

Пособие по применению **средств автоматизации «Данфосс»** в тепловых пунктах систем **централизованного теплоснабжения** зданий





Комьюнити
профессионалов отрасли.
Присоединяйтесь
к **открытому** общению

community.danfoss.ru

JIP Standard

Сделано в России

Компания «Данфосс» выпускает шаровые краны JIP Standard для ИТП, ЦТП и котельных. Конструкция крана разработана командой инженеров из России, Словении и Дании и учитывает специфику эксплуатации в российских условиях.

- DN = 15–150 мм
- PN = 16 бар

присоединение
к трубопроводам по
ГОСТ РФ





**Пособие по применению
средств автоматизации «Данфосс»
в тепловых пунктах систем централизованного
теплоснабжения зданий**

Настоящее пособие по применению средств автоматизации «Данфосс» в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий RB.00.H10.50 выпущено взамен RB.00.H9.50 в связи с изменением и расширением номенклатуры приборов и устройств, производимых компанией в настоящее время, и дополнено новыми актуальными схемными решениями.

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 «Данфосс», 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.

Замечания и предложения будут приняты с благодарностью.
Просим их направлять по электронной почте grigorev@danfoss.com.

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

Содержание

Предисловие	4
Введение	5
Принципиальные технологические схемы тепловых пунктов	7
Основные требования к функциональным узлам теплового пункта	10
Приборы и устройства «Данфосс» для автоматизированных тепловых пунктов	17
Электронные регуляторы температуры серии ECL Comfort	17
Модули управления насосами PCM и PCM PLUS	23
Температурные датчики	26
Регулирующие клапаны с электроприводами	27
Гидравлические регуляторы давления	30
Моноблочные регуляторы	30
Составные регуляторы	31
Интеллектуальные приводы для гидравлических регуляторов	32
Комбинированные регулирующие клапаны	33
Теплообменники	35
Трубопроводная арматура и контрольно-измерительные приборы	37
Блочные тепловые пункты	38
Шкафы автоматизации	41
Система диспетчеризации Cloud-Control	42
Рекомендации по автоматизации узлов присоединения систем отопления, вентиляции и ГВС	43
Системы отопления	43
Системы горячего водоснабжения	45
Отопление и горячее водоснабжение (комбинированное управление несколькими системами от одного регулятора ECL Comfort 210/310)	46
Теплоснабжение вентиляционных установок	47
Подбор клапанов регулирующих устройств	48
Пропускная способность	48
Расчетный расход теплоносителя	48
Расчетный перепад давления	49
Примеры	50
Приложения	57
Приложение 1. Условные обозначения	57
Приложение 2. Регулирующие клапаны и электрические приводы, рекомендуемые для применения в тепловых пунктах	58
Приложение 3. Максимально допустимые перепады давления на регулирующих клапанах в комбинации с электрическими приводами	59
Приложение 4. Таблица зависимости избыточного давления насыщенных водяных паров от температуры теплоносителя [18]	62
Приложение 5. Таблица зависимости пропускной способности от расхода и перепада давления	62
Приложение 6. Таблица перевода единиц давления	62
Литература	63

Предисловие

Энергосберегающие технологии при капитальном строительстве активно развиваются. 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 стали возможны 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 всегда успевают за изменениями технологий. Это может приводить 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» подготовила к изданию серию пособий, отражающих особенности применения производимой продукции в системах тепло- и холодоснабжения зданий.

Danfoss — международный концерн со штаб-квартирой в г. Нордборге (Дания), 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 оборудование на заводах в Московской и Нижегородской областях. Номенклатура оборудования, производимого на этих заводах, включает в себя радиаторные терморегуляторы, пластинчатые теплообменники, блочные тепловые пункты, стальные шаровые краны, распределительные шкафы для систем отопления зданий, автоматические узлы управления, регулирующие и балансировочные клапаны, шкафы автоматизации 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 должны обеспечивать комфортные климатические условия в помещениях и оптимальную температуру воды в системе горячего водоснабжения, корреспондировать 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 позиция «Данфосс», не нарушающая требований российского законодательства и нормативных документов [1, 2, 3, 4, 5], с акцентом на особенности 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 в Диксоне, доходит до 267 дней. Поэтому для 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 отпраздновало 130-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 (РТС) или квартальные (КТС) тепловые станции [6].

Системы централизованного теплоснабжения, кроме разновидностей и особенностей источников тепловой энергии, различаются по виду теплоносителя, способу присоединения внутренних систем горячего водоснабжения (далее — ГВС) и количеству труб для транспортировки теплоносителя.



Рис. 1. Система централизованного теплоснабжения

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).

Несмотря на ряд существенных недостатков, открытые системы теплоснабжения функционируют в ряде городов России. Согласно статье 29 ФЗ «О теплоснабжении» [7] с 1 января 2022 г. использование открытых систем не допускается. В связи с этим в настоящее время при новом строительстве систем теплоснабжения отказываются от открытой схемы, а при реконструкции — осуществляется 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 распределении 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. Существуют независимые системы отопления зданий, когда для передачи тепла в отопительный контур здания и разделения контура теплосетевой воды и отопительного контура здания используются теплообменные аппараты и зависимые системы отопления, в которых устанавливают насосные узлы смешения. 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 теплотехнического 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 автоматическом и безаварийном режиме, учет теплотребления, 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).

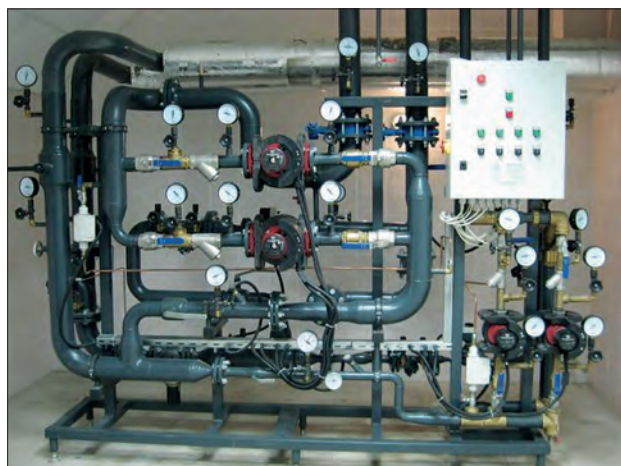


Рис. 2. Пример теплового пункта блочного исполнения с оборудованием, приборами и устройствами «Данфосс».

Тепловой пункт выполняет прием теплоносителя, его преобразование и направление потребителям, учет теплотребления (при наличии), 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 теплотребления.

Все эти задачи могут быть реализованы в значительной степени за счет автоматизации теплового пункта, в том числе с помощью приборов и устройств «Данфосс». 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.

Принципиальные технологические схемы тепловых пунктов¹⁾

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 теплоснабжения — 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 указаний теплоснабжающей организации и дополнительных требований заказчика.

На Рис. 3–6 приведены примеры принципиальных технологических схем автоматизированного теплового пункта.

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

- ▶ преобразование 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.

¹⁾ На схемах, представленных в пособии, указаны только технологические устройства и связанные с ними средства автоматизации «Данфосс», 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.

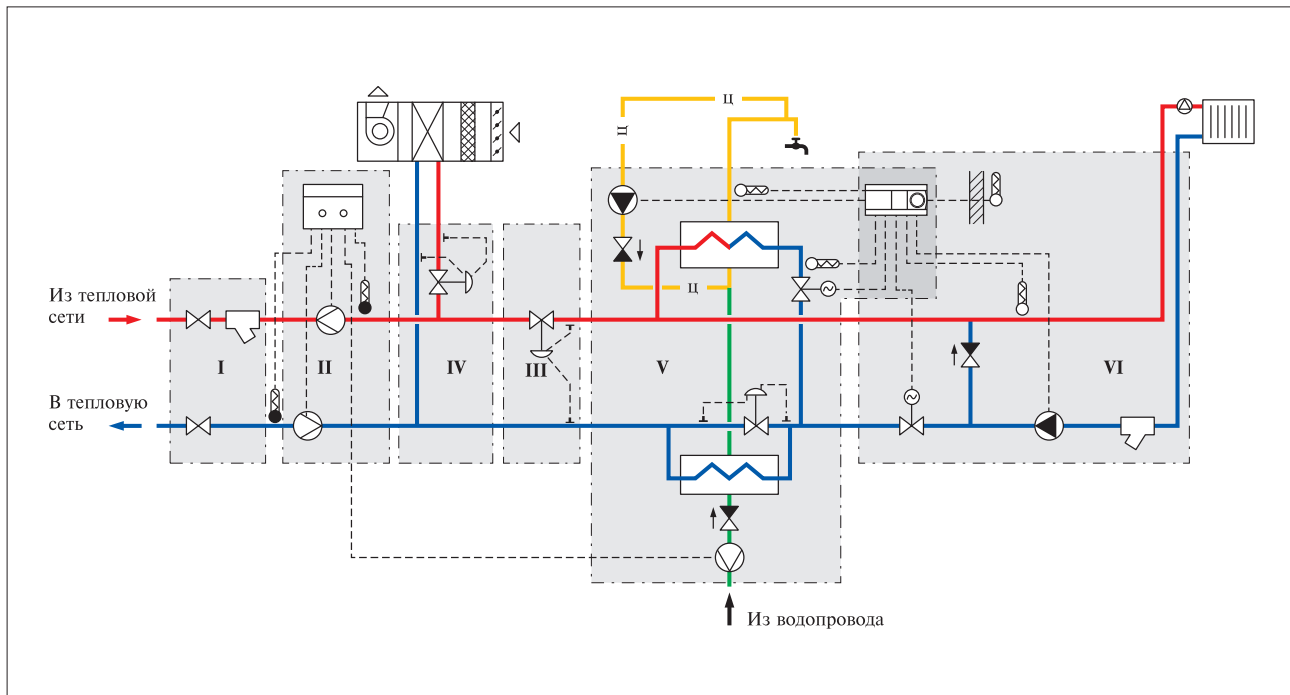


Рис. 3. Пример технологической схемы автоматизированного теплового пункта при закрытой двухступенчатой системе ГВС и зависимом присоединении системы отопления к тепловой сети

