую температуру воздуха в помещении.

**Погружной датчик температуры теплоносителя ESMU.**

На рис.26. представлен общий вид по-гружного датчика температуры типа ESMU.

Датчик ESMU имеет погружную часть длиной 100 мм из меди или нержавеющей стали и размещается внутри трубопровода условным диаметром, как правило, 65 мм и более. Так же существует исполнение датчика ESMU с погружной частью 250 мм для установки в воздуховоде системы вентиляции, а также на трубопроводе больших диаметров. Датчик может быть установлен и на трубопроводе меньшего диаметра в отводе или специальном расширителе. Как правило, ре-



**Рис. 26.** Погружной датчик температуры ESMU.



комендуется применять датчик с медной погружной частью. Для предотвращения его повреждений, коррозии и обеспечения демонтажа погружного датчика без опорожнения трубопровода целесообразно предусматривать его установку в гильзу из нержавеющей стали, которая вворачивается в трубопровод. Погружной датчик, используемый для контроля температуры горячей (нагреваемой) воды в системе ГВС, рекомендуется устанавливать без гильзы в целях уменьшения времени реагирования на изменение температуры воды. В этом случае следует применять датчик ESMU с погружной частью из нержавеющей стали. Датчик располагается в трубе с наклоном против движения теплоносителя (см. рис. 27).

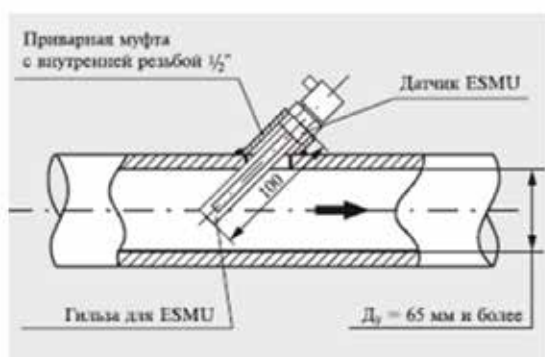


Рис. 27. Установка погружного датчика температуры ESMU.

#### Накладной датчик температуры типа ESM-11.

Если монтаж погружного датчика температуры вызывает определённые трудности, из-за малого диаметра трубопровода ( $D_v = 15-50$  мм), на которые он должен быть установлен, можно использовать накладные датчики температуры типа ESM-11 (рис. 28).



Рис. 28. Накладной датчик температуры ESM-11.

Датчик ESM-11 крепится на поверхность трубопровода с помощью прилагаемого пластикового хомута. Перед закреплением датчика на трубе необходимо зачистить место установки от ржавчины или краски. Для более точного измерения и защиты поверхности от коррозии рекомендуется место соприкосновения трубопровода и датчика обработать теплопроводящей пастой.

Более подробная информация о регуляторах ECL Comfort, электронных ключах управления, датчиках температуры находится в каталоге [28] «Электронные регуляторы и электрические средства управления».

## 2.3. Регулирующие клапаны с электроприводами

### Регулирующие клапаны

Номенклатура регулирующих клапанов Danfoss очень обширна, однако в пособии приведена только рекомендуемая для применения в тепловых пунктах (см. приложение 2).

Клапаны различаются:

- ▶ по количеству регулируемых потоков — проходные (двухходовые) (VM2, VB2, VFM2 и VFG2), трехходовые (VRG3, VF3 и VFG33);
- ▶ по принципу действия — все приведенные в пособии клапаны седельные (рис. 29). Седельные клапаны бывают нажимного действия (нормально открытые типа VM2 и VB2) и возвратно-поступательного (типа VFM2, VFG2, VRG2, VF3 и VFG33). Закрытие клапана первого типа происходит под воздействием электропривода, а открытие (подъем штока) — за счет возвратной пружины штока. Шток такого клапана механически не связан со штоком привода. Перемещение штока клапана второго типа происходит с помощью электропривода, который то надавливает на шток клапана, то тянет его вверх. Без привода шток такого клапана может находиться в любом промежуточном положении. Следует обратить внимание на то, что у трехходовых клапанов типа VF3, VRG3 и VFG33 при перемещении штока вниз прямой проход открывается, а «байпасный» — закрывается. Это необходимо учитывать при подключении кабелей управляющих сигналов от электронных регуляторов;
- ▶ по виду расходной характеристики (рис. 30) — линейная составная (VM2, VB2), равнопроцентная (логарифмическая) у VFM2, VFG2. Трехходовые клапаны по прямому проходу имеют равнопроцентную расходную характеристику, а со стороны подмеса — линейную (VRG3, VF3, VFG33);
- ▶ по максимально допустимому перепаду давлений на клапане — разгруженные и неразгруженные по давлению. Неразгруженные клапаны — клапаны (VRG3 и VF3), у которых на затвор сверху и снизу действуют разные давления. Причем, чем больше диаметр клапана и больше площадь затвора, тем больше разница давлений, которая мешает приводу закрывать клапан. Так как усилия, развиваемые электрическими приводами,

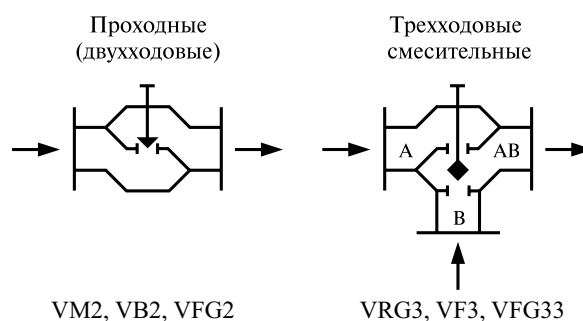


Рис. 29. Регулирующие клапаны с электроприводами.



Рис. 30. Расходные характеристики: а) – проходных клапанов, б) – трехходовых клапанов.

ограничены, предельно допустимый перепад давлений на незгруженных клапанах также лимитирован. Он зависит от диаметра клапана и типа привода (развиваемого им усилия). Так, например, незгруженный клапан VF3  $D_y = 150$  мм с электроприводом АМЕ 655, развивающим усилие 2000 Н, допускает максимальный перепад давлений на нем только 0,5 бар. Если реальный перепад давлений на этом клапане должен быть 1,5 бар, то уже потребуются использовать более мощный и дорогой привод АМВ 85 с усилием 5000 Н. В то время как незгруженный клапан VFG2  $D_y = 150$  мм может управляться приводом АМЕ 655 с усилием 2000 Н при перепаде давлений до 12 бар.

Таблицы предельно допустимого перепада давлений для различных сочетаний клапанов и электроприводов даны в Приложении 3 настоящего пособия.

Разгруженные по давлению седельные регулирующие клапаны имеют различные по конструкции устройства, выравнивающие давление с обеих сторон затвора:

- ▶ сильфонная система разгрузки — в клапанах VFG33, VFG2  $D_y = 15-125$  мм;
- ▶ поршневая система (рис. 31) — в VM2, VB2;
- ▶ мембранная — в VFG2  $D_y = 150-250$  мм.

Для таких клапанов значение предельно допустимого перепада давлений практически совпадает с величиной условного давления и в малой степени зависит от

Проходные (двухходовые) регулирующие клапаны компании «Данфосс» типа VM2, VB2, VFM2 и VFG2 наиболее современные модели. Они были разработаны специально для применения в экстремальных условиях эксплуатации систем теплоснабжения зданий при повышенных значениях теплоносителя ( $150^\circ\text{C}$  и 25 бар для VM2 и VB2,  $200^\circ\text{C}$  и от 16 до 40 бар для VFG2).

Разгруженные по давлению клапаны могут сочетаться с электрическими приводами, развивающими небольшие приводные усилия.

Клапаны VM2 и VB2 имеют уникальную составную линейную характеристику регулирования, которая обеспечивает качественное регулирование во всем диапазоне изменения тепловой нагрузки, даже при малых расходах теплоносителя. Моторные исполнительные механизмы на их основе компактны, что очень важно для стесненных условий тепловых пунктов, особенно блочного исполнения.

Удобное резьбовое соединение клапанов с электроприводами позволяет легко, точно и быстро осуществлять монтаж.

Универсальные клапаны VFG2 могут применяться не только совместно с электрическими приводами, но и быть составной частью гидравлических регуляторов давления прямого действия.

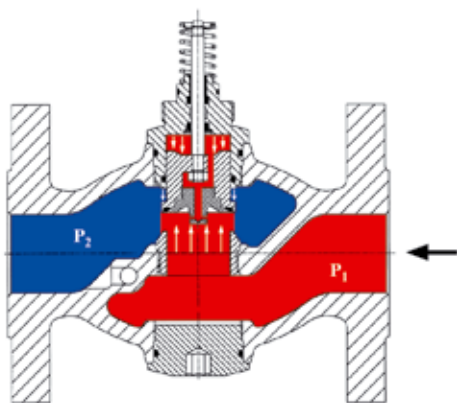


Рис. 31. Поршневая система разгрузки регулирующего клапана.

диаметра клапана. Закрыть незгруженные клапаны способны маломощные электроприводы при большом перепаде давлений;

- ▶ по предельным параметрам перемещаемой среды (температуре и условному давлению). Максимальная температура перемещаемой среды для клапанов различных типов лежит в диапазоне от  $130$  до  $150^\circ\text{C}$ , а условное давление — от 16 до 25 бар;
- ▶ по способу присоединения к трубопроводам — резьбовые (с наружной и внутренней резьбой) и фланцевые. Для клапанов с наружной резьбой необходимо использовать резьбовые или приварные присоединительные фитинги с накидными гайками, которые заказываются отдельно;

- ▶ по диапазону условного прохода и пропускной способности.  
В номенклатуре компании «Данфосс» имеются регулирующие клапаны с условным проходом  $D_y = 15\text{--}250$  мм и пропускной способностью  $K_v = 0,25\text{--}900$  м<sup>3</sup>/ч;
- ▶ по материалу корпуса — цветные металлы (латунь, бронза), чугун (серый, ковкий) и сталь.

### Электрические приводы

Для управления перечисленными выше клапанами Danfoss от регуляторов ECL Comfort применяются редукторные электроприводы серий AMV.

Электрические приводы для регулирующих клапанов различаются:

- ▶ по способу соединения с клапаном. Приводы предназначены для соединения только с определенными типами регулирующих клапанов (например, приводы с соединительной гайкой типа AMV 20 (23, 30, 33) предназначены для работы с клапанами VM2 и VB2, приводы с соединительным стаканом типа AMV 25(85), AME 655(658 SD) — с клапанами VFM2, VFSG2, VF3, VFG33, а приводы с клипсовым соединением AMV 435 — с клапанами VRG3 и VF3. Некоторые электроприводы могут стыковаться с клапанами только через специальные адаптеры (AMV 85 с VFG33, AME 655 (658 SD) с VFG2);
- ▶ по величине хода штока (от 10 мм для AMV 20 (23) до 50 мм для AME 655 (658 SD)). Ход штока электропривода должен быть всегда равен или быть больше хода штока клапана, которым он управляет;
- ▶ по развиваемому усилию (от 450 Н для AMV 20 (23) до 5000 Н для AMV 85);
- ▶ по типу управляющего сигнала.  
Электрические приводы серии AMV и AME 655 (658 SD) управляются трехпозиционным импульсным сигналом, который поступает от регуляторов ECL Comfort. Шток этих приводов и, соответственно, клапанов перемещается на величину, пропорциональную длительности импульса питающего напряжения;
- ▶ по наличию защитной функции (возвратной пружины), опускающей шток электропривода клапана при обесточивании системы управления (в обозначении привода цифра «3» или букв «SD» в конце цифрового индекса);
- ▶ по быстродействию, т. е. по времени перемещения штока на 1 мм.

В зависимости от этого параметра приводы могут быть «медленные» (время перемещения штока 8–15 с) и «быстрые» (соответственно 3–4 с).

«Медленные» приводы предназначены для управления инерционными системами (система отопления или узел централизованного приготовления теплоносителя для теплоснабжения вентиляционных установок), а «быстрые» — для работы в малоинерционных системах (установках нагрева воды со скоростным водоподогревателем в системах ГВС).

Сводная номенклатура с основными техническими характеристиками наиболее распространенных регулирующих клапанов в сочетании с электрическими приводами для управления системами теплоснабжения зданий от ре-

Электрические приводы Danfoss серии AMV для регулирующих клапанов типа VM2, VB2 и VMV компактные, быстро и легко монтируются с помощью накидной гайки, имеют рукоятку для принудительного открытия или закрытия клапана. Варианты приводов AMV 23, 33 и AME 658 SD с возвратной пружиной закрывают клапан при обесточивании электропривода. Приводы автоматически подстраиваются под крайние положения штока клапанов. В приводы AMV дополнительно могут быть встроены концевые выключатели, в том числе с потенциометрами для отслеживания положения штока привода.

Электроприводы типа AMV 85 развивают большие усилия (до 5000 Н) специально для управления незагруженными по давлению регулируемыми клапанами больших диаметров.

гуляторов серии ECL Comfort приведена в Приложении 2. Схемы внешних электрических соединений приводов представлены в каталоге [23].

## 2.4. Гидравлические регуляторы давления

Компания «Данфосс» располагает большой номенклатурой гидравлических регуляторов давления с различными конструктивными особенностями и технологическими возможностями, среди которых в пособии представлены:

- ▶ регуляторы перепада давлений;
- ▶ регуляторы перепада давлений с автоматическим ограничением расхода;
- ▶ регуляторы перепуска;
- ▶ регуляторы давления «до себя».

По конструктивному исполнению регуляторы бывают моноблочными и составными.

### 2.4.1. Моноблочные регуляторы

Моноблочные регуляторы (рис. 32) состоят из проходного клапана и регулирующего блока, собранных в единую конструкцию на заводе-изготовителе. Рекомендуемая для применения серия моноблочных регуляторов включает:

- ▶ AVP — регулятор перепада давлений двух модификаций (для подающего и обратного трубопроводов) с резьбовым клапаном  $D_y = 15\text{--}32$  мм,  $P_y = 16$  бар, с различными диапазонами настройки перепада давлений в пределах от 0,05 до 1,6 бар;
- ▶ AVP — регулятор перепада давлений двух модификаций (для подающего и обратного трубопроводов) с резьбовым клапаном  $D_y = 15\text{--}25$  мм и фланцевым  $D_y = 15\text{--}50$  мм,  $P_y = 25$  бар, с различными диапазонами настройки перепада давлений в пределах от 0,2 до 2 бар;
- ▶ AVPQ — регулятор перепада давлений с автоматическим ограничением расхода для установки на обратном трубопроводе с резьбовым клапаном  $D_y = 15\text{--}32$  мм,  $P_y = 16$  бар, с различными диапазонами настройки перепада давлений в пределах от 0,1 до 1 бар. Существует

вариант регулятора (AVPQ-F) с фиксированной настройкой величины перепада 0,2 бар. Дополнительно требуется импульсная трубка AV;

- ▶ AVPQ — регулятор перепада давлений с автоматическим ограничением расхода для установки на обратном трубопроводе с резьбовым клапаном  $D_v = 15-50$  мм и фланцевым  $D_v = 32-50$  мм,  $P_y = 25$  бар, с различными диапазонами настройки перепада давлений в пределах от 0,2 до 2 бар, а также AVPQ 4 с такими же характеристиками для подающего трубопровода. Дополнительно требуется импульсная трубка AV;
- ▶ AVPA — регулятор перепуска с резьбовым клапаном  $D_v = 15-25$  мм,  $P_y = 16$  бар, с различными диапазонами настройки перепада давлений в пределах от 0,05 до 1 бар, а также с резьбовым клапаном  $D_v = 15-25$  мм и фланцевым  $D_v = 32-50$  мм,  $P_y = 25$  бар, с различными диапазонами настройки перепада давлений в пределах от 0,2 до 2 бар. Дополнительные импульсные трубки не требуются.

Моноблочные регуляторы всех типов с резьбовыми клапанами соединяются с трубопроводом с помощью дополнительно заказываемых фитингов с наружной резьбой или под приварку.

При температуре теплоносителя до 100 °С моноблочные регуляторы могут устанавливаться в любом положении, а при более высоких температурах — только регулирующим блоком вниз.

## 2.4.2. Составные регуляторы

Составные регуляторы (рис. 33) состоят из универсального проходного, разгруженного по давлению клапана, регулирующего блока и импульсных трубок, которые заказываются и поставляются отдельно. Серия составных регуляторов включает:

- ▶ AFP/VFG2 — регулятор перепада давлений с фланцевым проходным клапаном VFG2  $D_v = 15-250$  мм и регулирующим блоком AFP на различные диапазоны перепада давлений в пределах от 0,05 до 6 бар, отдельно требуется заказывать две «внешние» импульсные трубки типа AF;
- ▶ AFPQ 4/VFQ2 и AFPQ/VFQ2 — регуляторы перепада давлений с автоматическим ограничением расхода, соответственно, для установки на подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, с фланцевым клапаном VFQ2  $D_v = 15-250$  мм и регулирующим блоком AFPQ или AFPQ4 на  $\Delta P = 0,1-1,5$  бар; диапазон установок расходов от 0,1 до 250 м³/ч. Отдельно заказывается комплект «внутренних» импульсных трубок AFPQ или AFPQ 4 и одна «внешняя» трубка типа AF;
- ▶ AFPA/VFG2 — регулятор перепуска с фланцевым клапаном VFG2  $D_v = 15-250$  мм и регулирующим блоком AFPA на  $\Delta P = 0,05-5$  бар. Отдельно заказываются две «внешние» импульсные трубки типа AF.