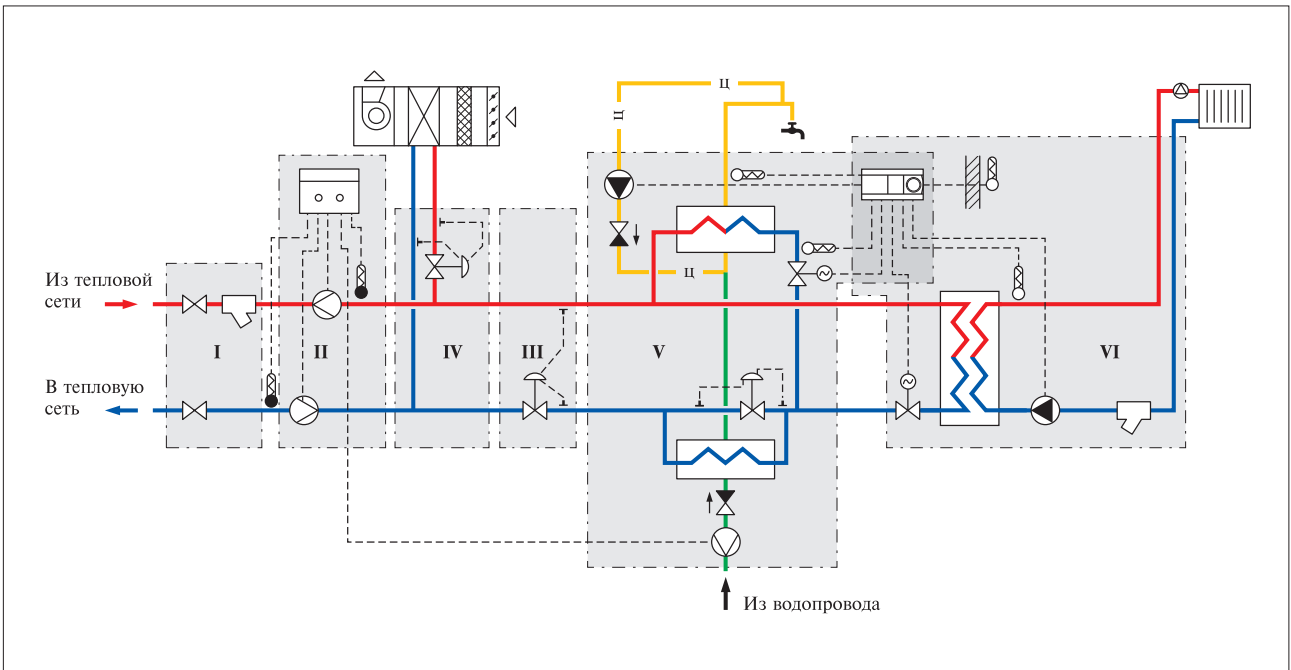


Рис. 4. Пример технологической схемы автоматизированного теплового пункта при закрытой двухступенчатой системе ГВС и независимом присоединении системы отопления к тепловой сети

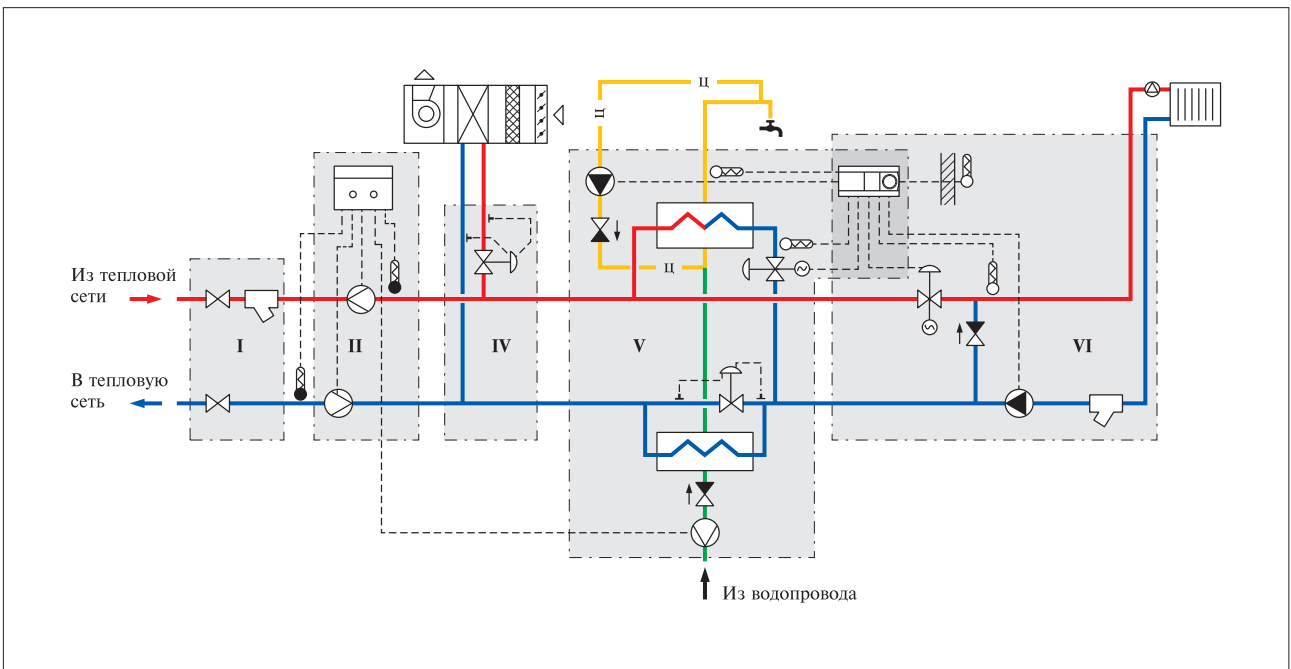


Рис. 5. Пример технологической схемы автоматизированного теплового пункта с комбинированными регулируемыми клапанами при закрытой двухступенчатой системе ГВС и зависимом присоединении системы отопления к тепловой сети

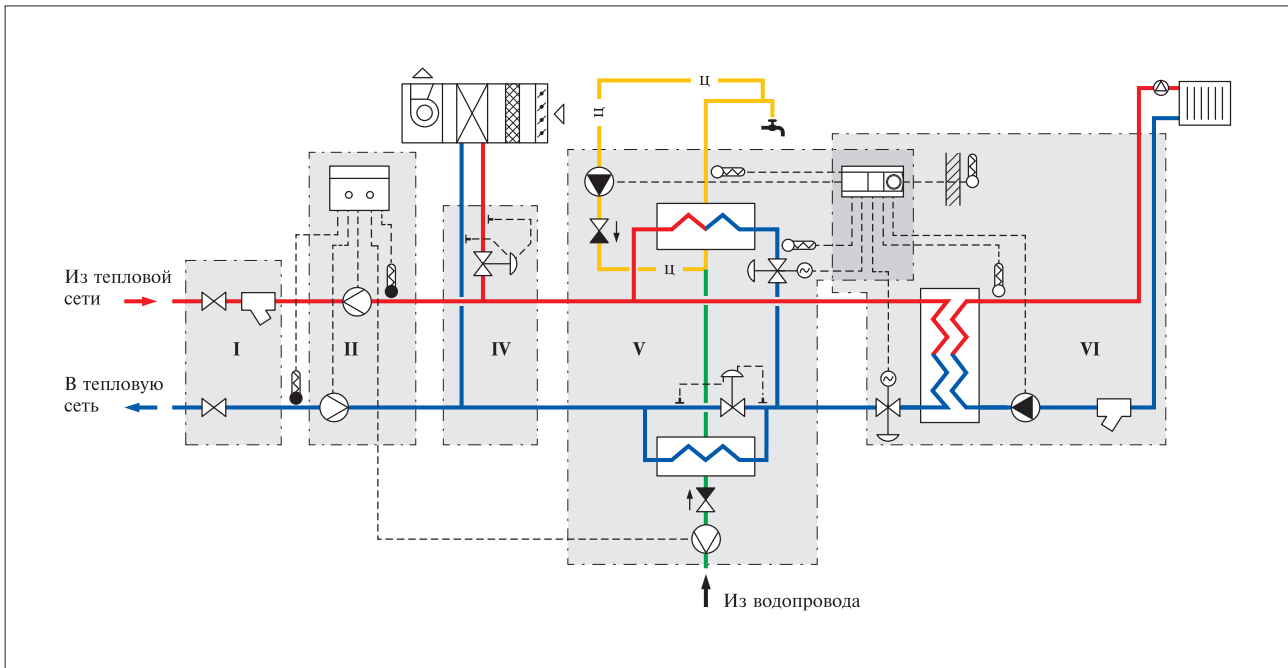


Рис. 6. Пример технологической схемы автоматизированного теплового пункта с комбинированными регулирующими клапанами при закрытой двухступенчатой системе ГВС и независимом присоединении системы отопления к тепловой сети

Тепловой пункт подразделяется на ряд функциональных узлов:

- I — узел ввода тепловой сети;
- II — узел учета теплотребления;
- 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. Схема подпитки для этих узлов приведена на Рис. 11.

В зависимости от принятой технологической схемы теплового пункта тип применяемых узлов, их количество и сочетание могут варьироваться в широких пределах.

Схемы с применением комбинированных регулирующих клапанов являются приоритетными, поскольку при использовании комбинированных клапанов контуры отопления и ГВС не зависят друг от друга гидравлически, так как в комбинированные регулирующие клапаны, кроме функции регулирования расхода, встроены регулятор перепада давления и ограничитель расхода теплоносителя, что увеличивает точность регулирования каждой из систем.

Основные требования к функциональным узлам теплового пункта

Узел ввода (I)

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

Узел ввода оснащается (Рис. 7а):

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

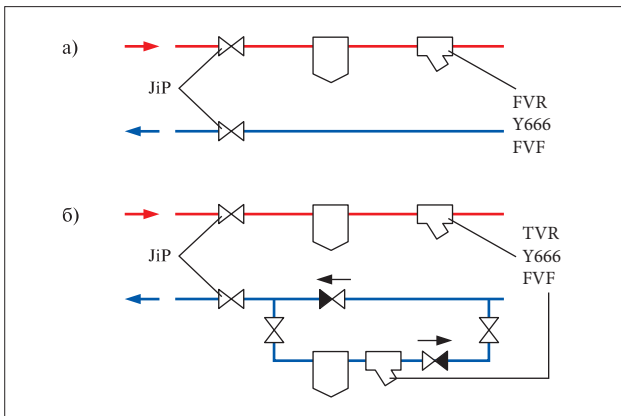


Рис. 7. Узел ввода. а – традиционный, б – с реверсивным байпасом

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.

Для очистки теплоносителя при заполнении систем отопления и вентиляции, а также при подаче воды в систему ГВС из обратного трубопровода теплосети открытой системе теплоснабжения рекомендуется в узле ввода предусмотреть реверсивный байпас с дополнительным грязевиком и фильтром (Рис. 7б).

Узел учета теплопотребления (II)

Узел учета теплопотребления (далее — узел учета) входит в состав теплового пункта, но разрабатывается в отдельной части проекта.

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

В качестве приборов учета «Данфосс» рекомендует применять теплосчетчики типа Т-34М, которые предназначены для вычисления потребляемой тепловой энергии в двух отдельных контурах отопления закрытых и открытых систем теплоснабжения.

На Рис. 8 проиллюстрирована комплектация теплосчетчика Т-34М для двух отдельных систем отопления.

В комплект теплосчетчика входят:

- ▶ тепловычислитель ТВ7-04М;
- ▶ от одного до шести ультразвуковых расходомеров SonoSensor 30;
- ▶ от двух до шести термопреобразователей сопротивления (температурных датчиков) КТС-Б с гильзами для их установки.

Дополнительно Т-34М может комплектоваться накопителем USB-ППД для считывания данных, блоком сетевого питания для тепловычислителя ИЭН6, GSM/GPRS модемом IRZ MC52, двухканальным блоком сетевого питания для преобразователей давления.

На основе показаний расходомеров и термопреобразователей тепловычислитель рассчитывает величину фактического теплопотребления.

При выборе расходомера необходимо, чтобы фактический расход теплоносителя не выходил за пределы его динамического диапазона. Например, расход теплоносителя, проходящего через расходомер SonoSensor 30 DN 25 с номинальным расходом 3,5 м³/ч, должен находиться в пределах от $G_{\text{мин}} = 0,035 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $G_{\text{макс}} = 3,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

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 SonoSensor 30 данного диаметра не требуются.

Рядом с расходомерами (ближе 0,5 м) 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 [8].

Узел согласования давлений (III)

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

В качестве исключения узел согласования давления может отсутствовать. Это возможно при применении комбинированных регулирующих клапанов, в конструкцию которых встроен регулятор перепада давления, а также есть функция ограничения максимального расхода через клапан. Комбинированные регулирующие клапаны, кроме функции регулирования расхода, поддерживают постоянный перепад давления и ограничивают максимальный расход.

Однако даже при применении комбинированных регулирующих клапанов в случае высокого располагаемого перепада давления на ИТП следует, в дополнение к комбинированным регуливающим клапанам, устанавливать

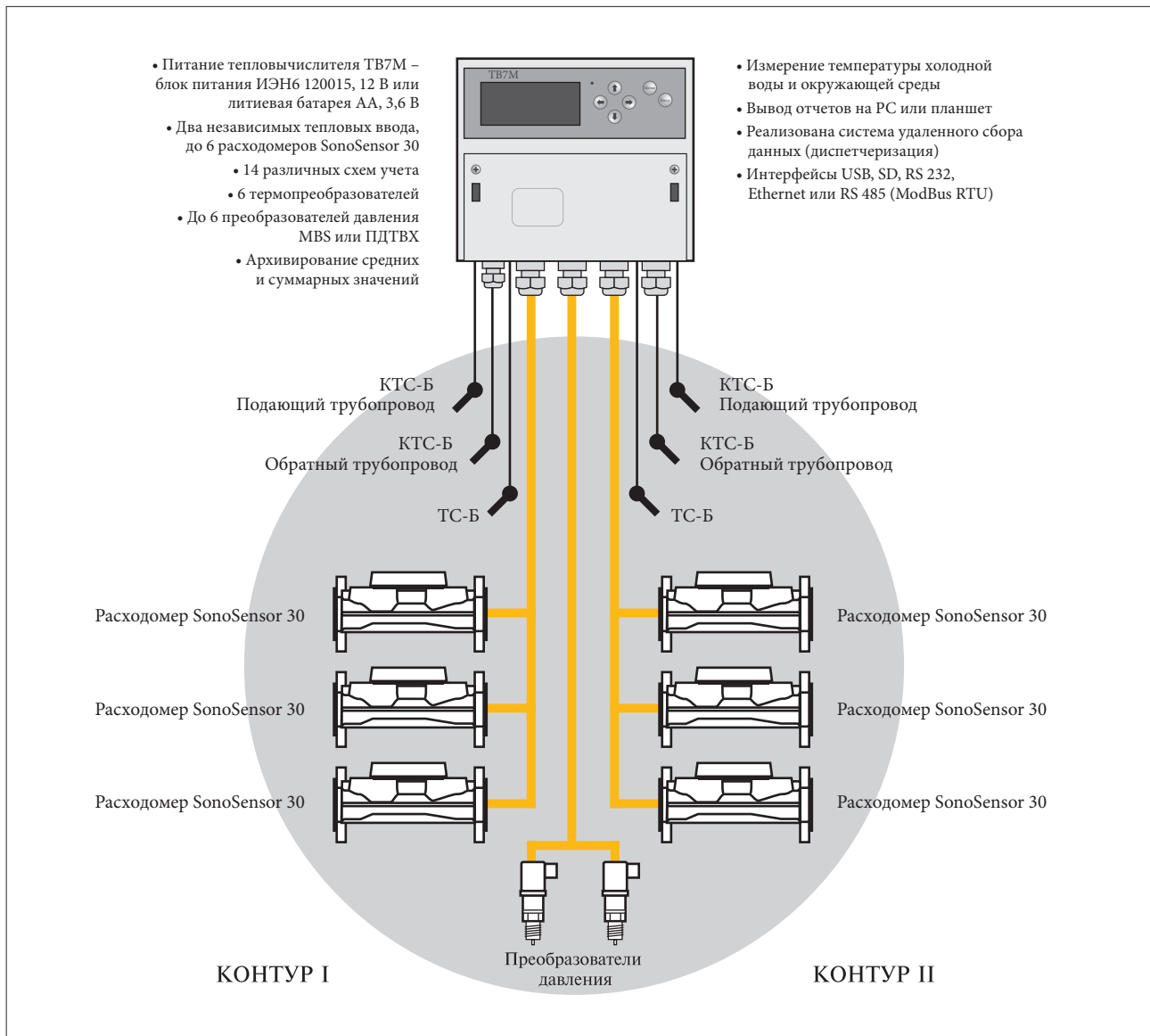


Рис. 8. Схема комплектации теплосчетчика T-34M

гидравлические регуляторы для редуцирования избыточного напора.

Оборудование узла согласования давлений 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 невоскипание перегретого теплоносителя в верхних точках систем теплоснабжения;
- ▶ при необходимости ограничивать предельный расход теплоносителя;
- ▶ осуществлять автоматическую гидравлическую балансировку тепловых сетей.

Часто при сложных параметрах тепловой сети в случае 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 для 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_{O1}), например, при теплоснабжении от отопительных котельных

$$T_1 = T_{O1}; \quad (1)$$

- ▶ 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 пяти этажей.

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

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

$$P_1(P_2, P_{ст}) < PN; \quad (2)$$

- ▶ статическое давление в тепловой сети ($P_{ст}$) и давление в 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 здание в м;

- ▶ не вскипание перегретого свыше 100 °С теплоносителя в верхней точке систем теплоснабжения, то есть его избыточное давление на выходе из теплового пункта P_{O1} должно быть не менее, определенного по формуле

$$P_{O1}^{изб} \geq 0,1 h_{сист} + P_{нас} + 0,5, \quad (4)$$

где $P_{O1}^{изб}$ — давление в бар,

$h_{сист}$ — высота системы теплоснабжения над отметкой обратного трубопровода теплового ввода в здание в м,

$P_{нас}$ — избыточное давление насыщенных водяных паров при температуре T_{11} , принимаемое по приложению 4.

Пример

Дано:

- ▶ однотрубная система отопления с верхним расположением подающей магистрали;
- ▶ температура теплоносителя на входе в систему $T_{O1} = 105$ °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):

$$P_{O1} \geq 0,1 \cdot 70 + 0,23 + 0,5 = 7,73 \text{ бар.}$$

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. 9.

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 давления рекомендуются предусматривать перед каждым регулирующим клапаном с электроприводом. В исключительных случаях регуляторы перепада давления допускается устанавливать на группу систем теплоснабжения в общем узле согласования давления. 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 давления самостоятельный регулятор перепада давления. При этом присоединять систему теплоснабжения вентиляционных установок к трубопроводам теплового пункта следует до регулятора перепада давления, предназначенного для других систем теплоснабжения (Рис. 3). Это объясняется различием гидравлических режимов работы вентиляционных установок и систем отопления и ГВС.

Регулятор перепада давления, в зависимости от выполняемых функций, может размещаться на подающем или обратном трубопроводе системы теплоснабжения. Предпочтительное место размещения регулятора перепада давления — на подающем трубопроводе при зависимом присоединении систем теплоснабжения. При независимом присоединении предпочтительно размещать РПД на обратном трубопроводе (Рис. 10).