Составные регуляторы давления всех типов рассчитаны на  $P_y = 16, 25$  и 40 бар и  $T_{\text{макс.}} = 200$  °С.



Рис. 32. Моноблочные регуляторы давления.



Установка составных регуляторов с клапаном  $D_v = 15-80$  мм может производиться в любом положении при  $T < 120^\circ\text{C}$ , в остальных случаях — регулирующим блоком вниз.

Внешние импульсные трубки АФ составных регуляторов давления присоединяются к трубопроводам системы с помощью фитингов с наружной резьбой  $\frac{1}{4}"$ , которые поставляются в комплекте с трубкой.

Импульсные трубки рекомендуется подключать к трубопроводу через запорные шаровые краны для удобства эксплуатации (промывки труб) и присоединять их к горизонтальным трубопроводам системы сверху или сбоку.

Номенклатура регуляторов AVPA, AVPQ, AFPA и AFPQ в пособии не представлена. Подробная информация по гидравлическим регуляторам давления дана в каталоге [20].



Рис. 33. Составные регуляторы давления.

## 2.5. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование

Средства автоматизации теплового пункта, представленные в пособии, служат приложением к тепломеханическому оборудованию (водоподогреватели, насосы и т. д.). Поэтому ниже приводятся общие сведения о некоторых из этих устройств, производимых компанией «Данфосс». Данная информация не только полезна для общего понимания вопроса, но и необходима при выборе технических решений автоматизации тепловых пунктов и оценке их конструктивных исполнений.

### 2.5.1. Водоподогреватели

Тепловые пункты могут оснащаться водоподогревателями на базе пластинчатых теплообменников Danfoss, которые разработаны специально для систем централизованного теплоснабжения. Широкая номенклатура теплообменников позволяет

использовать их не только в теплоиспользующих системах, но и в системах холодоснабжения вентиляционных установок.

Основой теплообменника являются профилированные тонколистовые пластины из нержавеющей стали различных размеров, которые собираются в пакеты в зависимости от индивидуальных теплотехнических, гидравлических и конструктивных требований к водоподогревателю.

В зависимости от технологии изготовления теплообменники могут быть паяными или разборными.

Паяные теплообменники бывают одно- и двухходовыми, в которые вода поступает последовательно через две секции подогревателя, выполненного в едином блоке. Эти теплообменники компактны, надежны, легки, но не подлежат ремонту или модернизации. Очистка паяного теплообменника производится методом промывки специальным раствором с использованием установки BOY-C-30.

Разборные теплообменники изготавливаются, как правило, в одноходовом исполнении и позволяют видоизменять подогреватель (наращивать или уменьшать поверхность теплообмена), производить его ремонт (заменять пластины или прокладки), механически чистить пластины в процессе эксплуатации, однако они более громоздкие и дорогие.

Стандартная номенклатура теплообменников Danfoss приведена в каталоге [22]. Кроме того, по индивидуальному заказу можно изготовить теплообменник с произвольным количеством пластин.

Выбор теплообменника производится с использованием расчетной программы Danfoss HEX по исходным параметрам, которые передаются заказчиком в виде заполненного опросного листа.

### 2.5.2. Блочные тепловые пункты

Для упрощения процесса проектирования, комплектации и монтажа тепловые пункты могут изготавливаться в заводских условиях и поставляться на объект строительства в виде готовых блоков – блочных тепловых пунктов (далее БТП).

БТП представляет собой собранные на раме в общую кон-



Рис. 34. БТП Danfoss с пластинчатыми теплообменниками.

струкцию отдельные функциональные узлы, как правило, в комплекте с приборами и устройствами контроля, автоматического регулирования и управления (рис. 34). Компания «Данфосс» предлагает для применения в России стандартные автоматизированные БТП полной заводской готовности, предназначенные для присоединения к тепловой сети различных систем теплоснабжения. БТП Danfoss выполнены по типовым технологическим схемам с применением водоподогревателей на базе паяных или разборных пластинчатых теплообменников собственного производства.

Применение автоматизированных БТП Danfoss способствует решению важнейшей задачи в области теплоснабжения – повышению его качественного уровня, который заключается в обеспечении комфортных климатических условий в зданиях и требуемых по санитарным нормам температур и расходов горячей воды для хозяйственно-питьевых нужд при минимальных энергозатратах.

Единообразие современных технических решений БТП и отлаженное их производство на заводах концерна «Данфосс», оснащенных современным оборудованием, позволяют:

- ▶ изготавливать тепловой пункт в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, пожеланиями заказчика и конкретными условиями объекта строительства, например, при проектировании БТП учитывать размеры помещений и монтажных проемов;
- ▶ обеспечивать высокое качество БТП в рамках заводского производства, (компания «Данфосс» предоставляет комплексную гарантию на БТП и все оборудование);
- ▶ сократить сроки проведения монтажных работ, в том числе при модернизации систем теплоснабжения;
- ▶ обеспечивать высокий уровень технической поддержки от производителя, а также организовать оперативную и квалифицированную сервисную службу, сократив при этом общий персонал по обслуживанию тепловых пунктов;

- ▶ вписывать БТП в систему диспетчерского контроля, управления и учета теплоснабжения из единого центра;
- ▶ иметь высокую гибкость производства, возможность за короткое время изготавливать большое количество БТП.

Вышеприведенные положения подтверждаются опытом монтажа и эксплуатации более 80 тысяч БТП, поставленных с европейских заводов Danfoss в различные страны мира, в том числе в Россию (Москва, Санкт-Петербург, Альметьевск, Владивосток, Владимир, Волгоград, Воронеж, Ижевск, Иркутск, Краснодар, Красноярск, Луга, Новосибирск, Норильск, Оренбург, Омск, Пермь, Ростов на Дону, Самара, Тольятти, Тюмень, Уссурийск и др.).

Компания «Данфосс» предлагает блочные тепловые пункты для центральных тепловых пунктов (ЦТП), индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) жилых, и общественных зданий, а также для коттеджей и отдельных квартир (при децентрализованном приготовлении теплоносителя и горячей воды).

В последние годы активизировался процесс модернизации систем централизованного теплоснабжения, предусматривающий отказ от центральных тепловых пунктов и оснащение каждого здания индивидуальным автоматизированным тепловым пунктом, замену элеваторных узлов приготовления теплоносителя для систем отопления на насосные узлы смешения или с применением пластинчатых теплообменников, переход от открытых систем теплоснабжения к закрытым. Такие тенденции влекут за собой неизбежное увеличение общего количества технически сложных тепловых пунктов, что является движущей силой распространения БТП. Их применение особенно эффективно при типовом строительстве. БТП Данфосс отвечают всем современным требованиям, изготавливаются и поставляются заказчикам в сжатые сроки и могут быть рекомендованы для ком-

*Малые тепловые пункты*



*Узлы смешения типа US с одним насосом (одинарным или сдвоенным).*



*Узлы смешения типа DH-RR и AUU со 100% резервированием насосов.*



*БТП типа LJ с разборными теплообменниками.*

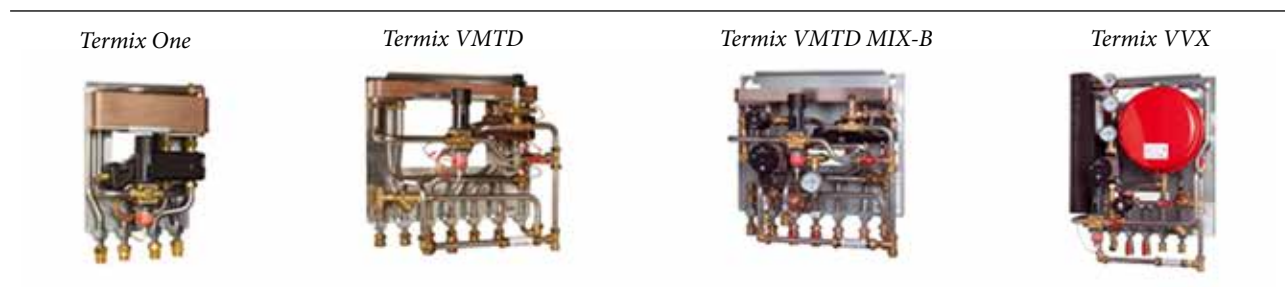


*БТП типа LJ с разборными теплообменниками.*



**Рис. 35.** Классификация блочных тепловых пунктов Danfoss.

плексного оснащения систем централизованного теплоснабжения любого масштаба.  
Классификация стандартных БТП Данфосс представлена рисунке 35.



**Рис. 36.** Малые тепловые пункты

- ▶ Мощность малых тепловых пунктов: от 10 кВт до 130 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя – 120 °С.
- ▶ Максимальное рабочее давление – 1,6 МПа.

Более подробная техническая информация по типам и применению малых тепловых пунктов находится в каталоге [16].

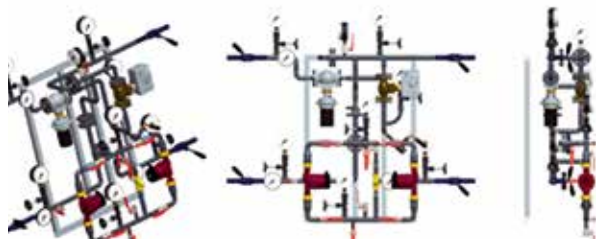
**Узлы смешения с одним насосом (одинарным или сдвоенным)** применяются в программах реконструкции индивидуальных тепловых пунктов– замена элеваторных узлов систем отопления на автоматизированные насосные узлы управления (АУУ). Узлы смешения также применяются в ИТП при новом строительстве – ИТП с зависимым присоединением к тепловой сети систем отопления и вентиляции (рис. 37).



**Рис. 37.** Узлы смешения с одним насосом (одинарным или сдвоенным) тип US.

- ▶ Мощность узлов смешения типа US: от 130 кВт до 1500 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя – 150 °С.
- ▶ Максимальное рабочее давление – 1,6 МПа.

**Узлы смешения со 100% резервированием насосов (тип DH-RR, АУУ)** применяются в программах реконструкции индивидуальных тепловых – замена элеваторных узлов систем отопления на автоматизированные насосные схемы. Данные узлы также применяются в ИТП при новом строительстве – ИТП с зависимым присоединением к тепловой сети систем отопления и вентиляции, где требуется 100% резервирование циркуляционного насоса системы теплопотребления (рис. 38 и 39).



**Рис. 38.** Узлы смешения со 100% резервированием насосов (тип DH-RR).

- ▶ Мощность узлов смешения типа DH-RR: от 10 кВт до 130 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя – 150 °С.
- ▶ Максимальное рабочее давление – 1,6 МПа.



**Рис. 39.** Узлы смешения со 100% резервированием насосов (тип АУУ).

- ▶ Мощность узлов смешения типа АУУ: от 130 кВт до 1500 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя – 150 °С
- ▶ Максимальное рабочее давление – 1,6 МПа.



**БТП с разборными теплообменниками (Тип LJ)** применяются в новом строительстве и при реконструкции ИТП, где в технических условиях на подключение требуется независимое присоединение систем теплоснабжения (одной или более) через разборные водоподогреватели (теплообменники) (рис. 40).



Рис. 40. БТП с разборными теплообменниками (тип LJ).

- ▶ Мощность тепловых пунктов типа LJ: от 130 до 25000 кВт
- ▶ Максимальная температура теплоносителя - 150 °С.
- ▶ Максимальное рабочее давление – 1,6 МПа.

**БТП с паяными теплообменниками (Тип HKL)** применяются в новом строительстве и при реконструкции ИТП, где в технических условиях на подключение требуется независимое присоединение систем теплоснабжения (одной или более) через разборные водоподогреватели (теплообменники) (рис. 41).



Рис. 41. БТП с паяными теплообменниками (тип HKL).

- ▶ Мощность тепловых пунктов типа HKL: от 130 до 25000 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя - 150 °С.
- ▶ Максимальное рабочее давление – 2,5 МПа.

Для того, чтобы подобрать блочный тепловой пункт Danfoss, необходимо заполнить опросный лист (см. приложение 4 «Опросный лист для расчёта блочного теплового пункта Danfoss») и отправить на электронный адрес: [btп@danfoss.ru](mailto:btп@danfoss.ru).

**Малые тепловые пункты** предназначены для применения в коттеджах и отдельных квартирах многоэтажных домов. Малые тепловые пункты делятся на четыре основных типа (рис. 36).

### 2.5.3. Трубопроводная арматура

Компания Danfoss осуществляет комплектацию тепловых пунктов всей необходимой трубопроводной арматурой:

- ▶ стальными фланцевыми и приварными шаровыми кранами серии JiP;
- ▶ латунными или из нержавеющей стали резьбовыми шаровыми кранами;
- ▶ резьбовыми латунными и фланцевыми чугунными сетчатыми фильтрами FVR и FVF, в том числе с кранами для слива отстоя;
- ▶ чугунными дисковыми поворотными затворами типа VFY-WH, которые рекомендуется устанавливать на трубопроводах нагреваемой водопроводной воды систем ГВС;
- ▶ обратными клапанами (резьбовыми латунными типа 223 и серии 065 В, чугунными типа 462, бронзовыми и чугунными для монтажа между фланцами типа 802 или 812 из нержавеющей стали).

Стальные шаровые краны серии JiP, выпускаемые компанией «Данфосс», имеют ряд особенностей, ставящих их в первый ряд производителей трубопроводной арматуры:

- ▶ шаровые краны JiP рассчитаны на высокие параметры перемещаемой через них среды ( $T_{\text{макс.}} = 180^\circ\text{C}$  при давлении 25–40 бар);
- ▶ краны имеют полностью сварной корпус;
- ▶ специальная конструкция корпуса крана предотвращает передачу осевых усилий, возникающих при тепловом удлинении трубопровода, на запорный шар, исключая его заклинивание;
- ▶ наличие многослойного уплотнения поворотного штока из фторопластовых и графитовых колец обеспечивает надежную герметичность крана в течение практически неограниченного времени без необходимости какого-либо технического обслуживания;
- ▶ подпружиненные уплотнительные кольца шара из армированного углеволокном фторопласта гарантируют легкость его вращения даже после длительного бездействия и абсолютную плотность заприпания крана;
- ▶ в процессе производства шаровые краны JiP проходят 100 % контроль качества;
- ▶ плавный переход от присоединительного патрубка к отверстию в шаре исключает турбулентность и сводит к минимуму гидравлическое сопротивление крана;
- ▶ краны  $D_y = 15\text{--}150$  мм приварные и фланцевые на давление  $P_y = 16$  и 25 бар изготавливаются компанией «Данфосс» в Московской области.

## 3. Рекомендации по автоматизации узлов присоединения систем отопления, вентиляции и ГВС

Рекомендации по автоматизации узлов присоединения систем отопления, вентиляции и ГВС даны в виде конкретных функциональных схем с указанием необходимого комплекта приборов и устройств, обеспечивающих регулирование температур и управление циркуляционными насосами.

*Примечание. Указанные схемы в данном разделе являются принципиальными. Для выбора контроллера не имеет значения зависимой или независимой является схема. Какого типа регулирующий орган: двухходовой или трехходовой регулирующий клапан.*

### 3.1. Системы отопления

В соответствии с требованиями нормативных документов в системах отопления жилых и общественных зданий около отопительных приборов следует устанавливать автоматические терморегуляторы. Терморегуляторы рекомендуется применять и в зданиях другого назначения (производственных, вспомогательных и т. д.), если система водяного отопления несет полную отопительную нагрузку и есть необходимость «покомнатного» регулирования температуры воздуха. При этом температура теплоносителя в системе отопления не должна превышать предельно-допустимую для радиаторных терморегуляторов (120 °С для терморегуляторов Danfoss).

Системы отопления в зданиях должны быть оснащены автоматическим регулированием температуры теплоносителя, подаваемого в систему, в зависимости от температуры наружного воздуха. В зданиях, где трубопроводы системы отопления выполнены из полимерных материалов, температура теплоносителя не должна превышать 90 °С или предельно допустимых значений для применяемого материала труб. Схемы автоматизации реализуются с помощью электронных регуляторов температуры с погодной компенсацией серии ECL Comfort (смотри раздел 2.1).

#### 1. Управление одной системой отопления регулятором ECL Comfort 110 (с ключом A230, A231).

Регулятор ECL Comfort 110, работающий по приложению 130, рекомендуется применять для автоматизации системы отопления индивидуального здания тепловой мощностью, как правило, до 100 кВт, схема которой проиллюстрирована на рис. 42 (схема автоматизации системы отопления при ее зависимом присоединении аналогична). В тепловых пунктах систем отопления, управляемых ECL Comfort 110, следует использовать, как правило, одиночный бесфундаментный циркуляционный насос (резервный насос должен храниться на складе сервисной орга-

низации). Управление спаренными насосами регулятор не поддерживает. Для этого рекомендуется выбирать насосы со встроенным штатным блоком управления, который переключает насосы с рабочего на резервный в аварийной ситуации, а также обеспечивает их одинаковый рабочий ресурс.

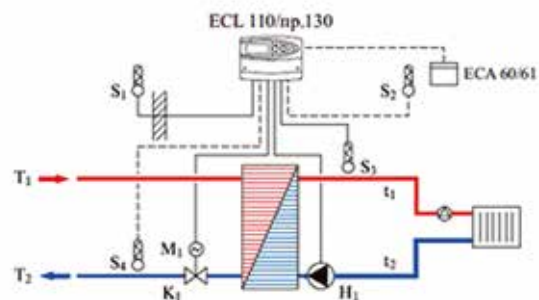


Рис. 42. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления при независимом присоединении к тепловой сети.

Схема автоматизации (рис. 43) применяется, если необходимо снизить температуру теплоносителя для системы отопления, независимо присоединенной к тепловой сети. ECL Comfort 110 по показаниям датчика наружной температуры S1 поддерживает температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления (датчик S3), управляя проходным клапаном K1 с электроприводом M1 на трубопроводе греющего теплоносителя. Если система отопления обслуживает одно помещение или есть возможность объективно оценить среднюю температуру воздуха в многоквартирном здании, то по жела-

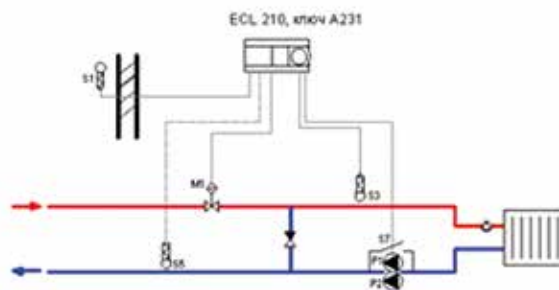


Рис. 43. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления при зависимом присоединении к тепловой сети.

нию заказчика к регулятору может быть дополнительно присоединен датчик температуры воздуха в помещении (датчик S2), по которому корректируется температура теплоносителя, измеряемая датчиком S3.

В целях энергосбережения с помощью встроенного таймера, регулятор может периодически по заданному расписанию менять режимы поддержания в помещениях комфортной или пониженной температуры, например, днем и ночью. Степень понижения температуры зависит от текущей температуры наружного воздуха. Подключив к регулятору через шину BUS комнатную панель ECA 60 со встроенным температурным датчиком или блок ECA 61, возможно осуществлять дистанционный контроль температуры воздуха в помещении и вне здания, производить изменение температурных настроек регулятора и управлять переключением режимов отопления.

Регулятор также позволяет приоритетно максимально или минимально ограничивать температуру теплоносителя по постоянному значению, возвращаемого в тепловую сеть, если на обратном трубопроводе установлен датчик S4. При превышении температуры теплоносителя в обратном трубопроводе системы отопления заданного значения регулятор начинает понижать уставку температуры в подающем трубопроводе системы.

Регулятор пускает и останавливает насос H1 соответственно при включении и выключении системы отопления. Насос включается, когда температура наружного воздуха опустится ниже заданного значения (для защиты системы отопления от замерзания), а также периодически в период бездействия системы (для исключения заклинивания).

Регулятор ECL Comfort 210, работающий по приложению A230.1, рекомендуется применять для автоматизации системы отопления индивидуального здания тепловой мощностью, как правило, 100 кВт и выше, схемы которой проиллюстрированы на рис. 30 с необходимым условием ограничения обратного теплоносителя по графику в зависимости от температуры наружного воздуха. При этом в системах отопления, управляемых ECL Comfort 210 с ключом A230, следует использовать, как правило, одиночный бесфундаментный циркуляционный насос (резервный насос должен храниться на складе сервисной организации).

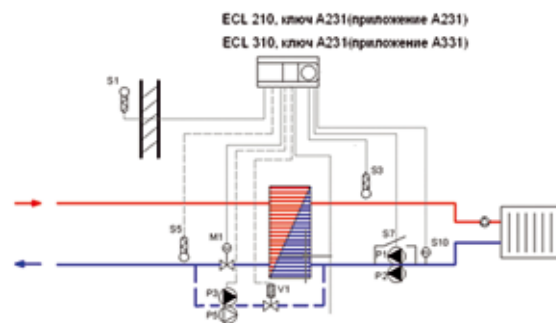
В случае использовании двух спаренных насосов, необходимо применять регулятор ECL Comfort 210, работающий по приложению A231. Датчик S7 на схеме представляет собой реле перепада давления типа RT.

## 2. Управление одной системой отопления с подпиткой регулятором ECL Comfort 210/310 (приложение A231, A331).

В случае подпитки с одним насосом необходимо применять регулятор ECL Comfort 210, работающий по приложению A231 (см. рис. 44). Если же насосов в контуре подпитки два, то должен использоваться ECL Comfort 310 с ключом A331.

Основные принципы погодозависимого регулирования контура отопления были изложены в пункте № 1 при рассмотрении регулятора ECL Comfort 110.

**Следует отметить: приложения для ECL Comfort 210**



**Рис. 44.** Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления с управляемой подпиткой.

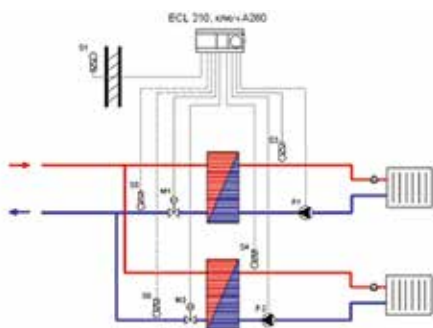
**и ECL Comfort 310 от приложения ECL Comfort 110 отличаются следующие функции:**

- ▶ приоритетное ограничение температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть, в соответствии с отопительным графиком. Температура теплоносителя после системы отопления, измеряемая датчиком S5, будет коррелироваться с текущей температурой наружного воздуха;
- ▶ коррекция температуры теплоносителя, подаваемого в систему отопления, в зависимости от температуры воздуха в помещении с использованием датчика S2 или блока дистанционного управления ECA 30;
- ▶ управление спаренными циркуляционными насосами отопительного контура (приложения A231 и A331), при этом регулятор осуществляет переключение насосов с рабочего на резервный при аварии, обеспечивает их одинаковую наработку мотто часов, а также защиту насосов от сухого хода (по сигналу датчика-реле перепада давлений S7);
- ▶ управление системой подпитки с одним (приложение A231) и двумя (приложение A331) насосами (ECL Comfort 210 по приложению A230 функцию управления подпиткой не поддерживает). При падении давления при независимо присоединенной к тепловой сети системе отопления (датчик S8) регулятор дает команду на открытие соленоидного клапана C1 и запускает насос подпитки (при его наличии); сигнализация при сбоях в системе регулирования (устройство R4), а также при внешней аварии (датчик-реле S9), например, в случае затопления помещения теплового пункта (приложение A331).

## 3. Управление двумя системами отопления регуляторами ECL Comfort 210/310 (приложение A260, A361).

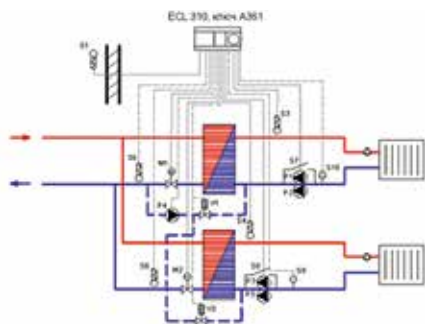
Для управления двумя системами отопления (рис. 45) применяется регулятор ECL Comfort 210 с ключом A260. В случае использования двух спаренных насосов в каждом контуре системы отопления необходимо использовать регулятор ECL Comfort 310 с ключом A361.

Пример схемы изображен на рис. 46. Ключ приложения A361 также поддерживает функцию управления подпиткой с одним общим насосом и двумя соленоидными клапанами в каждой системе.



**Рис. 45.** Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: два контура системы отопления.

Алгоритм управления работой каждой из двух систем отопления по приложению A260 повторяет алгоритм управления одной системой по приложению A230 (за исключением возможности коррекции температуры теплоносителя по скорости ветра), а алгоритм приложения A361 аналогичен алгоритму приложения A231. (Нумерация некоторых датчиков в схемах разных приложений может не совпадать.)



**Рис. 46.** Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: два контура системы отопления с управляемой подпиткой.

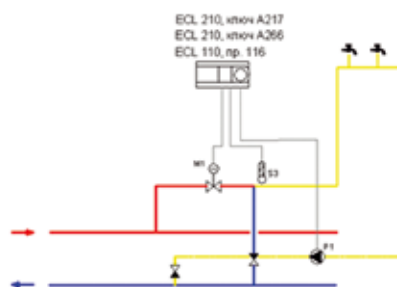
## 3.2. Системы горячего водоснабжения

Автоматизация системы горячего водоснабжения ГВС может быть реализована с помощью электронных регуляторов температуры ECL Comfort.

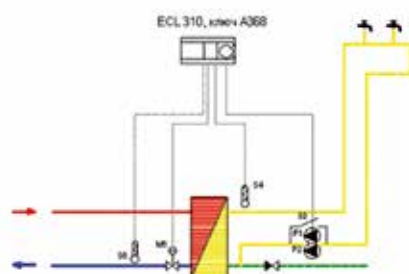
Главная функция регуляторов в данном применении – поддержание постоянной температуры горячей воды ГВС регистрируемую датчиком S3 (S4), управляя клапаном с электроприводом M1 в контуре греющего теплоносителя (рис. 47) или в смесительном узле (рис. 48).

*Примечание. Возможны иные типы ГВС.*

Электронные регуляторы ECL Comfort автоматически настраивают параметры ПИ-регулирования (зону пропорциональности, время интегрирования и др.), обеспечивают ограничение температуры теплоносителя, возвращаемого после водоподогревателя в тепловую сеть, а также выполняют ряд специфических функций по некоторым приложениям.



**Рис. 47.** Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: ГВС при открытой системе теплоснабжения.



**Рис. 48.** Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: ГВС при закрытом водоразборе.

### ECL Comfort 110 (приложение 116)

Рекомендуется применять в самой простой системе ГВС мощностью до 100 кВт с одним бесфундаментным циркуляционным насосом или без него. Никакие дополнительные функции в данном случае не предусматриваются.

### ECL Comfort 210/310 с ключом, ECL Comfort 210 с ключом A266

Ключ приложений A217/317 предназначен для управления системой ГВС с баком-аккумулятором, теплообменником или узлов смешений при открытой системе теплоснабжения.

Рекомендуется использовать для управления системой ГВС мощностью более 100 кВт с одним бесфундаментным циркуляционным насосом или без него, ограничением по графику температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть. Специфические функции: обеспечение режима дезинфекции, отключение циркуляционного насоса при температуре в циркуляционном контуре выше заданного значения, наличие сигнализации о сбоях в системе регулирования и возможность подключения кнопки (реле) внешней аварии. Так же для автоматизации системы ГВС можно применять ключ A266. В этом случае будет задействоваться только один контур для регулирования температуры ГВС.

### ECL Comfort 310 с ключом A368 (приложение A368.1), задействуется только один контур ГВС.

В том случае, когда в системе ГВС циркуляция обеспечивается спаренными насосами, необходимо применять электронный регулятор ECL Comfort 310, работающий по приложению A368.1. Регулятор обеспечивает переключение насосов в режиме «основной-резервный» по заданному расписанию а так же защиту по сухому ходу.

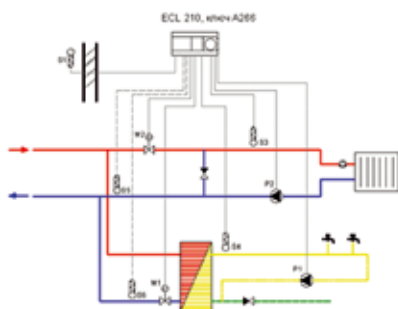


### 3.3. Отопление и горячее водоснабжение (комбинированное управление несколькими системами от одного регулятора ECL Comfort 210/310)

Принцип управления системой отопления и ГВС от одного регулятора температуры является наиболее распространенным.

Таким образом могут автоматизироваться тепловые пункты, для управления контурами системы отопления вне зависимости от способа присоединения к тепловой (зависимое или независимое) в сочетании с системой ГВС как при закрытой, так и при открытой схеме теплоснабжения (рис. 49, 50).

*Примечание. Возможны иные сочетания типов системы отопления и ГВС, например, две системы отопления и одна система ГВС (ECL Comfort 310 с ключом A376). Данный вариант присутствует только в табл. 1 пособия. Подробную информацию по нему см. в отдельном техническом описании.*

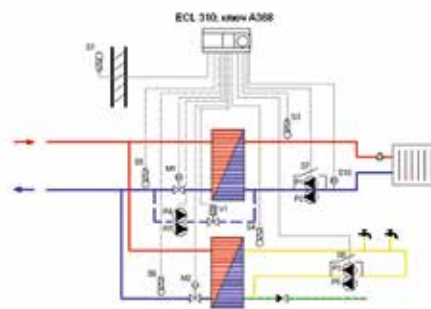


**Рис. 49.** Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления и ГВС.

Управление системой отопления и ГВС возможно осуществлять регулятором ECL Comfort 210 с ключом A266 (рис. 36) и ECL Comfort 310 с ключом A368 (рис. 37) (приложения A368.1 и A368.3).

В данном применении ECL Comfort 210 или ECL Comfort 310 выполняет следующие функции:

- ▶ осуществляет на основе показаний датчика наружной температуры S1 пропорциональное регулирование температуры теплоносителя, подаваемого в систему отопления (датчик S3), управляя клапаном с электроприводом M2, с коррекцией по температуре воздуха в помещении (при установке модуля ECA 30);
- ▶ поддерживает постоянную температуру горячей воды, регистрируемую датчиком S4; автоматически подстраивает параметры ПИ-регулирования в системе ГВС;
- ▶ корректирует по графику, задаваемому потребителем, температуру теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть после каждой системы;
- ▶ в целях энергосбережения по произвольно задаваемым расписаниям с помощью встроенного таймера производит периодическое понижение температуры теплоносителя для системы отопления и температуры горячей воды в системе ГВС. При этом величина понижения температуры теплоносителя для системы отопления зависит от температуры наружного воздуха;
- ▶ выполняет форсированный натоп здания после энергосберегающего режима;



**Рис. 50.** Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления с управлением подпиткой и ГВС.

- ▶ прекращает управление системой отопления и останавливает ее циркуляционный насос в летний период (при достижении заданной температуры наружного воздуха), сохраняя функцию защиты системы от замерзания;
- ▶ периодически запускает насосы и включает приводы регулирующих клапанов обеих систем для предотвращения их заклинивания в период бездействия;
- ▶ поддерживает статическое давление в замкнутом контуре системы отопления, присоединенной к тепловой сети централизованного теплоснабжения, открывая при падении давления соленоидный подпиточный клапан и включая насос при его наличии (приложение A368);
- ▶ управляет спаренными циркуляционными насосами (приложения ключа A368), переключая с рабочего при его остановке на резервный, обеспечивая одинаковую наработку мото часов насосов, и осуществляя защиту от сухого хода. Для управления вторым насосом в контуре подпитки системы отопления в регулятор ECL Comfort 310 должен быть дополнительно установлен модуль ECA32;
- ▶ периодически по заданной программе производит включение режима термической дезинфекции трубопроводной сети системы ГВС;
- ▶ включает сигнализацию при сбоях в системе регулирования, а также при внешней аварии.

### 3.4. Теплоснабжение вентиляционных установок

Схемы узлов присоединения систем вентиляции к тепловой сети централизованного теплоснабжения при необходимости снижения параметров теплоносителя и регулирования их по температуре наружного воздуха, а также применяемые в этих узлах средства автоматизации, аналогичны схемам для систем отопления с электронными регуляторами температуры. Например, регулятор ECL Comfort 210, работающий по приложению A260, может быть использован для одновременного регулирования температуры теплоносителя в отопительном контуре и в узле приготовления теплоносителя для вентиляционных установок.

Следует также отметить, что контроллеры ECL Comfort 210/310 могут быть использованы для управления теплоотдачей воздухонагревателей вентиляционных установок и центральных кондиционеров (рис. 51). Выбор типа электронного регулятора зависит от количества насосов. Регуляторы, управляющие системой отопления и вентустановками, объединяются в локальную сеть по шине ECL 485 с одним общим датчиком температуры наружного воздуха.

*Примечание.* Возможны иные сочетания типов систем отопления, ГВС и вентиляции.

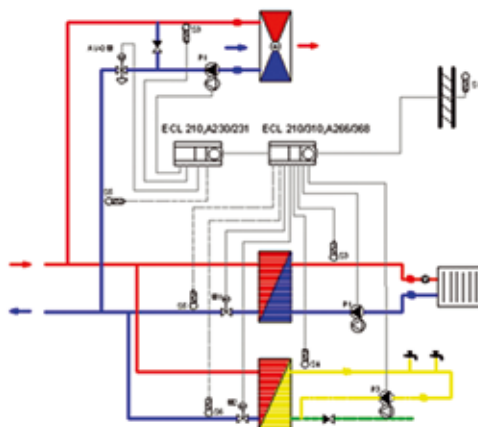


Рис. 51. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления, ГВС и калорифер системы вентиляции.

## 4. Подбор клапанов регулирующих устройств

Принцип подбора клапанов – общий для всех исполнительных механизмов регулирующих устройств (регуляторов температуры и давления прямого действия, регулирующих клапанов с электроприводами). Он также может использоваться при выборе балансировочной, подпиточной (соленоидных клапанов) и другой трубопроводной арматуры.

Регулирующий клапан должен пропустить в бескавитационном и бесшумном режиме расчетное количество теплоносителя через теплоиспользующую систему при заданных параметрах теплоносителя, обеспечив требуемое качество и точность регулирования (в совокупности с исполнительными устройствами и регулирующими приборами).