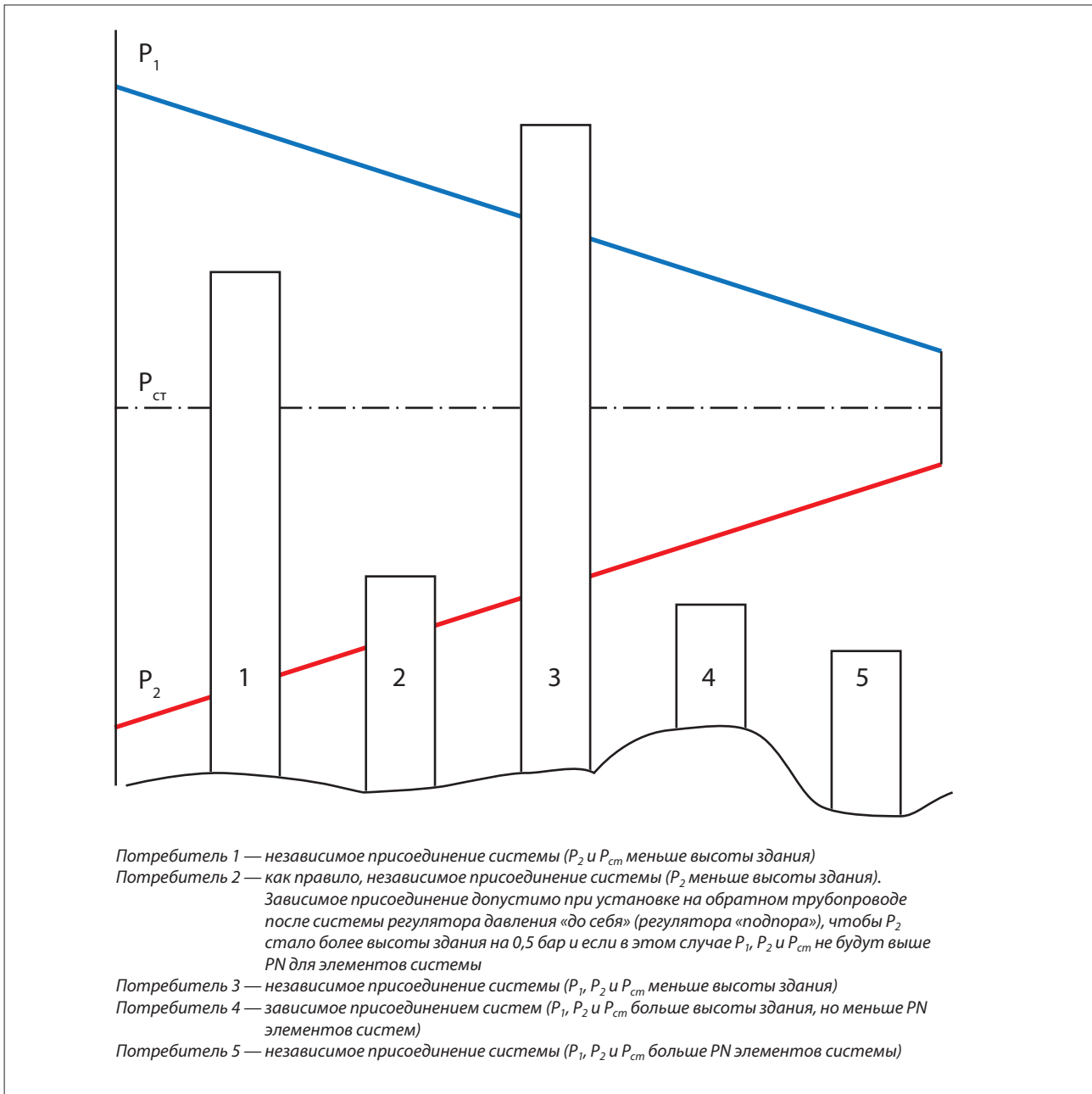


Рис. 9. Выбор способа присоединения систем отопления и вентиляции к тепловой сети

В качестве регулятора перепада давлений рекомендуется использовать регуляторы «Данфосс» — моноблочные серии DPR и составные AFP2 с клапаном VFG22.

Подробная информация по регуляторам перепада давлений представлена в каталоге [9].

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 давления. 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.

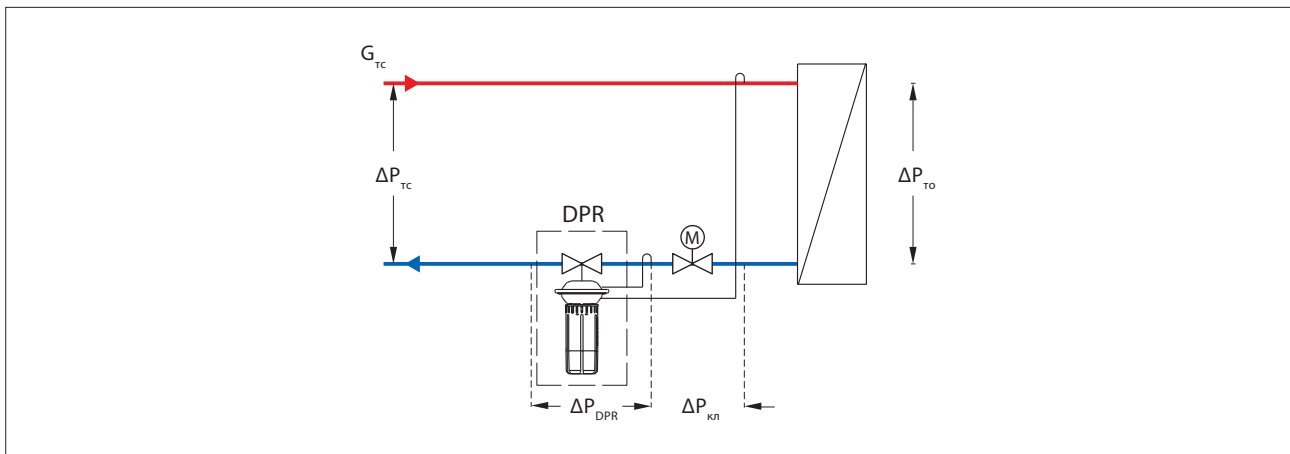


Рис. 10. Пример расположения регулятора перепада давления (РПД) при независимом подключении системы теплотребления

Снижение параметров предусматривалось только при соответствующих противопожарных или технологических требованиях, а также для воздухонагревателей 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

«Теплообменники»). Для небольших зданий, а также в целях обеспечения гарантированного запаса горячей воды (по требованию заказчика) допускается применение емкостных водоподогревателей.

Скоростные водоподогреватели рекомендуется присоединять 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 $Q_{ГВС}/Q_o$ в диапазоне свыше 0,2 и менее 1 водоподогреватели следует присоединять к тепловой сети по двухступенчатой схеме, а вне указанного диапазона — по одноступенчатой.

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

Система отопления присоединяется к тепловой сети, как правило, по независимой схеме (через водоподогреватель). Независимая схема присоединения повышает надежность, безопасность и устойчивость системы отопления жилых и общественных зданий так как контур тепловой сети гидравлически отделен от контура системы отопления здания.

Зависимое присоединение системы отопления допускается применять при совпадении расчетных температур теплоносителя в тепловой сети и системе отопления здания, а также если давление в тепловой сети не превышает условного давления всех элементов системы отопления и ряда других ограничений, приведенных в описании узла согласования давлений настоящего пособия.

Замкнутые контуры независимо присоединенных к тепловой сети систем отопления и вентиляции необходимо оснащать узлом подпитки (Рис. 11), 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 теплоносителем из обратного трубопровода тепловой сети. Подпитка водой из водопровода не допускается.

Узел подпитки может быть реализован:

- ▶ с помощью гидравлического регулятора давления прямого действия (Рис. 11а и 11в) — регулятора давления «после себя» AVD (DN 15–50) или VFG22/AFD2 (DN свыше 50);
- ▶ на базе электрических устройств (Рис. 11б и 11г) — нормально закрытого электромагнитного (соленоидного) клапана EV220В (Рис. 11б) в совокупности с электроконтактным датчиком давления (прессостатом) KPI 35 (Рис. 11в).

При давлении в обратном трубопроводе тепловой сети P_2 , недостаточном для подпитки, в дополнение к электрическим устройствам требуется установка подпиточного насоса.

Управление электрическими устройствами узла подпитки следует предусматривать, как правило, от общего контроллера теплового пункта 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 «Электронные регуляторы температуры серии ECL Comfort»).

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 (VFG22/AFD2) с нормально открытым клапаном, 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» AVA (DN 15–50) или VFG22/AFA2 (DN свыше 50).

Данный способ защиты системы теплоснабжения от недопустимых давлений может использоваться как при электрических подпиточных устройствах (Рис. 11г), так и при гидравлических регуляторах (Рис. 11в).

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 давления на клапанах узла подпитки.

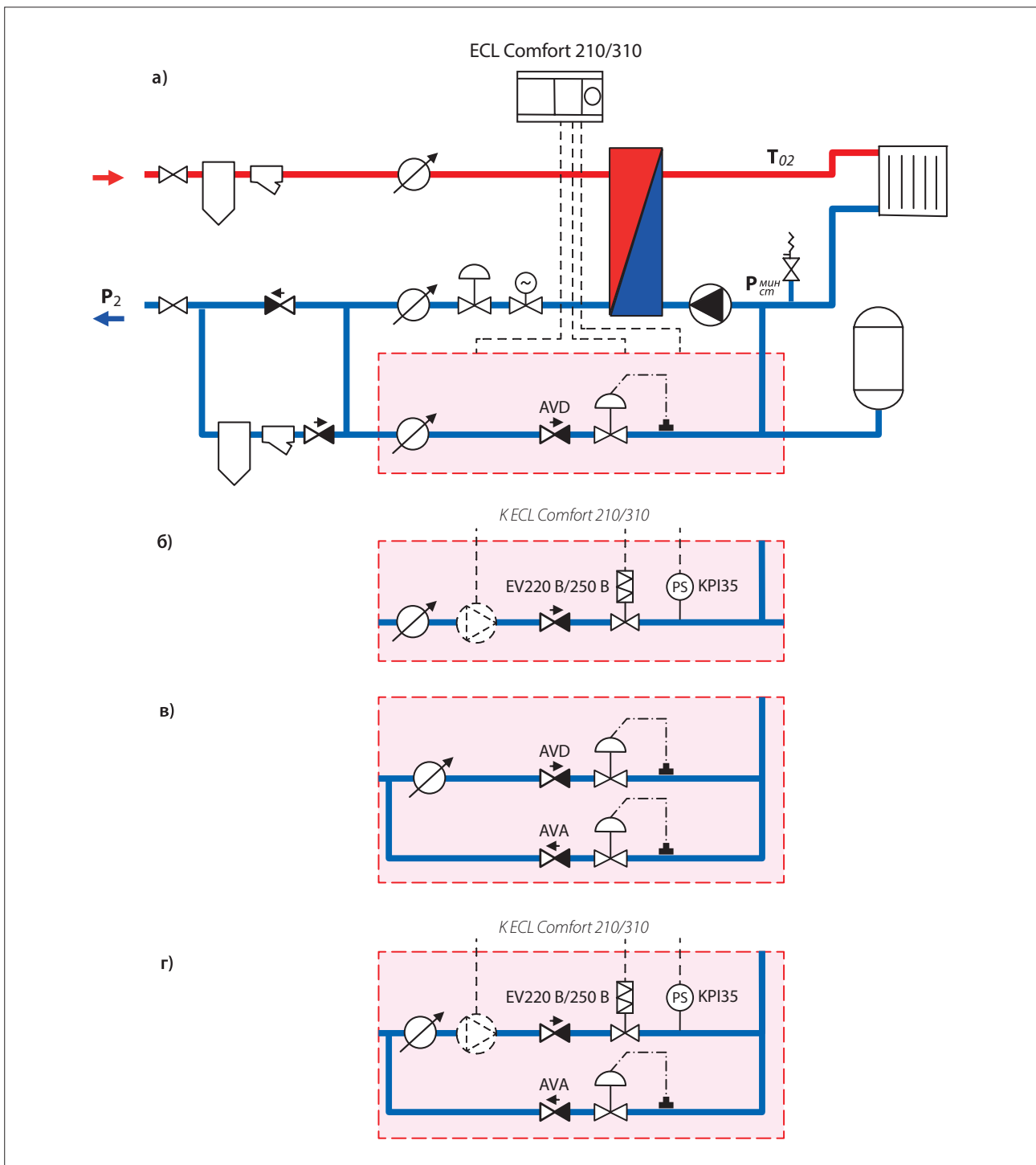


Рис. 11. Узел подпитки системы отопления (вентиляции) при ее независимом присоединении к тепловой сети:
 а) с подпиточным гидравлическим регулятором давления «после себя» и закрытым расширительным сосудом;
 б) фрагмент с соленоидным клапаном подпитки и закрытым расширительным сосудом;
 в) фрагмент с подпиточным гидравлическим регулятором давления «после себя» и сбросным регулятором давления «до себя» (без расширительного сосуда);
 г) фрагмент с соленоидным клапаном подпитки и сбросным гидравлическим регулятором давления «до себя» (без расширительного сосуда).

Примечание. Схемы б) и г) 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.

Приборы и устройства «Данфосс» для автоматизированных тепловых пунктов

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.

Обнащение тепловых пунктов подобными регуляторами позволяет легко и быстро автоматизировать процессы теплопотребления в системах централизованного теплоснабжения. Регуляторы 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

теплопотребления, исключает затраты времени на программирование и возможные при этом ошибки;

- ▶ универсальность регуляторов обеспечивает применение одного и того же прибора для управления различными системами. 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 для приготовления горячей воды в системе ГВС (приложение 116), как правило, в индивидуальных домах (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 температуры 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.



Рис. 12. ECL Comfort 110

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.

Для управления электроприводом клапана серии AMV 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 четырех температурных датчиков типа Pt 1000.

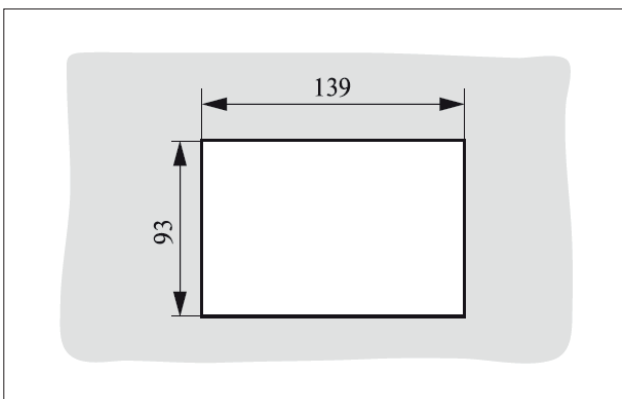


Рис. 13. Размеры отверстия в панели щита управления для установки ECL Comfort 110



Рис. 14. ECL Comfort 210/310

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).

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



Рис. 15. Ключ приложения для конфигурирования ECL Comfort 210/310

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 выполнение всевозможных настроек осуществляются 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 блока дистанционного управления ECA 30, Рис. 16);



Рис. 16. Модуль дистанционного управления ECA 30

- ▶ обеспечение постоянной температуры горячей воды при комбинированном управлении системами 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 в помещении;
- ▶ временное повышение температуры теплоносителя после ночного снижения и определение длительности периода «натоп» с учетом аккумулирующей способности здания;
- ▶ автоматическое отключение системы отопления летом, когда температура наружного воздуха превысит

заданное значение. При этом 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;
- ▶ 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 теплопотребления по сигналу расходомера или тепловычислителя узла учета тепловой энергии;
- ▶ аварийная сигнализация;
- ▶ архивирование данных.

Управление электроприводами клапанов (только серии AMV и универсальные AME655, 658 SD/SU) регулятор осуществляет через тиристорные выходы, а включение и выключение насосов — через релейные выходы.

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

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

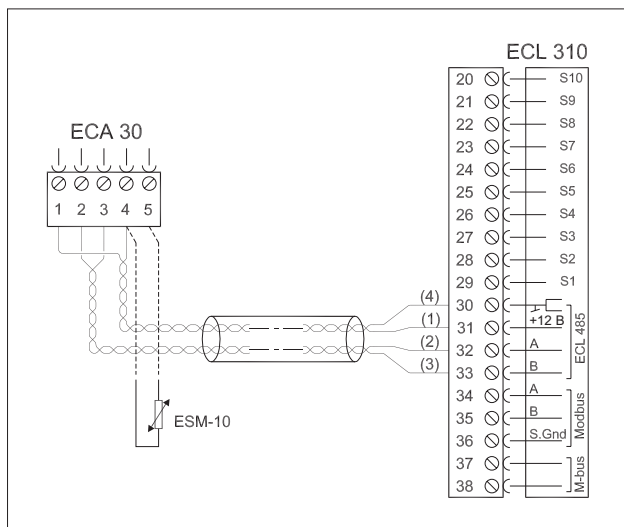


Рис. 17. Схема подключения блока дистанционного управления ECA 30 к регуляторам ECL Comfort 210/310

ECA 30 также используется для контроля температуры воздуха в помещении, для этого 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 панели. 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).

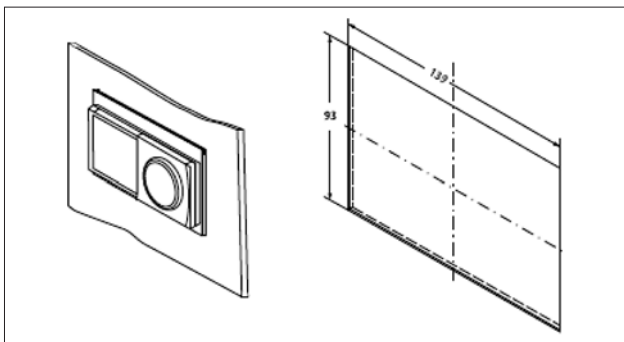


Рис. 18. Вырез в панели щита управления для монтажа ECA 30

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).

При необходимости интеграции регулятора в систему диспетчеризации следует использовать интерфейс RS-485 (протокол Modbus RTU) для передачи данных на коммуникационное устройство. В связи с отсутствием гальванической развязки у регулятора ECL Comfort 210 расстояние от регулятора до коммуникационного устройства должно быть не более 20 метров.

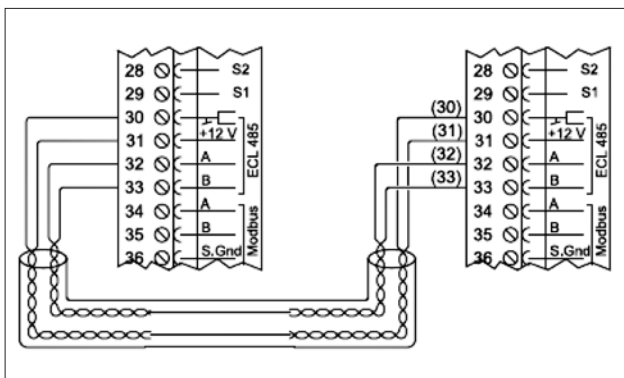


Рис. 19. Схема объединения двух контроллеров ECL Comfort 210/310 в локальную сеть

ECL Comfort 310 — универсальный четырехканальный цифровой регулятор температуры. По внешнему виду ECL Comfort 310 схож с регулятором ECL Comfort 210.

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

- ▶ конфигурируется как под собственные приложения (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 протоколам Modbus RTU/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 для дополнительных входов и выходов сигнала в регулятор опционально должен встраиваться внутренний модуль «ввода – вывода» ECA 32;
- ▶ в некоторых приложениях имеется возможность подключения двух кнопок (реле) для сигнализации о внешней аварии (например, о несанкционированном открытии двери в тепловой пункт и затоплении помещения);
- ▶ приложение A376 (см. отдельное техническое описание) позволяет управлять двумя системами отопления и одной системой ГВС или одной системой отопления и двумя системами ГВС. А приложение A390 (см. отдельное техническое описание) позволяет управлять тремя системами отопления и одной системой ГВС с баком-накопителем. Данные приложения не поддерживают управления спаренными насосами и системой подпитки.

Присоединение к регуляторам ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310 внешних периферийных устройств производится через клеммную панель. Примеры соединений представлены на Рис. 20–21 (применительно к конкретным приложениям, так как нумерация клемм для подключения однотипных устройств 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 мм², а для низковольтных цепей (например, для присоединения датчиков) не менее 0,4 мм². При этом суммарная длина низковольтных кабелей (включая шину ECL 485) во избежание возникновения электрических помех не должна превышать 200 метров.

Блок ECA 30 подключается к регуляторам ECL Comfort 210 и ECL Comfort 310 по двум витым парам для 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 их следует подключать к регулятору через промежуточные реле или магнитные пускатели.

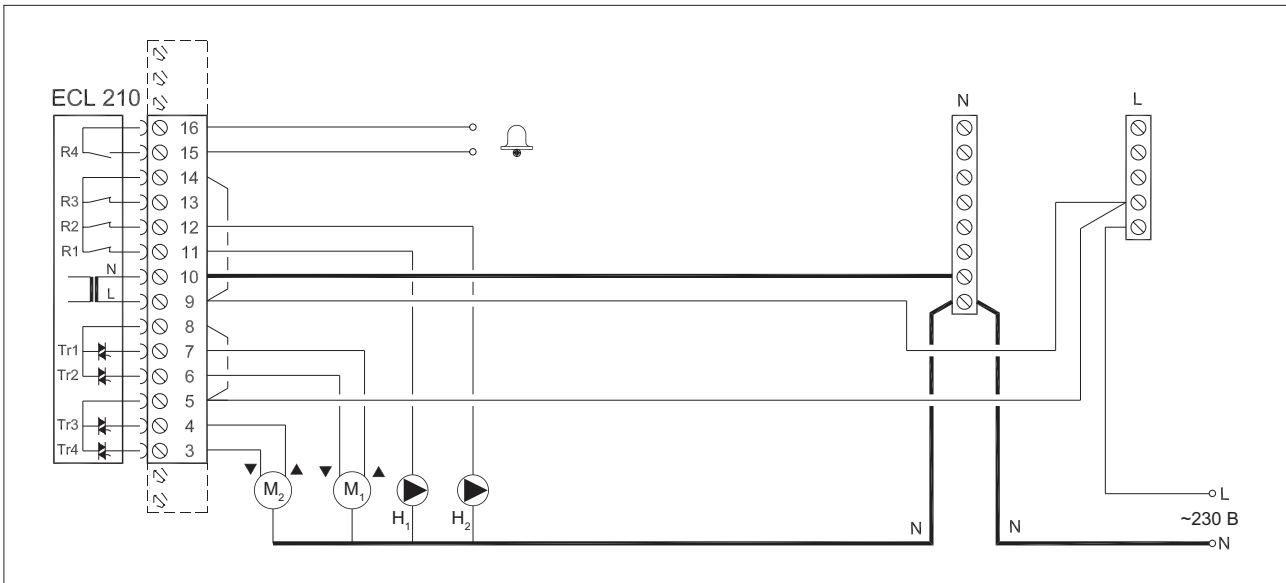


Рис. 20. Общая схема электрических соединений регулятора ECL Comfort 210 (применительно к приложению A266.1)