### 4.1. Пропускная способность

В основе подбора регулирующего клапана лежит его условная пропускная способность  $K_{vs}$ , которая соответствует расходу  $G$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) холодной воды ( $T = 20^\circ\text{C}$ ), проходящей через полностью открытый клапан при перепаде давлений на нем  $\Delta P_{\text{кл.}} = 1$  бар (рис. 52).

$K_{vs}$  — конструктивная характеристика клапана.

При выборе клапана его  $K_{vs}$  должна быть равна или близка значению требуемой пропускной способности  $K_v$  с рекомендуемым запасом:

$$K_{vs} \geq K_v \quad (5)$$

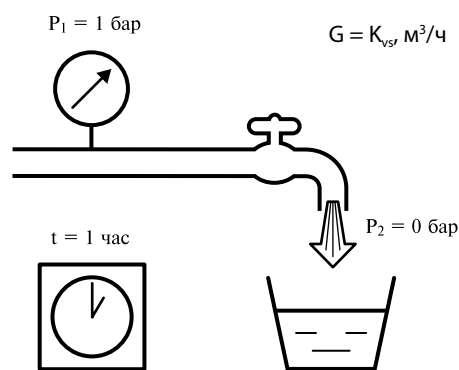


Рис. 52. Определение условной пропускной способности клапана.

Требуемая пропускная способность определяется в за-

$$K_v = \frac{1,2 \cdot G_p}{\sqrt{\Delta P_{\text{кл.}}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (6)$$

висимости от расчетного расхода теплоносителя через клапан и от фактического перепада давлений на нем по формуле:

где  $G_p$  — расчетный расход теплоносителя через клапан,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

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

## 4.2. Расчетный расход теплоносителя

### Системы отопления и вентиляции

При определении требуемой пропускной способности регулирующего клапана для систем отопления и вентиляции расчетный расход теплоносителя  $G_{po(b)}$  определяется по их тепловой нагрузке  $Q_{o(b)}$  (кВт) и температурному перепаду  $\Delta T = (T_1 - T_2)$  в контуре, где установлен клапан:

$$G_{po(b)} = \frac{0,86 \cdot Q_{o(b)}}{T_1 - T_2}, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (7)$$

При этом температурный перепад принимается по температурному графику при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления (например, 150–70 °C).

### Система ГВС

Подбор регулирующих клапанов для подогревателей системы ГВС производится при расходе греющего теплоносителя, который определяется по максимальной часовой тепловой нагрузке на ГВС  $Q_{гвс}$  (кВт) и перепаду температур греющего теплоносителя в точке излома температурного графика (например, 70–40 °C).

Расчетный расход теплоносителя через клапан системы ГВС при непосредственном водоразборе из тепловой сети принимается в размере максимального часового расхода горячей воды для хозяйственно-питьевых нужд или на технологический процесс.

Пропускная способность клапанов регулирующих устройств, обслуживающих одновременно систему отопления и систему ГВС, например общего для этих систем регулятора перепада давлений, определяется:

- ▶ при одноступенчатом нагреве воды для системы ГВС — по сумме их расчетных расходов;
- ▶ при двухступенчатой смешанной схеме нагрева воды (I ступень водоподогревателя и система отопления подключены к тепловой сети последовательно, II ступень — параллельно системе отопления) — по сумме расчетных расходов на отопление и ГВС с коэффициентом 0,8.

### Система подпитки

При выборе подпиточных устройств расчетный часовой расход берется в размере 20 % от полного объема воды в системе теплоснабжения, включая подогреватель и расширительный сосуд. Объем воды в системе отопления с достаточной точностью можно принимать из расчета 15 л на каждый кВт тепловой мощности системы.

## 4.3. Расчетный перепад давлений

Выбор расчетного перепада давлений на регулирующих клапанах — наиболее сложно решаемая проблема.

Если расход теплоносителя через клапан задан однозначно, то перепадом давлений на нем можно варьировать.

От принятого перепада давлений зависит не только калибр клапана, но также работоспособность и долговечность регулирующего устройства, бесшумность его функционирования, качество регулирования.

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

Исходной величиной для выбора перепада давлений на регулирующих клапанах теплового пункта является перепад давлений в трубопроводах тепловой сети на вводе в здание (на узле ввода теплового пункта)  $\Delta P_c$ . В соответствии с требованиями нормативных документов этот перепад должен быть не менее 1,5 бар. Обычно перепад давлений на вводе в здание принимается по официальным данным теплоснабжающей организации с запасом 20% ( $0,8\Delta P_c$ ).

Для обеспечения качественного процесса регулирования и долговечной работы регулирующего клапана перепад давлений на нем должен быть больше или равен половине перепада давлений на регулируемом участке (рис. 53):

$$\Delta P_{кл}^{откр} \geq 0,5\Delta P_{py} \text{ или } \Delta P_{кл}^{откр} \geq P_{то}.$$

Регулируемый участок — это часть трубопроводной сети с теплоиспользующей установкой, где расположен клапан, между точками со стабилизированным перепадом давлений или при его колебаниях в пределах  $\pm 10\%$ .

Рекомендуемое абсолютно минимальное значение перепада давлений на регулирующем клапане  $\Delta P_{кл}^{мин} = 0,3$  бар.

В то же время перепад давлений на клапане не должен превышать предельно допустимое значение, гарантирующее работу клапана в бескавитационном режиме.

Проверку клапана на возникновение кавитации следует осуществлять при температурах проходящего через него теплоносителя. С этой целью для выбранного клапана определяется предельно допустимый перепад давлений  $\Delta P_{кл}^{пред}$  и сравнивается с принятым перепадом при расчете  $K_v$ .

Предельно допустимый перепад давлений на регулирующем клапане рассчитывается по формуле:

$$\Delta P_{кл}^{пред} = Z(P_1 - P_{наб}), \text{ бар}, \quad (8)$$

где  $Z$  — коэффициент начала кавитации. Принимается по каталогам на регулирующие клапаны в зависимости от их типа и диаметра. Для клапанов Danfoss значения  $Z$  лежат в диапазоне от 0 до 0,6;

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

$P_{наб}$  — избыточное давление насыщенных паров воды в зависимости от ее температуры  $T_1$  в бар, принимаемое по приложению 2.

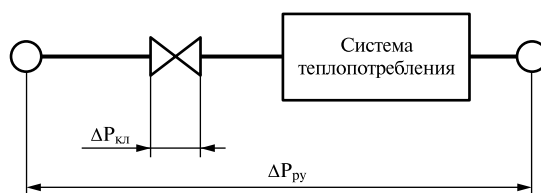


Рис. 53. Выбор перепада давлений на регулирующем клапане.



Если рассчитанный  $\Delta P_{\text{кл.}}^{\text{пред.}}$  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.

При применении не разгруженного 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.

Во всех случаях в целях минимизации шумообразования перепад давлений на регулирующих клапанах рекомендуется принимать не более 2,5 бар.

Регулирующие клапаны фирмы Danfoss в сочетании с электрическими приводами имеют относительный диапазон регулирования 1:30, т. е. клапан обеспечивает пропорциональное регулирование при уменьшении расхода проходящей через него среды по сравнению с номинальным в 30 раз. Если требуется расширить диапазон регулирования, можно установить два клапана параллельно: один – с большей пропускной способностью, подобранный на номинальный расход теплоносителя, а второй – с меньшей пропускной способностью, рассчитанный на пропуск  $\frac{1}{30}$  части номинального расхода. При этом электрические соединения клапанов должны быть выполнены таким образом, чтобы сначала открывался «маленький» клапан и только после его полного открытия – «большой». Для обеспечения такой последовательности работы клапанов можно использовать их концевые выключатели (встроенные или дополнительные).

Для системы подпитки перепад давлений на соле-ноидном клапане определяется как разность между требуемым статическим давлением в системе теплоснабжения при ее независимом присоединении к тепловой сети и давлением перед клапаном (в обратном трубопроводе тепловой сети или создаваемое подпиточным насосом). При использовании соленоидного клапана типа EV200B с сервоприводом перепад давлений на нем должен быть не менее 0,3 бар.

Определение расчетных параметров и последовательность выбора регулирующих клапанов проиллюстрированы в приведенных ниже примерах.

### Пример 1

Подобрать регулирующий клапан типа VB2 при следующих условиях:

- ▶ клапан устанавливается на обратном трубопроводе после теплоиспользующей установки;
- ▶ теплоноситель — вода с температурой в обратном трубопроводе:  $T_2 = 70$  °С;
- ▶ потери давления в теплоиспользующей установке (в сети):  $\Delta P_{\text{то}} = 1,5$  бар;
- ▶ располагаемый напор на регулируемом участке произвольный (определяется по результатам подбора клапана);
- ▶ расчетный расход теплоносителя:  $G_p = 10$  м³/ч.

*Решение*

1. Расчетный перепад давлений на клапане из условия

$\Delta P_{\text{кл.}} \geq 0,5 \Delta P_{\text{пу}}$ , т. е.  $\Delta P_{\text{кл.}} \geq \Delta P_{\text{то}}$ , принимается равным  $\Delta P_{\text{то}}$ :

$$\Delta P_{\text{кл.}} = \Delta P_{\text{то}} = 1,5 \text{ бар.}$$

2. Рассчитывается требуемая пропускная способность клапана по формуле (6):

$$K_v = \frac{1,2 \cdot 10}{\sqrt{1,5}} = 9,8, \text{ м}^3/\text{ч.}$$

3. Из технического каталога или Приложения 3 (стр. 56) выбирается клапан VB2  $D_y = 25$  мм с  $K_{vs} = 10$  м³/ч (ближайший больший к  $K_v$ ).

### Пример 2

Выбрать регулирующий клапан типа VFG2 при следующих исходных данных:

- ▶ теплоноситель — вода с температурой:  $T_1 = 150$  °С, и давлением насыщенных паров:  $P_{\text{нас}} = 3,85$  бар (из приложения 2);
- ▶ избыточное давление теплоносителя перед клапаном:  $P_1 = 7$  бар;
- ▶ предварительно заданный перепад давлений на регулирующем клапане:  $\Delta P_{\text{кл.}} = 2,5$  бар;
- ▶ расчетный расход теплоносителя:  $G_p = 40$  м³/ч.

*Решение*

1. Рассчитывается требуемая пропускная способность клапана по формуле (6):

$$K_v = \frac{1,2 \cdot 40}{\sqrt{2,5}} = 30,4, \text{ м}^3/\text{ч.}$$

2. Из каталога «Регулирующие клапаны с электроприводами и гидравлические регуляторы температуры и давления» предварительно выбирается клапан VFG2  $D_y = 50$  мм с  $K_{vs} = 32$  м³/ч и коэффициентом начала кавитации  $Z = 0,5$ .

3. По формуле (8) рассчитывается предельно допустимый перепад давлений на клапане с запасом 10 %:

$$\Delta P_{\text{кл.}}^{\text{пред.}} = 0,5 \cdot (7 - 3,85) \cdot 0,9 = 1,4 \text{ бар.}$$

4. Так как принятый первоначально перепад давлений на клапане оказался больше предельно допустимого по условиям кавитации ( $\Delta P_{\text{кл.}} = 2,5 > \Delta P_{\text{кл.}}^{\text{пред.}} = 1,4$ ),  $K_v^{\text{тр}}$  пересчитывается при  $\Delta P_{\text{кл.}} = 1,4$  бар:

$$K_v = \frac{1,2 \cdot 40}{\sqrt{1,4}} = 40,6, \text{ м}^3/\text{ч.}$$

5. По скорректированному значению  $K_v$  выбирается клапан VFG2  $D_y = 65$  мм с  $K_{vs} = 50$  м³/ч и коэффициентом начала кавитации  $Z = 0,5$ .

### Пример 3

Выбрать моторные регулирующие клапаны и клапаны регуляторов перепада давлений для теплового пункта, схема которого приведена на рис. 54.

*Исходные данные*

- ▶ Теплоноситель – вода, подаваемая из закрытой системы теплоснабжения по температурному графику с «летней» срезкой для ГВС.

- ▶ Расчетная температура теплоносителя в тепловой сети:  $T_1 = 150^\circ\text{C}$  и  $T_2 = 70^\circ\text{C}$ . Температура в точке «излома» графика:  $T'_1 = 70^\circ\text{C}$  и  $T'_2 = 40^\circ\text{C}$ .
- ▶ Избыточное давление в трубопроводах тепловой сети: подающем:  $P_1 = 12$  бар, обратном:  $P_2 = 4$  бар.
- ▶ Расчетная тепловая нагрузка: на отопление:  $Q_O = 1000$  кВт, на вентиляцию:  $Q_B = 2000$  кВт, на ГВС:  $Q_{ГВС} = 500$  кВт.
- ▶ Потеря давления: в системе отопления:  $\Delta P_O = 0,5$  бар, в системе вентиляции:  $\Delta P_B = 1$  бар, в первой ступени водоподогревателя ГВС (по греющей воде):  $\Delta P_{ГВС1} = 0,3$  бар, во второй ступени водоподогревателя ГВС (по греющей воде):  $\Delta P_{ГВС2} = 0,2$  бар.

#### Решение

1. Расчетный расход через регулирующий клапан в узле приготовления теплоносителя для системы отопления рассчитывается по формуле (7):

$$G_{OT} = 0,86 Q_O / (T_1 - T_2) = 0,86 \cdot 1000 / (150 - 70) = 10,75 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Расчетный расход через клапан регулятора перепада давлений для системы вентиляции:

$$G_B = 0,86 Q_B / (T_1 - T_2) = 0,86 \cdot 2000 / (150 - 70) = 21,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Расчетный расход через регулирующий клапан системы ГВС:

$$G_{ГВС} = 0,86 Q_{ГВС} / (T'_1 - T'_2) = 0,86 \cdot 500 / (70 - 40) = 14,33 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Расчетный расход через клапан регулятора перепада давлений РПД1 для систем отопления и ГВС:

$$G_{РПД1} = 0,8 (G_O + G_{ГВС}) = 0,8 (10,75 + 14,33) = 20,06 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Предельно допустимый перепад давлений по условию бескавитационной работы на клапанах регуляторов перепада давлений для систем отопления с ГВС ( $\Delta P_{РПД1}^{\text{макс}}$ ) и системы вентиляции ( $\Delta P_{РПД2}^{\text{макс}}$ ) при  $Z = 0,5$  (рекомендуемое значение для предварительного расчета) и  $P_{нас.} = 3,85$  бар:

$$\Delta P_{РПД1}^{\text{макс}} = \Delta P_{РПД2}^{\text{макс}} = Z (P_1 - P_n) = 0,5 (12 - 3,85) = 4,1 \text{ бар}.$$

6. Принимаем перепад давлений на регуляторах перепада давлений с запасом 10 %:

$$\Delta P_{РПД1} = \Delta P_{РПД2} = 0,9 \cdot 4,1 = 3,7 \text{ бар}.$$

7. Давление в подающем трубопроводе перед регулирующими клапанами систем отопления и ГВС:

$$P_3 = P_1 - \Delta P_{РПД1} = 12 - 3,7 = 8,3 \text{ бар}.$$

8. Предельно допустимый перепад давлений по условию бескавитационной работы на регулирующих клапанах системы отопления ( $\Delta P_{кл.ОТ}$ ) и ГВС ( $\Delta P_{кл.ГВС}$ ) при предварительно принятом  $Z = 0,5$  и  $P_{нас.} = 3,85$  бар:

$$\Delta P_{кл.О}^{\text{макс}} = \Delta P_{кл.ГВС}^{\text{макс}} = Z (P_3 - P_{нас.}) = 0,5 (8,3 - 3,85) = 2,2 \text{ бар}.$$

9. Принимаем перепад давлений на клапанах систем отопления и ГВС с запасом 10 %:

$$\Delta P_{кл.О} = \Delta P_{кл.ГВС} = 0,9 \cdot 2,2 = 2 \text{ бар}.$$

10. Излишний напор в кольце систем отопления и ГВС гасим на дополнительно устанавливаемом на вводе ручном балансировочном клапане БК1, принимая располагаемый напор на вводе с запасом 10 %:

$$\Delta P_{БК1} = 0,9 (P_1 - P_2) - \Delta P_{РПД1} - \Delta P_{кл.О} - \Delta P_{ГВС1} = 0,9 (12 - 4) - 3,7 - 2 - 0,3 = 1,2 \text{ бар}.$$

11. Излишний напор в кольце системы вентиляции гасим на дополнительно устанавливаемом ручном балансировочном клапане БК2:

$$\Delta P_{БК2} = 0,9 (P_1 - P_2) - \Delta P_{БК1} - \Delta P_{РПД2} - \Delta P_B = 0,9 (12 - 4) - 1,2 - 3,7 - 1 = 1,3 \text{ бар}.$$

12. Требуемая пропускная способность регулирующих клапанов по формуле (2):

$$\text{для отопления: } K_v = \frac{1,2 \cdot G_O}{\sqrt{\Delta P_{кл.О}}} = \frac{1,2 \cdot 10,75}{\sqrt{2}} = 9,14 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{для ГВС: } K_v = \frac{1,2 \cdot G_{ГВС}}{\sqrt{\Delta P_{кл.ГВС}}} = \frac{1,2 \cdot 14,33}{\sqrt{2}} = 12,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{для РПД1: } K_v = \frac{1,2 \cdot G_{РПД1}}{\sqrt{\Delta P_{РПД1}}} = \frac{1,2 \cdot 20,06}{\sqrt{3,7}} = 12,54 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{для РПД2: } K_v = \frac{1,2 \cdot G_B}{\sqrt{\Delta P_{РПД2}}} = \frac{1,2 \cdot 21,5}{\sqrt{3,7}} = 13,44 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

13. Клапаны выбираются по каталогу на основе требуемых пропускных способностей:

для отопления: VB2  $D_y = 25$  мм с  $K_{vs} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $Z = 0,5$ ;

для ГВС: VB2  $D_y = 32$  мм с  $K_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $Z = 0,5$ ;

для РПД1: VFG2  $D_y = 32$  мм с  $K_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $Z = 0,55$ ;

для РПД2: VFG2  $D_y = 32$  мм с  $K_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $Z = 0,55$ .