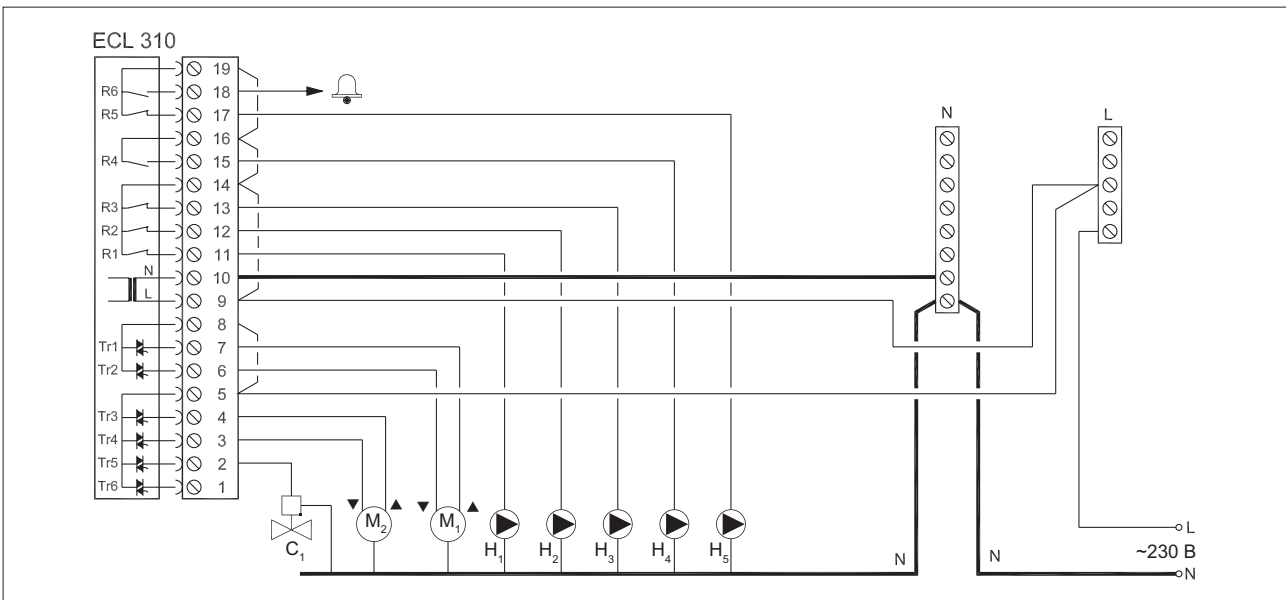


Рис. 21. Общая схема электрических соединений регулятора ECL Comfort 310 (применительно к приложению A368.1)

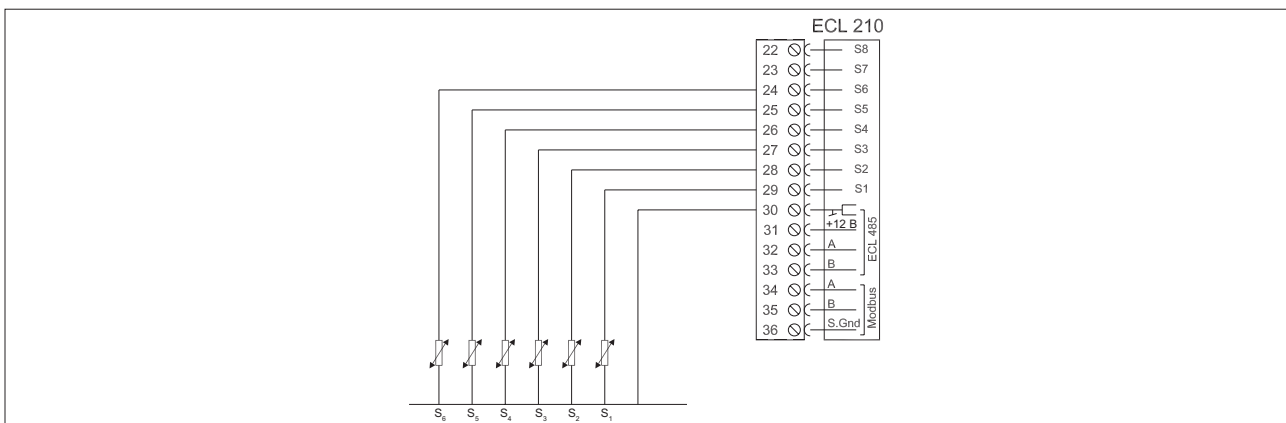


Рис. 22. Общая схема подключения температурных датчиков к регуляторам ECL Comfort 210/310

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

Тип контроллера ECL Comfort	Ключ приложения	Контуры систем теплопотребления и подпитки					Дополнительные функции
		контур I – отопление	контур II – отопление или вентиляция	контур III – отопление или вентиляция	ГВС	подпитка	
ECL210 или ECL310	A217/A317	—	—	—		—	Функция «Антибактерия»
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			—		—	
ECL310	A390					—	

Модули управления насосами PCM и PCM PLUS

Модули управления PCM разработаны на базе свободно программируемых контроллеров MCX на заводе в России, поставляются с предустановленным программным обеспечением и служат для управления различными насосными станциями. Модули управления включают в себя следующие модели: PCM CWS PLUS, PCM MM PLUS, PCM CP PLUS, PCM DP, PCM RP и модуль расширения PCM EXT.

Применение модулей PCM возможно в различных системах, таких как отопление, холодное и горячее водоснабжение, тепло- и холодоснабжение. Конфигурируемость и широкий спектр заложенных в программное обеспечение функций позволяет использовать модули практически для любой насосной станции и обеспечить ее эффективную работу.

Преимущества модулей PCM:

- ▶ гибкость;
- ▶ алгоритмы, разработанные специально для России;
- ▶ конфигурируемые аварийные сигналы;
- ▶ конфигурируемые входы/выходы;
- ▶ возможность диспетчеризации по протоколу Modbus RTU.

PCM CWS PLUS — модуль управления повысительными насосами. Контроллер (Рис. 23) обеспечивает каскадное регулирование в группе до четырех насосных агрегатов. Модуль поддерживает постоянное давление на напоре или постоянный перепад давления в системе.

Управление насосами с помощью модуля PCM CWS PLUS можно осуществлять, используя следующие схемы подключения:

- ▶ каскадная;
- ▶ каскадно-частотная;
- ▶ частотная.



Рис. 23. Модуль управления повысительными насосами PCM CWS PLUS

Регулирование давления производится по показаниям либо аналоговых датчиков давления, либо реле давления.

Модуль управления насосами PCM CWS PLUS осуществляет автоматическое выравнивание ресурсов насосов по наработке с возможностью ручной коррекции.

Также модуль производит оптимизацию работы насосной станции в условиях минимального расхода воды при одном включенном насосе.

Каскадная схема управления

Основной характеристикой данного режима работы является количество работающих насосов. Управление насосами может вестись либо по сигналу с аналогового датчика давления, либо по реле давления.

Подключение дополнительного насоса осуществляется в случае, если давление в системе ниже допустимого в течение времени задержки подключения.

Каскадно-частотная схема управления

Ведущим насосом является насос с приводом от преобразователя частоты (ПЧ). Старт системы производится с ведущего насоса, остальные насосы работают от сети или УПП (устройство плавного пуска). Управление работой насосов осуществляется по аналоговому датчику давления на входе. Регулирование давления происходит за счет количества работающих насосов.

Включение/выключение дополнительных насосов и скорость ведущего насоса контролируются через ПЧ.

Частотная схема управления

Регулирование давления путем управления скоростью ведущего насоса. Статус ведущего насоса в группе передается от одного насоса к другому автоматически.

Насосный модуль PCM CWS PLUS обеспечивает управление системой в следующей комплектации (пример максимальной комплектации):

- ▶ четыре насоса;
- ▶ два аналоговых датчика давления для контроля перепада;
- ▶ два дискретных датчика от сухого пуска для контроля перепада давления;
- ▶ по одному дискретному датчику перепада давления на каждый насос.

PCM CP PLUS — модуль управления циркуляционными насосами. Контроллер обеспечивает регулирование в группе до четырех насосных агрегатов. Модуль поддерживает постоянную циркуляцию теплоносителя в системе. В группе до двух насосных агрегатов модуль также может производить управление насосами, оборудованными частотными приводами с функцией поддержания постоянного давления или перепада давления.

Управление насосами с помощью модуля PCM CP PLUS можно осуществлять, используя следующие схемы подключения:

- ▶ управление группой из двух насосов, когда они работают попеременно;

- ▶ управление группой из четырех насосов, когда одновременно работают два или три насоса, остальные — резервные;
- ▶ управление группой из двух насосов от ПЧ на каждом (по датчику на выходе или по перепаду на группе).

Переключение между насосами осуществляется:

- ▶ через заданный период работы насосов;
- ▶ при аварии;
- ▶ по часам наработки.

Описание некоторых алгоритмов

Управление группой из двух насосов, когда работает только один из насосов, другой — резервный

Модуль PCM CP PLUS начинает работу с запуска насоса с наименьшим количеством часов наработки. Отработав заданный промежуток времени (период работы), насос останавливается. Теперь он резервный. Через заданную временную паузу запускается другой насос.

Управление группой из двух насосов от преобразователя частоты

При частотном управлении группой добавляется еще аналоговый управляющий сигнал из контроллера для ПЧ каждого насоса. Управление насосами может вестись либо по сигналу с аналогового датчика давления на выходе из группы насосов S3, разности значений с датчиков S3 и S2 при регулировании по перепаду давления (регулировать по перепаду) относительно допустимого диапазона (уставка давления \pm нейтральная зона). При превышении максимальной границы допустимого диапазона насос не выключится, а будет продолжать работать на минимальных оборотах (минимальная скорость).