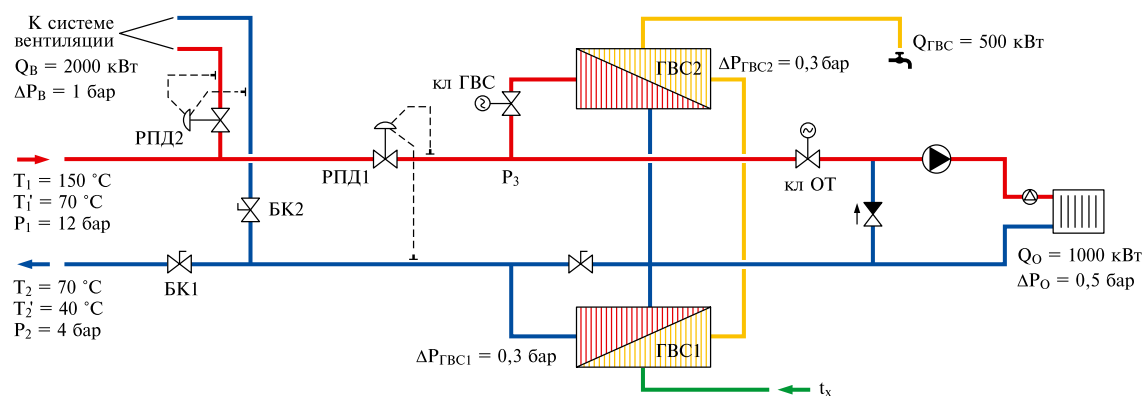


Рис. 54. Схема теплового пункта (к примеру 3)..

# Приложения

## Приложение 1. Условные обозначения

п/п	Рисунок прибора или устройства	Наименование прибора или устройства
1	$T_1 (T_{01})$	Подающий трубопровод системы теплоснабжения и отопления
2	$T_2 (T_{02})$	Обратный трубопровод системы теплоснабжения и отопления
3	$T_x$	Трубопровод холодной воды
4	$T_r$	Трубопровод горячей воды
5	$\Pi$	Циркуляционный трубопровод
6		Скоростной водоподогреватель
7		Емкостный водоподогреватель
8		Расширительный сосуд
9		Отопительный прибор
10		Радиаторный терморегулятор
11		Змеевик системы напольного отопления
12		Вентиляционная установка
13		Вычислитель СТП 943.1 теплосчетчика Sonometer 2000
14		Термопреобразователь теплосчетчика
15		Расходомер SONO 1500 CT
16		Электронный регулятор температуры серии ECL Comfort 110
17		Электронный регулятор температуры серии ECL Comfort 210(310)
18		Блоки ECA 60/61 и ECA 30

п/п	Рисунок прибора или устройства	Наименование прибора или устройства
19		Температурный датчик Pt1000
20		Датчик или реле давления
21		Реле перепада давлений
22		Сигнальное устройство
23		Кнопка (реле) сигнализации о внешней аварии
24		Проходной (двухходовой) регулирующий клапан с электроприводом
25		Трехходовой регулирующий клапан с электроприводом
26		Регулятор давления (перепада давлений) прямого действия
27		Соленоидный (электромагнитный) клапан
28		Электроконтактное реле давления (прессостат)
29		Насос
30		Частотный преобразователь VLT
31		Запорная арматура
32		Обратный клапан
33		Ручной балансировочный клапан
34		Сетчатый фильтр
35		Абонентский грязевик

## Приложение 2. Регулирующие клапаны и электрические приводы, рекомендуемые для применения в тепловых пунктах

Предельные расчетные параметры теплоносителя		Сочетание электроприводов с регулирующими клапанами различных диаметров (Ду, мм) и разных способов их соединения с трубопроводом																			
		Резьбовое соединение <sup>1)</sup>							Фланцы												
Р, бар	T, °C	15	20	25	32	40	50	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	
Проходные (двухходовые) регулирующие клапаны - для узла управления системой ГВС или отопительной (вентиляционной) системой при различии температур теплоносителя в тепловой сети и системе ( $T_{C1} > T_{O(В)}$ )																					
16	150	Для системы отопления или вентиляции: VM2 + AMV 20(23) <sup>2)</sup>					Для системы отопления или вентиляции: VB2 + AMV 20(23) <sup>2)</sup>					Для системы отопления или вентиляции или ГВС: VFM2 + AME 655 (658 SD) <sup>3)</sup>									
25		Для системы ГВС: VM2 + AMV 30(33) <sup>2)</sup>					Для системы ГВС: VB2 + AMV 30(33) <sup>2)</sup>					Для системы отопления или вентиляции или ГВС: VFG2 <sup>5)</sup> + адаптер <sup>6)</sup> + AME 655 (658 SD) <sup>3)</sup>									
Трехходовые регулирующие клапаны - для узла управления отопительной (вентиляционной) системой со смесительным насосом при равенстве расчетных температур теплоносителя в тепловой сети и системе ( $T_{C1} = T_{O(В)}$ )																					
16	130	VRG3 + AMV 435					VF3 + AMV 435					VF3 + AME 655 <sup>3)</sup>		-							
	150	-					VF3 + адаптер 7) + AMV 25					-	VF3 + AMV 85 <sup>7)</sup>								
-												VF3 + AME 655 <sup>4)</sup>									
					25	-					VFG33 + адаптер <sup>6)</sup> + AME 655										VF3 + AMV 85 <sup>7)</sup>

<sup>1)</sup> Приведенные в таблице резьбовые клапаны рекомендуется присоединять к трубопроводу с помощью фитингов с концами под приварку, заказываемых дополнительно (см приложение 4).

<sup>2)</sup> В скобках приведен номер модификации привода, снабженного функцией защиты, которая при обесточивании системы управления теплового пункта обеспечивает перемещение штока клапана в сторону перекрытия протока теплоносителя через теплоиспользующую установку.

<sup>3)</sup> Приводы AME 655 и AME 658SD могут управляться как аналоговым, так и трехпозиционным сигналом (переключаемые).

<sup>4)</sup> Клапан AVQM должен быть на Ру = 25 бар.

<sup>5)</sup> Клапан VFG2 Ду = 150–250 мм должны быть на Ру = 40 бар. и температуру Т<sub>макс</sub> = 200 °С.

При строительстве тепловых пунктов в районах с сейсмичностью 8-9 баллов вне зависимости от параметров теплоносителя и диаметра трубопроводов должны применяться только стальные фланцевые клапаны VFG2 на Ру = 40 бар. и температуру Т<sub>макс</sub> = 200 °С.

<sup>6)</sup> Адаптер предназначен для соединения клапана с приводом и заказывается отдельно (см. приложение 4).

<sup>7)</sup> Привод AMV 85 следует применять только в случае большого заданного перепада давлений на клапане, который не может быть преодолен приводом AME 655 (см. приложение 3).

## Приложение 3.

### Максимально допустимые перепады давлений на регулирующих клапанах в комбинации с электрическими приводами

Редукторные электрические приводы											
Технические характеристики					AMV 20	AMV 23 <sup>1)</sup>	AMV 30	AMV 33 <sup>1)</sup>	AME 655 <sup>2)</sup>	AME 658 SD <sup>1)2)</sup>	
Напряжение питания 230 В переменного тока					√	√	√	√	√	√	
Потребляемая мощность, Вт					2	7	7	12	16,1	35,7	
Трехпозиционный управляющий сигнал					√	√	√	√	√	√	
Аналоговый управляющий сигнал					-	-	-	-	AME	AME	
Защитная функция					-	√	-	√	-	√	
Блок из 2-х концевых выключателей <sup>3)</sup>					Или	Или.	Или	Или	Встроен	Встроен	
Блок из 2-х концевых выключателей с потенциометром <sup>3)</sup>					Или	Или	Или.	Или	-	-	
Время перемещения штока на 1 мм, с					15	15	3	3	3 или 6 <sup>4)</sup>	4 или 6 <sup>4)</sup>	
Развиваемое усилие, Н					450	450	450	450	2000	2000	
Ход штока, мм					10	10	10	10	50	50	
Проходные (двухходовые) седельные регулирующие клапаны											
Тип	P <sub>y</sub> , бар	Среда, T <sub>макс</sub> °C	Ду, мм	Ход штока, мм	Условная пропускная способность K <sub>vs</sub> , м³/ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане ΔP <sub>кв.ч</sub> , преодолеваемый электрическим приводом, бар					
VM2	25	Вода, 150	15	5	0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5	16	16	16	16		
			20		4	25	25	25	25		
			25	5	6,3	25	25	25	25		
				7	8	25	25	25	25		
					32	10	25	25	25	25	
			40	10	16	16	16	16			
			50		25	16	16	16	16		
VB2	25	Вода, 150	15	5	0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4	16	16	16	16		
			20		6,3	16	16	16	16		
			25	7	10	16	16	16	16		
			32	10	16	16	16	16	16		
			40		25	16	16	16	16		
			50		40	16	16	16	16		
VFM2	16	Вода, 150	65	30	63					16	16
			80	34	100					16	16
			100	40	160					16	16
			125		250					16	16
			150		400					10	10
			200	50	630					10	10
			250		900					10	10
VFG2	25	Вода, 200	65	12	50					16	16
			80	18	80					16	16
			100	20	125					15	15
			125		160					15	15
	40		150	24	280					12	12
			200		320					2	2
			250		400					1	1

<sup>1)</sup> Привод с защитной функцией. Применяется при необходимости закрытия проходного клапана при обесточивании системы управления.

<sup>2)</sup> Привод соединяется с клапанами VFG2, и VFG 33 через дополнительно заказываемый адаптер.

<sup>3)</sup> Дополнительная принадлежность.

<sup>4)</sup> Перенастраиваемая величина.

<sup>5)</sup> Привод соединяется с клапаном VF3 через дополнительно заказываемый адаптер.

<sup>7)</sup> В скобках - для сочетания клапана VF3 с приводом AMV 435.

## Максимально допустимые перепады давлений на регулирующих клапанах в комбинации с электрическими приводами (продолжение)

Редукторные электрические приводы									
Технические характеристики					AMV 25 <sup>5)</sup>	AMV 435	AME 655 <sup>2)</sup>	AMV 85	
Напряжение питания 230 В переменного тока					√	√	√	√	
Потребляемая мощность, Вт					2	2	16,1	10,5	
Трехпозиционный управляющий сигнал					√	√	Или	√	
Аналоговый управляющий сигнал					-	-	Или	-	
Защитная функция					-	-	-	-	
Блок из 2-х концевых выключателей <sup>3)</sup>					Или	Встроен	Встроен	Или	
Блок из 2-х концевых выключателей с потенциометром <sup>3)</sup>					Или	-	-	Или.	
Время перемещения штока на 1 мм, с					11	7,5 или 154)	3 или 64)	8	
Развиваемое усилие, Н					1000	400	2000	5000	
Ход штока, мм					15	20	50	40	
Трехходовые седельные регулирующие клапаны									
Тип	Ру, бар	Среда, Т <sub>макс</sub> °С	Ду, мм	Ход штока, мм	Условная пропускная способность К <sub>vs</sub> , м³/ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане ΔР <sub>квч</sub> преодолеваемый электрическим приводом, бар			
VRG3	16	Вода, 130	15	10	0,63; 1; 1,6; 2,5; 4		4		
			20	15	6,3		4		
			25		10		4		
			32		16		4		
			40		25		4		
			50		40		4		
VF3	16	Вода, 150 (130) <sup>3)</sup>	15	15	0,63; 1; 1,6; 2,5; 4	4	4	4	
			20		6,3	4	4	4	
			25		10	4	4	4	
			32		16	4	4	4	
			40		25	4	4	4	
			50		40	4	4	4	
			65	20	63		2,5	2,5	
			80	30	100		2,5	2,5	
			100		145			1,5	
			125	40	220			1	3
			150		320			0,5	1,5
VFG33	25	Вода, 200	25	8	8			16	
			32		12,5			16	
			40		20			16	
			50	12	32			14	
			65	16	50			12	
			80		80			10	
			100	20	125			10	
			125		160			10	

<sup>1)</sup> Привод с защитной функцией. Применяется при необходимости закрытия проходного клапана при обесточивании системы управления.

<sup>2)</sup> Привод соединяется с клапанами VFG2, и VFG 33 через дополнительно заказываемый адаптер.

<sup>3)</sup> Дополнительная принадлежность.

<sup>4)</sup> Перенастраиваемая величина.

<sup>5)</sup> Привод соединяется с клапаном VF3 через дополнительно заказываемый адаптер.

<sup>7)</sup> В скобках - для сочетания клапана VF3 с приводом AMV 435.



## Приложение 4. Перечень рекомендуемых приборов и устройств Danfoss для оснащения тепловых пунктов

### 1. Электронные регуляторы температуры

Погодные компенсаторы серии ECL Comfort и электронные ключи программирования для них

Тип	Описание	Кодовый номер
ECL Comfort 110	Одноканальный цифровой регулятор температуры с таймером	087B1262
ECL Comfort 210	Универсальный трехканальный цифровой регулятор температуры с дисплеем и управляющей кнопкой	087H3020
ECL Comfort 210 B	Универсальный трехканальный цифровой регулятор температуры без дисплея и управляющей кнопки	087H3030
ECL Comfort 310	Универсальный трехканальный цифровой регулятор температуры с дисплеем и управляющей кнопкой	087H3040
ECL Comfort 310 B	Универсальный трехканальный цифровой регулятор температуры без дисплея и управляющей кнопки	087H3050
A230	Электронный ключ программирования для управления одной системой отопления от ECL Comfort 210 или ECL Comfort 310	087H3802
A231 и A331 <sup>1)</sup>	Электронный ключ программирования для управления одной системой отопления от ECL Comfort 210 или ECL Comfort 310	087H3805
A260	Электронный ключ программирования для управления двумя системами отопления от ECL Comfort 210 или ECL Comfort 310	087H3801
A266	Электронный ключ программирования для управления одной системой отопления и ГВС от ECL Comfort 210 или ECL Comfort 310	087H3800
A361	Электронный ключ программирования для управления двумя системами отопления от ECL Comfort 310	087H3804
A368	Электронный ключ программирования для управления одной системой отопления и ГВС от ECL Comfort 310	087H3803
A368	Электронный ключ программирования для управления двумя системами отопления и системой ГВС от ECL Comfort 310	087H3810

<sup>1)</sup> Приложение A331 работает только с ECL Comfort 310.

Клеммная коробка для погодных компенсаторов ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310

Тип	Описание	Кодовый номер
—	Универсальная клеммная коробка для монтажа регулятора ECL Comfort 210 или ECL Comfort 310 на стене или DIN-рейке	087H3230
—	Крепежный комплект для монтажа регуляторов ECL Comfort 110 в вырезе панели щита управления	087B1249

Температурные датчики для погодных компенсаторов серии ECL Comfort, Pt 1000 Ом/°C

Тип	Описание	Кодовый номер
ESMT	Датчик температуры наружного воздуха	084N1012
ESM-10	Датчик температуры внутреннего воздуха	087B1164
ESM-11	Накладной датчик температуры теплоносителя (для установке на трубе)	087B1165
ESMU	Погружной датчик температуры теплоносителя медный, длина погружной части l = 100 мм	087B1180
	Погружной датчик температуры теплоносителя из нержавеющей стали, длина погружной части l = 100 мм	087B1182
—	Гильза из нержавеющей стали для медного датчика ESMU	087B1190

Дополнительные устройства для погодных компенсаторов серии ECL Comfort

Тип	Описание	Кодовый номер
ECA 61	Блок дистанционного контроля и управления ECL Comfort 110	087B1141
ECA 30	Блок дистанционного контроля и управления ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310	087H3200
ECA 32	Модуль входов-выходов для ECL Comfort 310	087H3202
—	Крепежный комплект для монтажа ECA 30 в вырезе панели щита управления	087H3236

## 2. Клапаны регулирующие

### 2.1. Клапаны регулирующие, проходные (двухходовые)

Клапан регулирующий латунный с наружной резьбой, разгруженный по давлению,  $P_y = 25$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 150^\circ\text{C}$ ,  $Z = 0,5$  для применения с электроприводами AMV 20, AMV 23, AMV 30 и AMV 33

Тип	Описание	Кодовый номер
VM2	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 0,25$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2010
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 0,4$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2011
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 0,63$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2012
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2013
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2014
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2015
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2026
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2016
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 7 мм	065B2027
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2017
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 8$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 7 мм	065B2028
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 10$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 7 мм	065B2018
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 16$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065B2019
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 25$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065B2020

Комплект присоединительных фитингов для регулирующих клапанов VS2 и VM2 (2 ниппеля, 2 накидные гайки, 2 прокладки)

Тип	Описание	Кодовый номер
—	Под приварку, $D_y = 15$ мм	003N5090
	То же, $D_y = 20$ мм	003N5091
	То же, $D_y = 25$ мм	003N5092
	То же, $D_y = 32$ мм	003N5093
	То же, $D_y = 40$ мм	065F6081
	То же, $D_y = 50$ мм	065F6082

Клапан регулирующий чугунный фланцевый, разгруженный по давлению,  $P_y = 25$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 150^\circ\text{C}$ ,  $Z = 0,5$  для применения с электроприводами AMV 20, AMV 23, AMV 30 и AMV 33

Тип	Описание	Кодовый номер
VB2	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 0,25$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2050
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 0,4$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2051
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 0,63$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2052
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2053
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2054
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2055
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2056
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 5 мм	065B2057
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 10$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 7 мм	065B2058
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 16$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065B2059
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 25$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065B2060
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 40$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065B2061

Клапан регулирующий чугунный фланцевый, разгруженный по давлению,  $P_y = 16$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 150^\circ\text{C}$ , для применения с электроприводами AME 655 и AME 658 SD ( $D_y = 65-250$  мм)

Тип	Описание	Кодовый номер
VFM2	$D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 63$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 30 мм, $Z = 0,45$	065B3500
	$D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 100$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 34 мм, $Z = 0,4$	065B3501
	$D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 160$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 40 мм, $Z = 0,35$	065B3502
	$D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 250$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 40 мм, $Z = 0,35$	065B3503
	$D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 400$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 40 мм, $Z = 0,35$	065B3504
	$D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 630$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 50 мм, $Z = 0,3$	065B3505
	$D_y = 250$ мм, $K_{vs} = 900$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 50 мм, $Z = 0,3$	065B3506

## 2.1. Клапаны регулирующие, проходные (двухходовые) (продолжение)

Универсальный регулирующий клапан чугунный фланцевый, разгруженный по давлению,  $P_y=25$  бар,  $T_{\text{макс}} = 200$  °C для применения с электроприводами AME 655 и AME 658SD<sup>1)</sup>

Тип	Описание	Кодовый номер
VFG2	$D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 50$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 12 мм, $Z = 0,5$	065B2407
	$D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 80$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 18 мм, $Z = 0,45$	065B2408
	$D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 125$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 20 мм, $Z = 0,4$	065B2409
	$D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 160$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 20 мм, $Z = 0,35$	065B2410

<sup>1)</sup> Приводы AME 655, AME658SD устанавливаются на клапан VFG2 через адаптер (см. стр. ...).  
VFG2 применяются также как элемент составных регуляторов давления

Универсальный регулирующий клапан стальной фланцевый, разгруженный по давлению,  $P_y=40$  бар,  $T_{\text{макс}} = 200$  °C для применения с электроприводами AME 655 и AME 658SD<sup>1)</sup>

Тип	Описание	Кодовый номер
VFG2	$D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 280$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 24 мм, $Z = 0,3$	065B2427
	$D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 320$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 24 мм, $Z = 0,2$	065B2428
	$D_y = 250$ мм, $K_{vs} = 400$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 24 мм, $Z = 0,2$	065B2429

<sup>1)</sup> Приводы AME 655, AME658SD устанавливаются на клапан VFG2 через адаптер (см. стр. ...).  
VFG2 применяются также как элемент составных регуляторов давления

## 2.2. Клапаны регулирующие, трехходовые, смесительные

Клапан регулирующий чугунный с наружной резьбой, не разгруженный по давлению,  $P_y = 16$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 130^\circ\text{C}$ ,  $Z = 0,4$  для применения с электроприводом AMV 435

Тип	Описание	Кодовый номер
VRG3	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 0,63$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065Z0111
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065Z0112
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065Z0113
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065Z0114
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 10 мм	065Z0115
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065Z0116
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 10$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065Z0117
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 16$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065Z0118
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 25$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065Z0119
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 40$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065Z0120

Присоединительный фитинг для регулирующего клапана VRG3 (1 шт., внутренняя/внутренняя резьба)

Тип	Описание	Кодовый номер
—	$D_y = 15$ мм	065Z0291
	$D_y = 20$ мм	065Z0292
	$D_y = 25$ мм	065Z0293
	$D_y = 32$ мм	065Z0294
	$D_y = 40$ мм	065Z0295
	$D_y = 50$ мм	065Z0296

Клапан регулирующий чугунный фланцевый, не разгруженный по давлению,  $P_y = 16$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 150^\circ\text{C}$ ,  $Z = 0,4$  для применения с электроприводами AMV 25 ( $D_y = 15\text{--}50$  мм)<sup>1)</sup>, AMV 435 ( $D_y = 15\text{--}80$  мм)<sup>2)</sup>, AMV 85 ( $D_y = 125\text{--}150$  мм) и AME 655 ( $D_y = 100\text{--}150$  мм)

Тип	Описание	Кодовый номер
VF3	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 0,63$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1611
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1612
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 1,6$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1613
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 2,5$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1614
	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1615
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1620
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 10$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1625
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 16$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1532
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 25$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1640
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 38$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 15 мм	065B1650
	$D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 63$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 20 мм	065B1665
	$D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 100$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 30 мм	065B1680
	$D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 145$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 30 мм	065B1685
	$D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 220$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 40 мм	065B3125
	$D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 320$ м <sup>3</sup> /ч, ход штока 40 мм	065B3150

<sup>1)</sup> Привод AMV 25 устанавливается на клапан VF3  $D_y = 15\text{--}50$  мм через адаптер (см. стр. 60).

Клапан регулирующий чугунный фланцевый, разгруженный по давлению,  $P_y = 25$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 200^\circ\text{C}$  для применения с электроприводом AME 655

Тип	Описание	Кодовый номер
VFG33	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 8$ м <sup>3</sup> /ч, $Z = 0,6$	065B2598
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 12,5$ м <sup>3</sup> /ч, $Z = 0,55$	065B2599
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 20$ м <sup>3</sup> /ч, $Z = 0,55$	065B2600
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 32$ м <sup>3</sup> /ч, $Z = 0,5$	065B2601
	$D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 50$ м <sup>3</sup> /ч, $Z = 0,5$	065B2602
	$D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 80$ м <sup>3</sup> /ч, $Z = 0,45$	065B2603
	$D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 125$ м <sup>3</sup> /ч, $Z = 0,4$	065B2604
	$D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 160$ м <sup>3</sup> /ч, $Z = 0,35$	065B2605

<sup>1)</sup> Привод AMV 655 устанавливается на клапан VFG33 через адаптер (см. стр. 60).

### 3. Электроприводы

#### Электроприводы с импульсным управляющим сигналом

Тип	Описание	Кодовый номер
AMV20	Для клапана VB2 $D_v = 15-50$ мм, $t = 15$ с/мм, ход штока 10 мм, развиваемое усилие 450 Н, 220 В	082G3007
AMV23	Для клапана VB2 $D_v = 15-50$ мм с возвратной пружиной, $t = 15$ с/мм, ход штока 10 мм, развиваемое усилие 450 Н, 220 В	082G3009
AMV30	Для клапана VB2 $D_v = 15-50$ мм, $t = 3$ с/мм, ход штока 10 мм, развиваемое усилие 450 Н, 220 В	082G3011
AMV33	Для клапана VB2 $D_v = 15-50$ мм с возвратной пружиной, $t = 3$ с/мм, ход штока 10 мм, развиваемое усилие 450 Н, 220 В	082G3013
AMV25 <sup>1)</sup>	Для клапанов VRB2(3), VRG2(3) и VF3 $D_v = 15-50$ мм, $t = 3$ с/мм, ход штока 15 мм, развиваемое усилие 600 Н, 220 В	082G3021
AMV435 <sup>2)</sup>	Для клапанов VRG3 $D_v = 15-50$ мм и VF3 $D_v = 15-80$ мм, $t = 7,5$ или $15$ с/мм, ход штока 20 мм, развиваемое усилие 400 Н, 220 В	082H0163
AMV85	Для клапана VF3 $D_v = 125-150$ мм, $t = 8$ с/мм, ход штока 40 мм, развиваемое усилие 5000 Н, 220 В	082G1451
AME655 <sup>3)</sup>	Для клапанов VFM2, VFG2 $D_v = 65-250$ мм и AFQM $D_v = 65-125$ мм $t = 4$ с/мм, ход штока 40 мм, развиваемое усилие 1500 Н, 220 В	082H3021
AME658 SD <sup>3)</sup>	Для клапанов VFM2, VFG2 $D_v = 65-250$ мм и AFQM $D_v = 65-125$ мм $t = 4$ с/мм, ход штока 40 мм, развиваемое усилие 1500 Н, 220 В	082H3024

<sup>1)</sup> Привод AMV25 устанавливается на клапан VF3  $D_v = 15-50$  мм через адаптер (см. след. табл.).

<sup>2)</sup> Применим с клапанами VRG 3 и VF3 при температуре до 130 °С

<sup>3)</sup> Приводы AME 655 и AME 658 SD устанавливаются на клапаны VFG2 и VFG33 через адаптер (см. след. табл.).

#### Адаптеры для установки электроприводов на регулирующие клапаны

Тип	Описание	Кодовый номер
—	Для установки привода AMV25 на клапан VF3 $D_v = 15-50$ мм	065Z0311
—	Для установки приводов AME 655 и AME 658 SD на клапаны VFG33 $D_v = 25-65$ мм, VFG2 и AFQM $D_v = 65$ мм	065B3525
—	То же, VFG2, VFG33 и AFQM $D_v = 80-125$ мм	065B3526
—	То же, VFG2 $D_v = 150-250$ мм	065B3527

### 4. Гидравлические регуляторы перепада давлений

#### 4.1. Моноблочные регуляторы перепада давлений

Клапан-регулятор перепада давлений типа AVP<sup>1)</sup> для обратного трубопровода чугунный фланцевый,  $P_y = 25$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 150$  °С

Тип	Описание	Кодовый номер
AVP	С наружной резьбой, $D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6$	003H6345
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6$	003H6351
	$D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6$	003H6346
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6$	003H6352
	$D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 8$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6$	003H6347
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6$	003H6353
	$D_v = 32$ мм, $K_{vs} = 12,5$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6$	003H6348
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6$	003H6354
	$D_v = 40$ мм, $K_{vs} = 16$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6$	003H6349
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6$	003H6355
	$D_v = 50$ мм, $K_{vs} = 20$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6$	003H6350
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6$	003H6356

<sup>1)</sup> Дополнительно требуется одна импульсная трубка AV (см. стр. 64).

Клапан-регулятор перепада давлений типа AVP для подающего трубопровода чугунный фланцевый,  $P_y = 25$  бар,  $T_{\text{макс}} = 150^\circ\text{C}$

Тип	Описание	Кодовый номер
AVP	С наружной резьбой, $D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6^{1)}$	003H6369
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6^{1)}$	003H6375
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6^{1)}$	003H6370
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6^{1)}$	003H6376
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 8$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6^{1)}$	003H6371
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6^{1)}$	003H6377
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 12,5$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6^{2)}$	003H6372
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6^{2)}$	003H6378
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 16$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6^{2)}$	003H6373
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6^{2)}$	003H6379
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 20$ м <sup>3</sup> /ч, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,2-1$ бар, $Z = 0,6^{2)}$	003H6374
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,3-2$ бар, $Z = 0,6^{2)}$	003H6380

<sup>1)</sup> Дополнительно требуется одна импульсная трубка AV (см. след. табл.).

<sup>2)</sup> Дополнительно требуются две импульсные трубки AV.

Импульсная трубка в комплекте с присоединительными фитингами для клапана-регулятора перепада давлений типа AVP

Тип	Описание	Кодовый номер
AV	$\varnothing 6$ мм, $l = 1,5$ м, штуцер для присоединения к трубопроводу с наружной резьбой 1/2"	003H6854

## 4.2. Составные регуляторы перепада давлений

Регулирующие блоки типа AFP<sup>1)</sup> для составного регулятора перепада давлений

Тип	Описание	Кодовый номер
AFP	С диапазоном настройки перепада давлений $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,05-0,35$ бар, для клапана $D_y = 15-250$ мм	003G1018
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,1-0,7$ бар, для клапана $D_y = 15-250$ мм	003G1017
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,15-1,5$ бар, для клапана $D_y = 15-250$ мм	003G1016
AFP-9	С диапазоном настройки перепада давлений $\Delta P_{\text{пер.}} = 0,5-3$ бар, для клапана $D_y = 15-125$ мм	003G1015
	То же, $\Delta P_{\text{пер.}} = 1-6$ бар, для клапана $D_y = 15-125$ мм	003G1014

<sup>1)</sup> Применяется совместно с универсальным регулирующим клапаном типа VFG2 (стр. 58). Дополнительно требуются две импульсные трубки AF (след. табл.).

Импульсная трубка в комплекте с присоединительными фитингами для регулятора перепада давлений типа AFP

Тип	Описание	Кодовый номер
AF	$\varnothing 10$ мм, $l = 1,5$ м, штуцер для присоединения к трубопроводу с наружной резьбой 1/4"	003H0279

## 5. Соленоидные (электромагнитные) клапаны

Соленоидный (электромагнитный) клапан

Тип	Описание	Кодовый номер
EV220B нормально закрытый	$D_y = 15$ мм, $K_v = 4$ м <sup>3</sup> /ч	032U7115
	$D_y = 20$ мм, $K_v = 8$ м <sup>3</sup> /ч	032U7120
	$D_y = 25$ мм, $K_v = 11$ м <sup>3</sup> /ч	032U7125
	$D_y = 32$ мм, $K_v = 18$ м <sup>3</sup> /ч	032U7132
	$D_y = 40$ мм, $K_v = 24$ м <sup>3</sup> /ч	032U7140
	$D_y = 50$ мм, $K_v = 40$ м <sup>3</sup> /ч	032U7150

Универсальная электромагнитная катушка для соленоидного клапана EV220B

Тип	Описание	Кодовый номер
	10 Вт, 220 В, класс защиты IP65	018F7351

Штекер для подключения электрического кабеля к электромагнитной катушке соленоидного клапана

Тип	Описание	Кодовый номер
	Штекер для подключения электрического кабеля к электромагнитной катушке соленоидного клапана	042N0156



## 6. Электроконтактные реле давления (прессостаты)

Реле с однополюсным переключателем SPDT

Тип	Описание	Кодовый номер
KPI35	Диапазон настройки 0,4–8 бар, штуцер 1/4", максимальная нагрузка на контакты 6 А	060-121766
KPI36	Диапазон настройки 4–12 бар, штуцер 1/4", максимальная нагрузка на контакты 6 А	060-118966

Реле перепада давлений с однополюсным переключателем SPDT

Тип	Описание	Кодовый номер
RT 262A	Диапазон настройки 0,1–1,5 бар, штуцер 3/8", макс. нагрузка на контакты 4 А	017D002566

## 7. Балансировочные клапаны

Клапан балансировочный MSV-BD Leno латунный ручной, с измерительными ниппелями,  $P_y = 20$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 120$  °C,  $\Delta P_{\text{кл. макс.}} = 2,5$  бар

Тип	Описание	Кодовый номер
MSV-BD Leno	Муфтовый, $D_v = 15$ мм, $LF$ , $K_{vs} = 2,5$ м³/ч	003Z4000
	То же, $D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 3$ м³/ч	003Z4001
	То же, $D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 6,6$ м³/ч	003Z4002
	То же, $D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 9,5$ м³/ч	003Z4003
	То же, $D_v = 32$ мм, $K_{vs} = 18$ м³/ч	003Z4004
	То же, $D_v = 40$ мм, $K_{vs} = 26$ м³/ч	003Z4005
	То же, $D_v = 50$ мм, $K_{vs} = 40$ м³/ч	003Z4006
	С наружной резьбой, $D_v = 15$ мм, $LF$ , $K_{vs} = 2,5$ м³/ч	003Z4100
	То же, $D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 3$ м³/ч	003Z4101
	То же, $D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 6,6$ м³/ч	003Z4102

Клапан балансировочный MSV-F2 чугунный ручной, фланцевый с измерительными ниппелями,  $P_y = 16$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 130$  °C,  $\Delta P_{\text{кл. макс.}} = 1,5$  бар

Тип	Описание	Кодовый номер
MSV-F2	$D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 3,1$ м³/ч	003Z1085
	$D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м³/ч	003Z1086
	$D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 9$ м³/ч	003Z1087
	$D_v = 32$ мм, $K_{vs} = 15,5$ м³/ч	003Z1088
	$D_v = 40$ мм, $K_{vs} = 32,3$ м³/ч	003Z1089
	$D_v = 50$ мм, $K_{vs} = 53,8$ м³/ч	003Z1061
	$D_v = 65$ мм, $K_{vs} = 93,4$ м³/ч	003Z1062
	$D_v = 80$ мм, $K_{vs} = 122,3$ м³/ч	003Z1063
	$D_v = 100$ мм, $K_{vs} = 200$ м³/ч	003Z1064
	$D_v = 125$ мм, $K_{vs} = 304,4$ м³/ч	003Z1065
	$D_v = 150$ мм, $K_{vs} = 400,8$ м³/ч	003Z1066
	$D_v = 200$ мм, $K_{vs} = 685,6$ м³/ч	003Z1067
	$D_v = 250$ мм, $K_{vs} = 952,3$ м³/ч	003Z1068
	$D_v = 300$ мм, $K_{vs} = 1380,2$ м³/ч	003Z1069
	$D_v = 350$ мм, $K_{vs} = 2046,1$ м³/ч	003Z1090
	$D_v = 400$ мм, $K_{vs} = 2584,6$ м³/ч	003Z1091