Насосный модуль PCM CP PLUS обеспечивает управление системой в следующей комплектации (пример максимальной комплектации — Рис. 24):

- ▶ четыре насоса (P1, P2, P3, P4);
- ▶ задвижка с электроприводом;
- ▶ два аналоговых датчика давления для контроля перепада (S2, S8);
- ▶ два дискретных датчика от сухого пуска для контроля перепада давления (S1, S3);
- ▶ по одному дискретному датчику перепада давления на каждый насос (S4, S5, S6, S7).

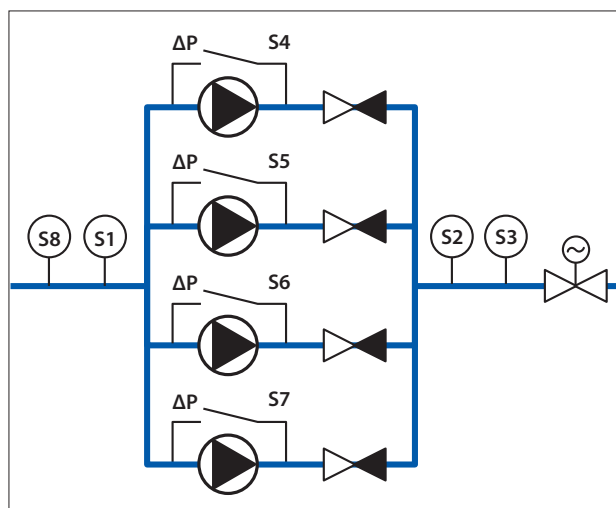


Рис. 24. Пример максимальной комплектации насосного модуля PCM CP PLUS

PCM MM PLUS — модуль мониторинга. Предназначен для построения на его базе систем удаленного мониторинга и автоматизации контроля технологического процесса, водотеплоснабжения для тепловых пунктов, систем диспетчерского контроля. Модуль осуществляет автоматическое измерение и индикацию значений параметров систем тепло- и водоснабжения (горячего и холодного), телеметрический контроль и сбор данных по информационным сетям.

Модуль мониторинга PCM MM PLUS имеет возможность передавать данные на ПК и получать необходимые данные с него.

К модулю подключается до восьми аналоговых датчиков и до восьми дискретных датчиков. Модуль мониторинга может быть использован для отслеживания аварийных ситуаций и передачи их в систему диспетчеризации.

Также контроллер позволяет отслеживать аварийные отклонения по измеряемым параметрам и выводить их на дискретные выходы контроллера (например, на лампочку щита автоматики).

PCM DP — модуль управления дренажными насосами. Контроллер предназначен для управления группой из двух насосов, обеспечивает откачку (удаление) подземных вод, жидкости в результате затопления в ИТП, ЦТП.

Управление насосами с помощью модуля можно осуществлять, используя следующие схемы:

- ▶ работает только один-единственный насос.
- ▶ работает один насос в группе из двух насосов в нормальном режиме или одновременно при необходимости работают два насоса. Программный модуль ДН может обеспечить управление системой в следующей комплектации:
 - до двух насосов;
 - три дискретных датчика уровня воды;
 - один дискретный датчик протока воды;
 - один аналоговый датчик давления 4–20 мА.

PCM RP — модуль управления системой подпитки. Контроллер предназначен для управления одним или группой из двух насосов, обеспечивает автоматическую подпитку в системах отопления для поддержания рабочего объема теплоносителя.

Модуль осуществляет следующие алгоритмы управления:

- ▶ работает только один-единственный насос.
- ▶ насосы работают попеременно в группе из двух.

На Рис. 25 приведена схема максимальной конфигурации модуля управления системой подпитки PCM RP.

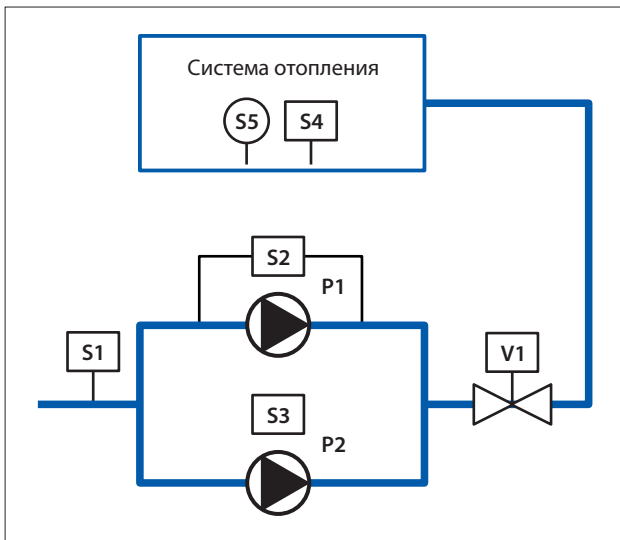


Рис. 25. Схема максимальной конфигурации оборудования насосной группы подпитки. S1, S4 — дискретные датчики давления, S2, S3 — дискретные датчики перепада давления, S5 — аналоговый датчик, V1 — управляемый клапан

Реализована функция выравнивания ресурсов насосов посредством включения в группе из двух насосов насоса с наименьшим отработанным временем.

- ▶ до двух насосов;
- ▶ один управляемый клапан;
- ▶ до двух дискретных датчиков перепада давления (S2, S3);
- ▶ до двух реле давления (S1, S4);
- ▶ один аналоговый датчик давления 4–20 мА (S5).

Работа насосов осуществляется по алгоритму поддержания рабочий/резервный. Пуск системы подпитки возможен от реле давления или аналогового датчика. Для анализа перепада давления предусмотрены реле перепада давления, которые обеспечивают функцию автоматического ввода резерва (АВР) в случае неисправности насоса. Для защиты насосов по «сухому» ходу используется реле давления на всасе.

Температурные датчики

Для автоматического управления технологическими процессами необходимо присутствие различных 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. 26.

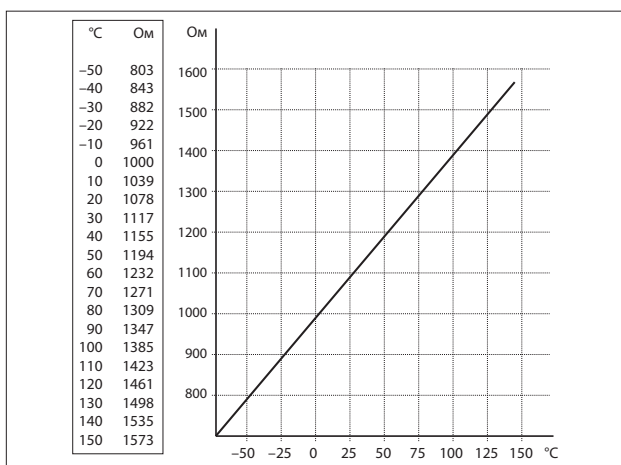


Рис. 26. Зависимость сопротивления датчиков Pt1000 от температуры

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

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. 27 изображен датчик температуры наружного воздуха ESMT.



Рис. 27. 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, а его показания не будут соответствовать действительности.

Датчик температуры воздуха в помещении

Внешний вид датчика внутреннего воздуха ESM-10 показан на Рис. 28.

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.



Рис. 28. Датчик температуры воздуха в помещении ESM-10

Погружной датчик температуры теплоносителя ESMU

На Рис. 29 представлен общий вид погружного датчика температуры ESMU.



Рис. 29. Погружной датчик температуры 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. Также 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, рекомендуется 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 стальную муфту с внутренней резьбой, привариваемую к трубопроводу. Погружной датчик, используемый для контроля температуры горячей (нагреваемой) воды в системе ГВС, рекомендуется устанавливать без гильзы для 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 (Рис. 30).

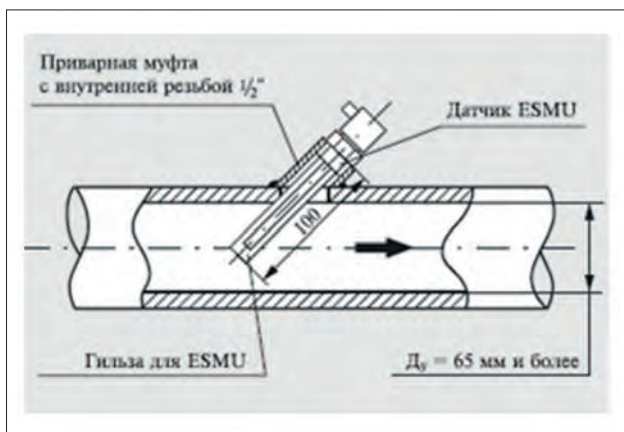


Рис. 30. Установка погружного датчика температуры ESMU

Накладной датчик температуры ESM-11

Если монтаж погружного датчика температуры вызывает определенные трудности из-за малого диаметра трубопровода ($DN = 15\text{--}50$ мм), на которые он должен быть установлен, можно использовать накладной датчик температуры ESM-11.

Датчик ESM-11 крепится на поверхность трубопроводов 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 содержится в каталоге [10] «Электронные регуляторы и электрические средства управления».

Регулирующие клапаны с электроприводами

Регулирующие клапаны

Номенклатура регулирующих клапанов «Данфосс» очень обширна, однако в пособии приведены только рекомендуемые для применения в тепловых пунктах. Клапаны различаются:

- ▶ по количеству регулируемых потоков — проходные (двухходовые) (VM2, VFM2 и VFS2), трехходовые (VRG3, VF3 и VFG33);
- ▶ по принципу действия — все приведенные в пособии клапаны седельные (Рис. 31).