Клапан балансировочный MSV-F2, чугунный ручной, фланцевый, с измерительными ниппелями,  $P_y = 25$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 150$  °C,  $\Delta P_{\text{кл. макс.}} = 2$  бар

Тип	Описание	Кодовый номер
MSV-F2	$D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 3,1$ м³/ч	003Z1092
	$D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 6,3$ м³/ч	003Z1093
	$D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 9$ м³/ч	003Z1094
	$D_v = 32$ мм, $K_{vs} = 15,5$ м³/ч	003Z1095
	$D_v = 40$ мм, $K_{vs} = 32,3$ м³/ч	003Z1096
	$D_v = 50$ мм, $K_{vs} = 53,8$ м³/ч	003Z1070
	$D_v = 65$ мм, $K_{vs} = 93,4$ м³/ч	003Z1071
	$D_v = 80$ мм, $K_{vs} = 122,3$ м³/ч	003Z1072
	$D_v = 100$ мм, $K_{vs} = 200$ м³/ч	003Z1073
	$D_v = 125$ мм, $K_{vs} = 304,4$ м³/ч	003Z1074
	$D_v = 150$ мм, $K_{vs} = 400,8$ м³/ч	003Z1075
	$D_v = 200$ мм, $K_{vs} = 685,6$ м³/ч	003Z1076
	$D_v = 250$ мм, $K_{vs} = 952,3$ м³/ч	003Z1077
	$D_v = 300$ мм, $K_{vs} = 1380,2$ м³/ч	003Z1078
	$D_v = 350$ мм, $K_{vs} = 2046,1$ м³/ч	003Z1097
	$D_v = 400$ мм, $K_{vs} = 2584,6$ м³/ч	003Z1098

## 8. Трубопроводная арматура

### 8.1. Запорные и спускные шаровые краны

Шаровые краны запорные стальные со стандартным проходом  $T_{\text{макс.}} = 180^{\circ}\text{C}$

Тип	Описание	Кодовый номер
JiP-WW	Под приварку с рукояткой $P_y = 40$ бар, $D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 12$ м <sup>3</sup> /ч	065N0100
	То же, $D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 14$ м <sup>3</sup> /ч	065N0105
	То же, $D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 26$ м <sup>3</sup> /ч	065N0110
	То же, $D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 41$ м <sup>3</sup> /ч	065N0115
	То же, $D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 68$ м <sup>3</sup> /ч	065N0120
	То же, $D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 112$ м <sup>3</sup> /ч	065N0125
	То же, $P_y = 25$ бар, $D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 200$ м <sup>3</sup> /ч	065N4280
	То же, $D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 380$ м <sup>3</sup> /ч	065N4285
	То же, $D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 620$ м <sup>3</sup> /ч	065N0140
	То же, $D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 1025$ м <sup>3</sup> /ч	065N0745
	То же, $D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 1490$ м <sup>3</sup> /ч	065N0750
	То же, $D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 2300$ м <sup>3</sup> /ч	065N0755
JiP-FF	Фланцевый с рукояткой, $P_y = 40$ бар, $D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 12$ м <sup>3</sup> /ч	065N0300
	То же, $D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 14$ м <sup>3</sup> /ч	065N0305
	То же, $D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 26$ м <sup>3</sup> /ч	065N0310
	То же, $D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 41$ м <sup>3</sup> /ч	065N0315
	То же, $D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 68$ м <sup>3</sup> /ч	065N0320
	То же, $D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 112$ м <sup>3</sup> /ч	065N0325
	То же, $P_y = 25$ бар, $D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 200$ м <sup>3</sup> /ч	065N4281
	То же, $D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 380$ м <sup>3</sup> /ч	065N4286
	То же, $D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 620$ м <sup>3</sup> /ч	065N0340
	То же, $D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 1025$ м <sup>3</sup> /ч	065N0945
	То же, $D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 1490$ м <sup>3</sup> /ч	065N0950
	То же, $D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 2300$ м <sup>3</sup> /ч	065N0955
	То же, $P_y = 16$ бар, $D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 200$ м <sup>3</sup> /ч	065N4282
	То же, $D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 380$ м <sup>3</sup> /ч	065N0235
	То же, $D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 620$ м <sup>3</sup> /ч	065N0240
	То же, $D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 1025$ м <sup>3</sup> /ч	065N0845
	То же, $D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 1490$ м <sup>3</sup> /ч	065N0850
	То же, $D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 2300$ м <sup>3</sup> /ч	065N0855
JiP-WW/G	Под приварку с ручным редуктором, $P_y = 25$ бар, $D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 1490$ м <sup>3</sup> /ч	065N0151
	То же, $D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 2300$ м <sup>3</sup> /ч	065N0156
	То же, $D_y = 250$ мм, $K_{vs} = 4600$ м <sup>3</sup> /ч	065N0161
	То же, $D_y = 300$ мм, $K_{vs} = 7700$ м <sup>3</sup> /ч	065N0166
	То же, $D_y = 350$ мм, $K_{vs} = 7700$ м <sup>3</sup> /ч	065N0171
	То же, $D_y = 400$ мм, $K_{vs} = 9000$ м <sup>3</sup> /ч	065N0176
JiP-FF/G	Фланцевый с ручным редуктором, $P_y = 25$ бар, $D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 1490$ м <sup>3</sup> /ч	065N0351
	То же, $D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 2300$ м <sup>3</sup> /ч	065N0356
	То же, $D_y = 250$ мм, $K_{vs} = 4600$ м <sup>3</sup> /ч	065N0361
	То же, $D_y = 300$ мм, $K_{vs} = 7700$ м <sup>3</sup> /ч	065N0366
	То же, $D_y = 350$ мм, $K_{vs} = 7700$ м <sup>3</sup> /ч	065N0371
	То же, $D_y = 400$ мм, $K_{vs} = 9000$ м <sup>3</sup> /ч	065N376
	То же, $D_y = 500$ мм, $K_{vs} = 18000$ м <sup>3</sup> /ч	065N0381
	То же, $P_y = 16$ бар, $D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 1490$ м <sup>3</sup> /ч	065N0251
	То же, $D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 2300$ м <sup>3</sup> /ч	065N0256
	То же, $D_y = 250$ мм, $K_{vs} = 4600$ м <sup>3</sup> /ч	065N0261
	То же, $D_y = 300$ мм, $K_{vs} = 7700$ м <sup>3</sup> /ч	065N0266
	То же, $D_y = 350$ мм, $K_{vs} = 7700$ м <sup>3</sup> /ч	065N0271
	То же, $D_y = 400$ мм, $K_{vs} = 9000$ м <sup>3</sup> /ч	065N0276

Шаровой кран запорный муфтовый полнопроходной из нержавеющей стали,  $P_y = 69$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 230^\circ\text{C}$

Тип	Описание	Кодовый номер
X1666	$D_v = 8$ мм, $K_{vs} = 4,7$ м³/ч	149B5209
	То же, $D_v = 10$ мм, $K_{vs} = 8,5$ м³/ч	149B5210
	То же, $D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 13,2$ м³/ч	149B5211
	То же, $D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 17$ м³/ч	149B5212
	То же, $D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 30,2$ м³/ч	149B5213
	То же, $D_v = 32$ мм, $K_{vs} = 45,2$ м³/ч	149B5214
	То же, $D_v = 40$ мм, $K_{vs} = 69,7$ м³/ч	149B5215
	То же, $D_v = 50$ мм, $K_{vs} = 128,2$ м³/ч	149B5216

Шаровые краны латунные

Тип	Описание	Кодовый номер
Danfoss (аналог EAGLE)	Запорный муфтовый полнопроходной, $P_y = 40$ бар, $T_{\text{макс.}} = 110^\circ\text{C}$ , $D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 15$ м³/ч	065B8207
	То же, $D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 28$ м³/ч	065B8208
	То же, $D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 39$ м³/ч	065B8209
	То же, $D_v = 32$ мм, $K_{vs} = 84$ м³/ч	065B8210
	То же, $D_v = 40$ мм, $K_{vs} = 156$ м³/ч	065B8211
	То же, $D_v = 50$ мм, $K_{vs} = 243$ м³/ч	065B8212
Danfoss	Запорный муфтовый полнопроходной с клапаном для выпуска воздуха, $P_y = 40$ бар, $T_{\text{макс.}} = 110^\circ\text{C}$ , $D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 15$ м³/ч	065B8216
	То же, $D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 28$ м³/ч	065B8217
	То же, $D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 39$ м³/ч	065B8218
	То же, $D_v = 32$ мм, $K_{vs} = 84$ м³/ч	065B8219
	То же, $D_v = 40$ мм, $K_{vs} = 156$ м³/ч	065B8220
	То же, $D_v = 50$ мм, $K_{vs} = 243$ м³/ч	065B8221
Danfoss	Запорный с патрубком и накидной гайкой («американкой») полнопроходной, $P_y = 40$ бар, $T_{\text{макс.}} = 110^\circ\text{C}$ , $D_v = 15$ мм, $K_{vs} = 15$ м³/ч	065B8203
	То же, $D_v = 20$ мм, $K_{vs} = 28$ м³/ч	065B8204
	То же, $P_y = 40$ бар, $D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 39$ м³/ч	065B8205
	То же, $P_y = 30$ бар, $D_v = 32$ мм, $K_{vs} = 84$ м³/ч	065B8206
Danfoss	Спускной с наружной резьбой и патрубком для присоединения шланга, $P_y = 10$ бар, $T_{\text{макс.}} = 90^\circ\text{C}$ , $D_v = 15$ мм	065B8200
	То же, $D_v = 20$ мм	065B8201
	То же, $D_v = 25$ мм	065B8202

## 8.2. Затворы дисковые поворотные

Затворы дисковые поворотные чугунные для межфланцевой установки,  $P_y = 16$  бар (для  $D_v = 25$  мм  $P_y = 10$  бар),  $T_{\text{макс.}} = 120^\circ\text{C}$

Тип	Описание	Кодовый номер
VFY-WH	С рукояткой, $D_v = 25$ мм, $K_{vs} = 40$ м³/ч	065B7350
	То же, $D_v = 32/40$ мм, $K_{vs} = 62$ м³/ч	065B7351
	То же, $D_v = 50$ мм, $K_{vs} = 79$ м³/ч	065B7352
	То же, $D_v = 65$ мм, $K_{vs} = 174$ м³/ч	065B7353
	То же, $D_v = 80$ мм, $K_{vs} = 275$ м³/ч	065B7354
	То же, $D_v = 100$ мм, $K_{vs} = 496$ м³/ч	065B7355
	То же, $D_v = 125$ мм, $K_{vs} = 883$ м³/ч	065B7356
	То же, $D_v = 150$ мм, $K_{vs} = 1212$ м³/ч	065B7357
	С ручным редуктором, $D_v = 200$ мм, $K_{vs} = 2500$ м³/ч	065B7362
	То же, $D_v = 250$ мм, $K_{vs} = 3948$ м³/ч	065B7363
	То же, $D_v = 300$ мм, $K_{vs} = 5635$ м³/ч	065B7364

### 8.3. Обратные клапаны

Обратный клапан чугунный фланцевый,  $P_y = 16$  бар ( $P_y = 10$  бар для  $D_y = 200$  мм),  $T_{\text{макс.}} = 100$  °C

Тип	Описание	Кодовый номер
462	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 69$ м <sup>3</sup> /ч	149B3751
	$D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 125$ м <sup>3</sup> /ч	149B3752
	$D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 157$ м <sup>3</sup> /ч	149B3753
	$D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 350$ м <sup>3</sup> /ч	149B3754
	$D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 582$ м <sup>3</sup> /ч	149B3755
	$D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 710$ м <sup>3</sup> /ч	149B3756
	$D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 1031$ м <sup>3</sup> /ч	149B3757

#### Обратные клапаны латунные

Тип	Описание	Кодовый номер
Danfoss	Муфтовый с пластмассовым затвором, $P_y = 25$ бар, $T_{\text{макс.}} = 100$ °C, $D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 4$ м <sup>3</sup> /ч	065B8224
	То же, $D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 8$ м <sup>3</sup> /ч	065B8225
	То же, $D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 10,3$ м <sup>3</sup> /ч	065B8226
	То же, $P_y = 18$ бар, $D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 18$ м <sup>3</sup> /ч	065B8227
	То же, $D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 40$ м <sup>3</sup> /ч	065B8228
	То же, $D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 46,5$ м <sup>3</sup> /ч	065B8229
223 <sup>1)</sup>	С наружной резьбой и металлическим затвором, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 80$ °C, $D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 4,25$ м <sup>3</sup> /ч	149B2890
	То же, $D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 9$ м <sup>3</sup> /ч	149B2891
	То же, $D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 14,53$ м <sup>3</sup> /ч	149B2892
	То же, $D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 23,3$ м <sup>3</sup> /ч	149B2893
	То же, $D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 40,47$ м <sup>3</sup> /ч	149B2894
	То же, $D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 65,27$ м <sup>3</sup> /ч	149B2895
223	Комплект приварных присоединительных патрубков с накидными гайками, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 80$ °C, $D_y = 15$ мм	003H6908
	То же, $D_y = 20$ мм	003H6909
	То же, $D_y = 25$ мм	003H6910
	То же, $D_y = 32$ мм	003N5093
	То же, $D_y = 40$ мм	003F6081
	То же, $D_y = 50$ мм	003F6082

<sup>1)</sup> Для соединения с трубопроводом требуются приварные или резьбовые присоединительные патрубки, заказываемые отдельно.

#### Обратные клапаны межфланцевые

Тип	Описание	Кодовый номер
812	Из нержавеющей стали $D_y = 15$ мм, $P_y = 40$ бар, $T_{\text{макс.}} = 350$ °C, $K_{vs} = 4,24$ м <sup>3</sup> /ч	149B2420
	То же, $D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 7,8$ м <sup>3</sup> /ч	149B2421
	То же, $D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 12,4$ м <sup>3</sup> /ч	149B2422
802	Латунный, $D_y = 32$ мм, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 200$ °C, $K_{vs} = 18$ м <sup>3</sup> /ч	149B2413
	То же, $D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 28$ м <sup>3</sup> /ч	149B2414
	То же, $D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 40,1$ м <sup>3</sup> /ч	149B2415
	Ковкий чугун, $D_y = 65$ мм, $P_y = 16$ бар, $T_{\text{макс.}} = 150$ °C, $K_{vs} = 72,5$ м <sup>3</sup> /ч	149B2416
	То же, $D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 111$ м <sup>3</sup> /ч	149B2417
	То же, $D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 182$ м <sup>3</sup> /ч	149B2418
	Высокопрочный чугун, $D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 302$ м <sup>3</sup> /ч	149B2439
	То же, $D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 370$ м <sup>3</sup> /ч	149B2440
	То же, $D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 546$ м <sup>3</sup> /ч	149B2441

## 8.4. Сетчатые фильтры

Сетчатые фильтры муфтовые латунные,  $P_y = 25$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 130^\circ\text{C}$

Тип	Описание	Кодовый номер
FVR-D	Со сливным краном, $D_y = 15$ мм, $K_v = 4,5$ м <sup>3</sup> /ч	065B8241
	То же, $D_y = 20$ мм, $K_v = 7,9$ м <sup>3</sup> /ч	065B8242
	То же, $D_y = 25$ мм, $K_v = 11,2$ м <sup>3</sup> /ч	065B8243
	То же, $D_y = 32$ мм, $K_v = 17,0$ м <sup>3</sup> /ч	065B8244
	То же, $D_y = 40$ мм, $K_v = 24,5$ м <sup>3</sup> /ч	065B8245
	То же, $D_y = 50$ мм, $K_v = 36$ м <sup>3</sup> /ч	065B8246
FVR	С пробкой для слива, $D_y = 15$ мм, $K_v = 2,7$ м <sup>3</sup> /ч	065B8235
	То же, $D_y = 20$ мм, $K_v = 5,1$ м <sup>3</sup> /ч	065B8236
	То же, $D_y = 25$ мм, $K_v = 11,3$ м <sup>3</sup> /ч	065B8237
	То же, $D_y = 32$ мм, $K_v = 17,2$ м <sup>3</sup> /ч	065B8238
	То же, $D_y = 40$ мм, $K_v = 23$ м <sup>3</sup> /ч	065B8239
	То же, $D_y = 50$ мм, $K_v = 46,8$ м <sup>3</sup> /ч	065B8240

Сетчатый фильтр муфтовый из нержавеющей стали,  $P_y = 40$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 175^\circ\text{C}$

Тип	Описание	Кодовый номер
Y666	$D_y = 15$ мм, $K_v = 1,03$ м <sup>3</sup> /ч	149B5273
	$D_y = 20$ мм, $K_v = 5,3$ м <sup>3</sup> /ч	149B5274
	$D_y = 25$ мм, $K_v = 8,7$ м <sup>3</sup> /ч	149B5275
	$D_y = 32$ мм, $K_v = 13,3$ м <sup>3</sup> /ч	149B5276
	$D_y = 40$ мм, $K_v = 19,34$ м <sup>3</sup> /ч	149B5277
	$D_y = 50$ мм, $K_v = 30,21$ м <sup>3</sup> /ч	149B5278

Сетчатый фильтр фланцевый чугунный со сливным краном,  $P_y = 16$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 150^\circ\text{C}$

Тип	Описание	Кодовый номер
FVF	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 5,3$ м <sup>3</sup> /ч	065B7726
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 9,5$ м <sup>3</sup> /ч	065B7727
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 16,5$ м <sup>3</sup> /ч	065B7728
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 20$ м <sup>3</sup> /ч	065B7729
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 33$ м <sup>3</sup> /ч	065B7730
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 54$ м <sup>3</sup> /ч	065B7731
	$D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 95$ м <sup>3</sup> /ч	065B7732
	$D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 140$ м <sup>3</sup> /ч	065B7733
	$D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 201$ м <sup>3</sup> /ч	065B7734
	$D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 340$ м <sup>3</sup> /ч	065B7735
	$D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 526$ м <sup>3</sup> /ч	065B7736
	$D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 870$ м <sup>3</sup> /ч	065B7737
	$D_y = 250$ мм, $K_{vs} = 1260$ м <sup>3</sup> /ч	065B7738
	$D_y = 300$ мм, $K_{vs} = 1735$ м <sup>3</sup> /ч	065B7739

Сетчатый фильтр фланцевый чугунный с пробкой,  $P_y = 25$  бар,  $T_{\text{макс.}} = 150^\circ\text{C}$

Тип	Описание	Кодовый номер
FVF	$D_y = 15$ мм, $K_{vs} = 5,3$ м <sup>3</sup> /ч	065B7770
	$D_y = 20$ мм, $K_{vs} = 9,5$ м <sup>3</sup> /ч	065B7771
	$D_y = 25$ мм, $K_{vs} = 16,5$ м <sup>3</sup> /ч	065B7772
	$D_y = 32$ мм, $K_{vs} = 20$ м <sup>3</sup> /ч	065B7773
	$D_y = 40$ мм, $K_{vs} = 33$ м <sup>3</sup> /ч	065B7774
	$D_y = 50$ мм, $K_{vs} = 54$ м <sup>3</sup> /ч	065B7775
	$D_y = 65$ мм, $K_{vs} = 95$ м <sup>3</sup> /ч	065B7776
	$D_y = 80$ мм, $K_{vs} = 140$ м <sup>3</sup> /ч	065B7777
	$D_y = 100$ мм, $K_{vs} = 201$ м <sup>3</sup> /ч	065B7778
	$D_y = 125$ мм, $K_{vs} = 340$ м <sup>3</sup> /ч	065B7779
	$D_y = 150$ мм, $K_{vs} = 526$ м <sup>3</sup> /ч	065B7780
	$D_y = 200$ мм, $K_{vs} = 870$ м <sup>3</sup> /ч	065B7781
	$D_y = 250$ мм, $K_{vs} = 1260$ м <sup>3</sup> /ч	065B7782
	$D_y = 300$ мм, $K_{vs} = 1735$ м <sup>3</sup> /ч	065B7783



## 9. Теплосчетчик Sonometer 2000

### 9.1. Расходомеры

Расходомер ультразвуковой типа SONO 1500 СТ резьбовой,  $P_y = 25$  бар,  $T = 20-150$  °C

Тип	Описание	Кодовый номер
SONO 1500 СТ	$D_y = 15$ мм, $G_{НОМ} = 0,6$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,048$ м³/ч, $G_{МАКС} = 1,2$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 110$ мм	087-8085P
	$D_y = 15$ мм, $G_{НОМ} = 1,5$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,12$ м³/ч, $G_{МАКС} = 3$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 110$ мм	087-8086P
	$D_y = 20$ мм, $G_{НОМ} = 2,5$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 5$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 130$ мм	087-8087P
	$D_y = 25$ мм, $G_{НОМ} = 3,5$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,28$ м³/ч, $G_{МАКС} = 7$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 260$ мм	087-8088P
	$D_y = 25$ мм, $G_{НОМ} = 6$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,48$ м³/ч, $G_{МАКС} = 12$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 260$ мм	087-8090P
	$D_y = 40$ мм, $G_{НОМ} = 10$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,8$ м³/ч, $G_{МАКС} = 20$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 300$ мм	087-8093P

Расходомер ультразвуковой типа SONO 1500 СТ резьбовой,  $P_y = 25$  бар,  $T = 5-150$  °C (рекомендуется для холодной воды)

Тип	Описание	Кодовый номер
SONO 1500 СТ	$D_y = 15$ мм, $G_{НОМ} = 0,6$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,048$ м³/ч, $G_{МАКС} = 1,2$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 110$ мм	087-8097
	$D_y = 15$ мм, $G_{НОМ} = 1,5$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,12$ м³/ч, $G_{МАКС} = 3$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 110$ мм	087-8098
	$D_y = 20$ мм, $G_{НОМ} = 2,5$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 5$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 110$ мм	087-8099
	$D_y = 25$ мм, $G_{НОМ} = 3,5$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,28$ м³/ч, $G_{МАКС} = 7$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 260$ мм	087-8100
	$D_y = 25$ мм, $G_{НОМ} = 6$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,48$ м³/ч, $G_{МАКС} = 12$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 260$ мм	087-8102
	$D_y = 40$ мм, $G_{НОМ} = 10$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,8$ м³/ч, $G_{МАКС} = 20$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 300$ мм	087-8105

Расходомер ультразвуковой типа SONO 1500 СТ фланцевый,  $P_y = 25$  бар,  $T = 20-150$  °C

Тип	Описание	Кодовый номер
SONO 1500 СТ	$D_y = 25$ мм, $G_{НОМ} = 3,5$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,28$ м³/ч, $G_{МАКС} = 7$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 260$ мм	087-8089P
	$D_y = 25$ мм, $G_{НОМ} = 6$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,48$ м³/ч, $G_{МАКС} = 12$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 260$ мм	087-8091P
	$D_y = 32$ мм, $G_{НОМ} = 6$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,48$ м³/ч, $G_{МАКС} = 12$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 260$ мм	087-8092P
	$D_y = 40$ мм, $G_{НОМ} = 10$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,8$ м³/ч, $G_{МАКС} = 20$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 300$ мм	087-8094P
	$D_y = 50$ мм, $G_{НОМ} = 15$ м³/ч, $G_{МИН} = 1,2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 30$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 270$ мм	087-8095P
	$D_y = 65$ мм, $G_{НОМ} = 25$ м³/ч, $G_{МИН} = 2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 50$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 330$ мм	087-8096P
	$D_y = 80$ мм, $G_{НОМ} = 40$ м³/ч, $G_{МИН} = 2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 80$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 300$ мм	087-8124P
	$D_y = 100$ мм, $G_{НОМ} = 60$ м³/ч, $G_{МИН} = 2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 120$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 360$ мм	087-8125P

Расходомер ультразвуковой типа SONO 1500 СТ фланцевый,  $P_y = 25$  бар,  $T = 5-150$  °C (рекомендуется для холодной воды)

Тип	Описание	Кодовый номер
SONO 1500 СТ	$D_y = 25$ мм, $G_{НОМ} = 3,5$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,048$ м³/ч, $G_{МАКС} = 7$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 260$ мм	087-8101
	$D_y = 25$ мм, $G_{НОМ} = 6$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,12$ м³/ч, $G_{МАКС} = 12$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 260$ мм	087-8103
	$D_y = 32$ мм, $G_{НОМ} = 6$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 12$ м³/ч, 1 имп./л, $l = 260$ мм	087-8104
	$D_y = 40$ мм, $G_{НОМ} = 10$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,28$ м³/ч, $G_{МАКС} = 20$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 300$ мм	087-8106
	$D_y = 50$ мм, $G_{НОМ} = 15$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,48$ м³/ч, $G_{МАКС} = 30$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 270$ мм	087-8107
	$D_y = 65$ мм, $G_{НОМ} = 25$ м³/ч, $G_{МИН} = 0,8$ м³/ч, $G_{МАКС} = 50$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 330$ мм	087-8108
	$D_y = 80$ мм, $G_{НОМ} = 40$ м³/ч, $G_{МИН} = 2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 80$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 300$ мм	087-2126P
	$D_y = 100$ мм, $G_{НОМ} = 60$ м³/ч, $G_{МИН} = 2$ м³/ч, $G_{МАКС} = 120$ м³/ч, 10 имп./л, $l = 360$ мм	087-2127P

## 9.2. Тепловычислитель

### Тепловычислитель СПТ 943.1

Тип	Описание	Кодовый номер
СПТ 943.1	Для учета теплопотребления в двух вводах тепловой сети при открытой и закрытой системах теплоснабжения. Считывание данных в ПК через оптическую головку. Поддержка 6 расходомеров SONO 1500 CT, 6 термопреобразователей, 4 преобразователей давления. Автономное питание	085B09431

### Принадлежности к тепловычислителю СПТ 943.1

Тип	Описание	Кодовый номер
АПС 45	Адаптер переноса данных для обеспечения распечатки архива	085B0245
АПС 90	Блок считывания и переноса на компьютер архивных данных приборов с кабелем USB/RS232	085B0290
АПС 78	Оптическая головка для подключения АПС 90 к порту прибора через кабель с разъемом USB	085B0278
АПС 70	Оптическая головка для подключения к компьютеру с кабелем длиной 1,2 м и разъемом 9 pin	082B0270
АДП 81.21	Сетевой адаптер с двумя изолированными выходами для питания приборов и датчиков (~ 220 В) / 2 x (= 12 В, 600 мА)	085B0281

## 9.3. Термопреобразователи

### Термопреобразователи сопротивления платиновые 100П

Тип	Описание	Кодовый номер
КТПР-01-1-80	Комплект (2 шт.), Ø 8 мм, l = 80 мм	085B8000
КТПР-01-1-100	То же, l = 100 мм	085B1100
КТПР-01-1-160	То же, Ø 8 мм, l = 160 мм	085B1600
ТПТ-1-3-100А4Н80/8	Одиночный (1 шт.), Ø 8 мм, l = 80 мм	085B8080

### Гильзы защитные для преобразователей сопротивления с внутренней резьбой М20×1,5

Тип	Описание	Кодовый номер
ГЗ-6,3-8-80	Стальная, l = 80 мм	085B8001
ГЗ-6,3-8-100	Стальная, l = 100 мм	085B1101
ГЗ-6,3-8-160	Стальная, l = 160 мм	085B1601

### Бабышки приварные для установки защитных гильз

Тип	Описание	Кодовый номер
—	Стальная с медным концом, прямая	085B2222
—	То же, угловая (45°)	085B2223

## 9.4. Преобразователи давления для теплосчетчиков

Тип	Описание	Кодовый номер
MBS-3000	Штекер, выход 4–20 мА, Р = 0–10 бар	060G1125
	Штекер, выход 4–20 мА, Р = 0–16 бар	060G1133
	Штекер, выход 4–20 мА, Р = 0–25 бар	060П1430

### Дополнительные принадлежности

Тип	Описание	Кодовый номер
—	Бабышка приварная для крепления к трубе	0600213
—	Переходник G1/4–G1/2	060-3340

## Приложение 5.

### Избыточное давление насыщения водяных паров (по данным ВТИ)

Температура теплоносителя T, °C	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
Избыточное давление насыщенных водяных паров P <sub>нас</sub> , бар	-0,75	-0,68	-0,61	-0,52	-0,41	-0,29	-0,14	0,03	0,23	0,46	0,72	1,03	1,37	1,76	2,19	2,69	3,24	<b>3,86</b>

## Приложение 6.

### Таблица зависимостей K<sub>v</sub>, ΔP и G

ΔP \ G	65	70
бар	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}} \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{ч}$
	$\Delta P = \left( \frac{G}{K_v} \right)^2, \text{ бар}$	$\Delta P = \left( \frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10^{-6}, \text{ бар}$
	$G = K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$G = 1000 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{ кг/ч}$
Па	$K_v = 316 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$K_v = 0,316 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{ м}^3/\text{ч}$
	$\Delta P = \left( \frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10^5, \text{ Па}$	$\Delta P = 0,1 \cdot \left( \frac{G}{K_v} \right)^2, \text{ Па}$
	$G = 3,16 \cdot 10^{-3} \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$G = 3,16 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{ кг/ч}$
кПа	$K_v = 10 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}} \cdot 10^{-2}, \text{ м}^3/\text{ч}$
	$\Delta P = 100 \cdot \left( \frac{G}{K_v} \right)^2, \text{ кПа}$	$\Delta P = \left( \frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10^{-4}, \text{ кПа}$
	$G = 0,1 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$G = 100 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{ кг/ч}$

## Приложение 7.

### Таблица перевода единиц давления (перепада давлений)

Исходная единица \ Производная единица	65	70	75	80	85	150
1 бар	1	105	102	103	10 <sup>-1</sup>	103
1 Па (паскаль)	10 <sup>-5</sup>	1	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-2</sup>
1 кПа (килопаскаль)	10 <sup>-2</sup>	103	1	10	10 <sup>-3</sup>	10
1 гПа (гектопаскаль)	10 <sup>-3</sup>	102	10 <sup>-1</sup>	1	10 <sup>-4</sup>	1
1 МПа (мегапаскаль)	10	106	103	104	1	104
1 мбар (миллибар)	10 <sup>-3</sup>	102	10 <sup>-1</sup>	1	104	1

# Список использованной литературы

1. Федеральный закон РФ № 261-ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, 2009.
2. РД 34.20.501-95. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. - М.: ЗАО «Энергосервис», 2003.
3. ПБ 10-573-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. - М.: ГУП «Госгортехнадзор России», 2003.
4. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя / Минэнерго РФ, - М.: Изд-во «НЦ ЭНАС», 2005.
5. (3) ГОСТ 16443-70 Устройства исполнительные. Методы расчета пропускной способности, выбора условного прохода и пропускной характеристики. - М.: Госстандарт, 1977.
6. (4) СанПиН 2.1.4.2496-09. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. - М.: Изд-во ГУП ЦПП, 2009.
7. (5) СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 / Минрегион России. - М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2012.
8. (6) СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 / Минрегион России. - М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2012.
9. (7) СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\* / Минрегион России. - М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2012.
10. СНиП 3.05.07-85. Системы автоматизации / Госстрой России. - М.: Изд-во ГУП ЦПП, 2004.
11. МГСН 2.01-99. Энергосбережение в зданиях / Правительство Москвы. - М.: Изд-во ГУП «НИАЦ», 1999.
12. МГСН 3.01-01. Жилые здания / Правительство Москвы. - М.: Изд-во ГУП «НИАЦ», 2001.
13. (11) СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. - М.: Изд-во ГУП ЦПП, 2004.
14. Рекомендации по проектированию тепловых пунктов, размещаемых в зданиях: Стандарт организации НП «РТ». - М.: НП «Российское теплоснабжение», 2007.
15. Рекомендации по проектированию энергоэкономичных технических решений систем отопления, вентиляции и водоснабжения встроено-пристроенных в жилые здания помещений общественного назначения / Правительство Москвы. - М.: Изд-во
16. ГУП «НИАЦ», 1998.
17. Рекомендации по расчету и выбору регулирующих органов, устанавливаемых на трубопроводах санитарно-технических систем и котельных установок. - М.:
18. ГПИ Сантехпроект, 1980.
19. Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты в зданиях взамен центральных тепловых пунктов: Рекомендации Р НП «АВОК» 3.3.1-2009. - М.: Изд-во АВОК, 2009.
20. Внутренние санитарно-технические устройства. Отопление. Справочник проектировщика. - М.: Стройиздат, 1990.
21. Проектирование тепловых сетей. Справочник проектировщика. - М.: Стройиздат, 1965.
22. Гидравлические регуляторы температуры, давления и расхода: Каталог. RC.08.H8.50. М.: ООО «Дanfoss», 2012.
23. Запорно-регулирующая арматура для систем водоснабжения: Каталог. RB.16.A4.50. - М.: ООО «Дanfoss», 2012.
24. Пластинчатые теплообменники: Каталог. RC.08.HE 4.50. - М.: ООО «Дanfoss», 2012.
25. Регулирующие клапаны и электрические приводы: Каталог. RC.08.V7.50. - М.: ООО «Дanfoss», 2012.
26. Средства учета тепловой энергии: Каталог. RC.08.HM4.50. - М.: ООО «Дanfoss», 2012.
27. Стандартные автоматизированные блочные тепловые пункты Danfoss: Пособие. RB.00.S6.50. - М.: ООО «Дanfoss», 2011.
28. Тепло-холодоснабжение вентиляционных установок: Пособие. RB00.R2.50.- М.: ООО «Дanfoss», 2011.

29. Трубопроводная арматура: Каталог. RC.16.112.50. - М.: ООО «Данфосс», 2010.
30. Электронные регуляторы и электрические средства управления: Каталог. RC.08.E6.50. - М.: ООО «Данфосс», 2011.
31. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1958.
32. Грингауз Е.М. Расчет регулирующих клапанов систем теплоснабжения по номограмме  $\Delta P_c - \Delta P_y$  – Г. Информационный реферативный сборник «Проектирование отопительно-вентиляционных систем». – М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1970.
33. Копьев С.Ф. Теплоснабжение. – М.: Высшая школа, 1980.
34. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование.- М.: ООО «Данфосс», 2008.
35. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Изд-во. МЭИ, 2001.
36. Шафлик Владислав Современные системы горячего водоснабжения. – Киев, «Таки справы», 2010.

В печатных изданиях некоторых каталогов ООО «Данфосс» приведена сокращенная номенклатура приборов и устройств. Полная версия каталогов доступна на сайте [www.heating.danfoss.ru](http://www.heating.danfoss.ru)



Для заметок