Седельные клапаны бывают нажимного действия (нормально открытые VM2 и VFM2) и возвратно-поступательного (VFM2, 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 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;

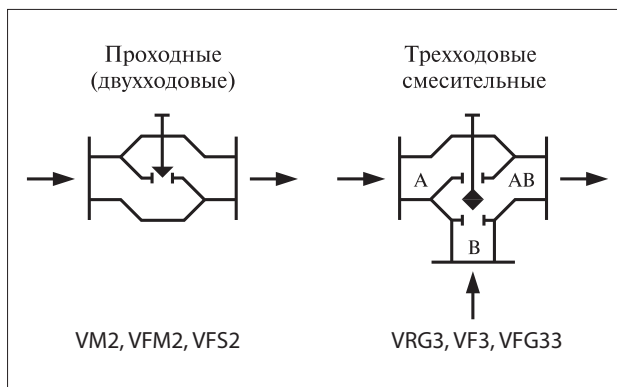


Рис. 31. Регулирующие клапаны с электроприводами

- ▶ по виду расходной характеристики (Рис. 32) — линейная составная, равнопроцентная (логарифмическая), составная линейно-логарифмическая. Клапаны VM2 и VFM2 DN15–50 имеют линейную составную характеристику;
- ▶ трехходовые клапаны VRG3, VF3, VFG33 по прямому проходу имеют равнопроцентную расходную характеристику, а со стороны подмеса — линейную. Клапаны VFM2 DN65–250 имеют составную линейно-логарифмическую характеристику;

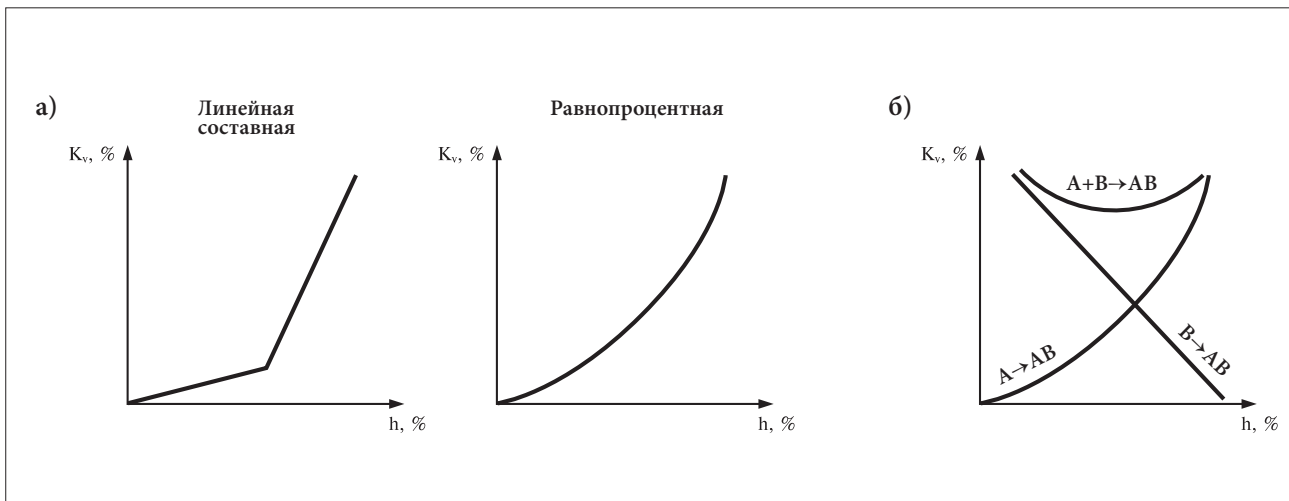


Рис. 32. Расходные характеристики: а – проходных клапанов, б – трехходовых клапанов

- ▶ 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, ограничены, предельно допустимый перепад давления на неразгруженных клапанах также лимитирован. Он зависит от диаметра клапана и типа привода (развиваемого им усилия). Так, например, неразгруженный клапан VF3 DN 150 с электроприводом АМЕ 655, развивающим усилие 2000 Н, допускает максимальный перепад давления на нем только 0,5 бар. Если реальный перепад давления на этом клапане должен быть 1,5 бар, то уже потребуются использовать более мощный и дорогостоящий привод AMV 85 с усилием 5000 Н. В то время как разгруженный клапан VFM2 DN 150 может управляться приводом АМЕ 655 с усилием 2000 Н при перепаде давления до 10 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;
- ▶ поршневая система (Рис. 33) — в VM2, VFM2;

Проходные (двухходовые) регулирующие клапаны компании «Данфосс» VM2, VFM2 и VFS2 — это наиболее современные модели. Они были разработаны специально для применения в экстремальных условиях эксплуатации систем теплоснабжения зданий при повышенных значениях параметров теплоносителя (150 °С и 25 бар для VM2 и VFM2, 200 °С и 25 бар для VFS2).

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

Клапаны VM2 и VFM2 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.

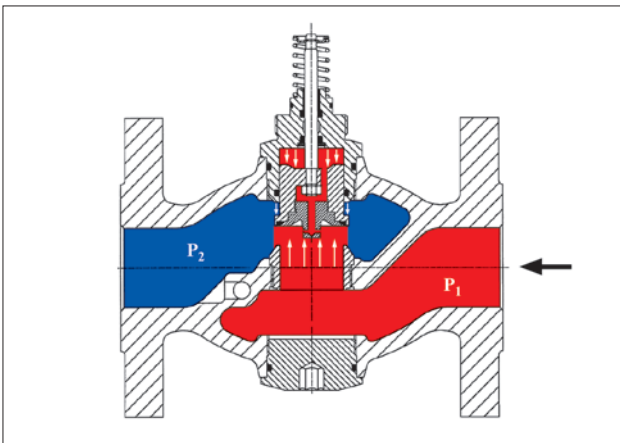


Рис. 33. Поршневая система разгрузки регулирующего клапана

- ▶ по предельным параметрам перемещаемой среды (по температуре и условному давлению).
Максимальная температура перемещаемой среды для клапанов различных типов лежит в диапазоне от 130 до 150 °С, а условное давление — в диапазоне 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 соединительные фитинги с накидными гайками, которые заказываются отдельно;
- ▶ по диапазону условного прохода и пропускной способности.
В номенклатуре компании «Данфосс» имеются регулируемые клапаны с условным проходом DN 15–250 и пропускной способностью $K_{vs} = 0,25–900 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- ▶ по материалу корпуса — цветные металлы (латунь, бронза), чугун (серый, ковкий) и сталь.

Электрические приводы

Для управления перечисленными выше клапанами «Данфосс» 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 ARV 152, AMV 23, и AMV 33 предназначены для работы с клапанами VM2 и VFM2, приводы с соединительным стаканом AMV 25(85), AME655(658 SU/SD) — с клапанами VFM2, VFS2, VF3, VFG33, а приводы с клипсовым соединением AMV 435 — с клапанами VRG3 и VF3. Некоторые электроприводы

Электрические приводы «Данфосс» серии AMV для регулирующих клапанов VM2, VFM2 и VMV компактны, быстро и легко монтируются с помощью накидной гайки, имеют рукоятку для принудительного открытия или закрытия клапана. Варианты приводов AMV 23(33) и AME 658 SU/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 AMV 85 развивают большие усилия (до 5000 Н) специально для управления незгруженными по давлению регулирующими клапанами больших диаметров.

- могут стыковаться с клапанами только через специальные адаптеры (AMV 85 с VFG33);
- ▶ по величине хода штока (от 10 мм для ARV 152 и AMV 23 до 50 мм для AME655(658 SU/SD)). Ход штока электропривода должен быть всегда равен или больше хода штока клапана, которым он управляет;
- ▶ по развиваемому усилию (от 450 Н для ARV 152/AMV 23 до 5000 Н для AMV 85);
- ▶ по типу управляющего сигнала.
Электрические приводы серии AMV и AME655(658 SU/SD) управляются трехпозиционным импульсным сигналом, который поступает от регуляторов ECL Comfort. Шток этих приводов 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 буквы «SD» в конце цифрового индекса);
- ▶ по быстродействию (время перемещения штока на 1 мм). В зависимости от этого параметра приводы могут быть медленные (время перемещения штока 8–15 с) и быстрые (3–4 с соответственно).
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 регуляторов серии ECL Comfort приведена в приложении 2. Схемы внешних электрических соединений приводов представлены в каталоге [11].

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

Регуляторы перепада давления и регуляторы «после себя» являются нормально открытыми, клапан закрывается при увеличении разности давлений либо при превышении давления больше заданного и открывается при снижении этих параметров, поддерживая тем самым перепад или заданное давление на постоянном уровне. Импульсы давления передаются в полости диафрагменного элемента по импульсным трубкам. Разность давлений воздействует на регулируемую диафрагму, которая, прогибаясь, перемещает золотник клапана.

Регуляторы давления «до себя» являются нормально закрытыми и открываются при повышении заданного давления, поддерживая его на постоянном уровне. Импульс давления от входного патрубка регулятора передается по встроенной импульсной трубке в нижнюю полость диафрагменного элемента, верхняя полость диафрагменного элемента сообщается с атмосферой.

Гидравлические регуляторы являются обязательной частью узла согласования давлений и ограничения расхода теплоносителя. Это связано с тем, что тепловые сети и ИТП являются системами с переменным расходом. Расход теплоносителя и давление в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети и, как следствие, в ИТП меняют в течение дня (в пиковые часы расход выше, ночью расход снижается), а также при сезонном изменении графика тепловой сети, подключении новых потребителей к тепловой сети, авариях и других ситуациях, влияющих на изменение расхода теплоносителя. Для компенсации этих изменений, обеспечения качественного регулирования параметров теплоносителя у потребителя (без перетопов и недотопов), гидравлической стабилизации тепловой сети (если у ближайшего к источнику теплоснабжения потребителю будет перерасход теплоносителя, то дальним потребителям расхода теплоносителя может не хватать), обеспечения бескавитационной и стабильной работы регулирующих клапанов требуется установка гидравлических регуляторов.

По конструктивному исполнению регуляторы бывают моноблочными и составными.

Моноблочные регуляторы

Моноблочные регуляторы (Рис. 34) состоят из проходного клапана и регулирующего блока, собранных в единую конструкцию на заводе-изготовителе. Рекомендуются для применения серия моноблочных регуляторов включает:

- ▶ *DPR* — регулятор перепада давления двух модификаций (для подающего и обратного трубопроводов) с резьбовым клапаном DN 15–32 и фланцевым DN 15–50, PN 16, 25, с различными диапазонами настройки перепада давления в пределах от 0,05 до 2 бар. Дополнительно требуется импульсная трубка AV;
- ▶ *AVPQ* — регулятор перепада давления с автоматическим ограничением расхода для установки на обратном трубопроводе с резьбовым клапаном DN 15–32, PN 16, с различными диапазонами настройки перепада давления 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 DN 15–50 и фланцевым DN 32–50, PN 25, с различными диапазонами настройки перепада давления 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 DN 15–25 и фланцевым DN 32–50, PN 16, 25, с различными диапазонами настройки перепада давления в пределах от 0,05 до 2 бар. Дополнительные импульсные трубки не требуются;
- ▶ *AVA* — регулятор «до себя» с резьбовым клапаном DN 15–25, PN 16, а также с фланцевым клапаном DN 32–50, PN 25 с диапазонами настройки в пределах от 1 до 11 бар. Дополнительные импульсные трубки не требуются;
- ▶ *AVD* — регулятор «после себя» с резьбовым клапаном DN 15–25, PN 16, а также с фланцевым клапаном DN 32–50, PN 25 с диапазонами настройки в пределах от 1 до 12 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.

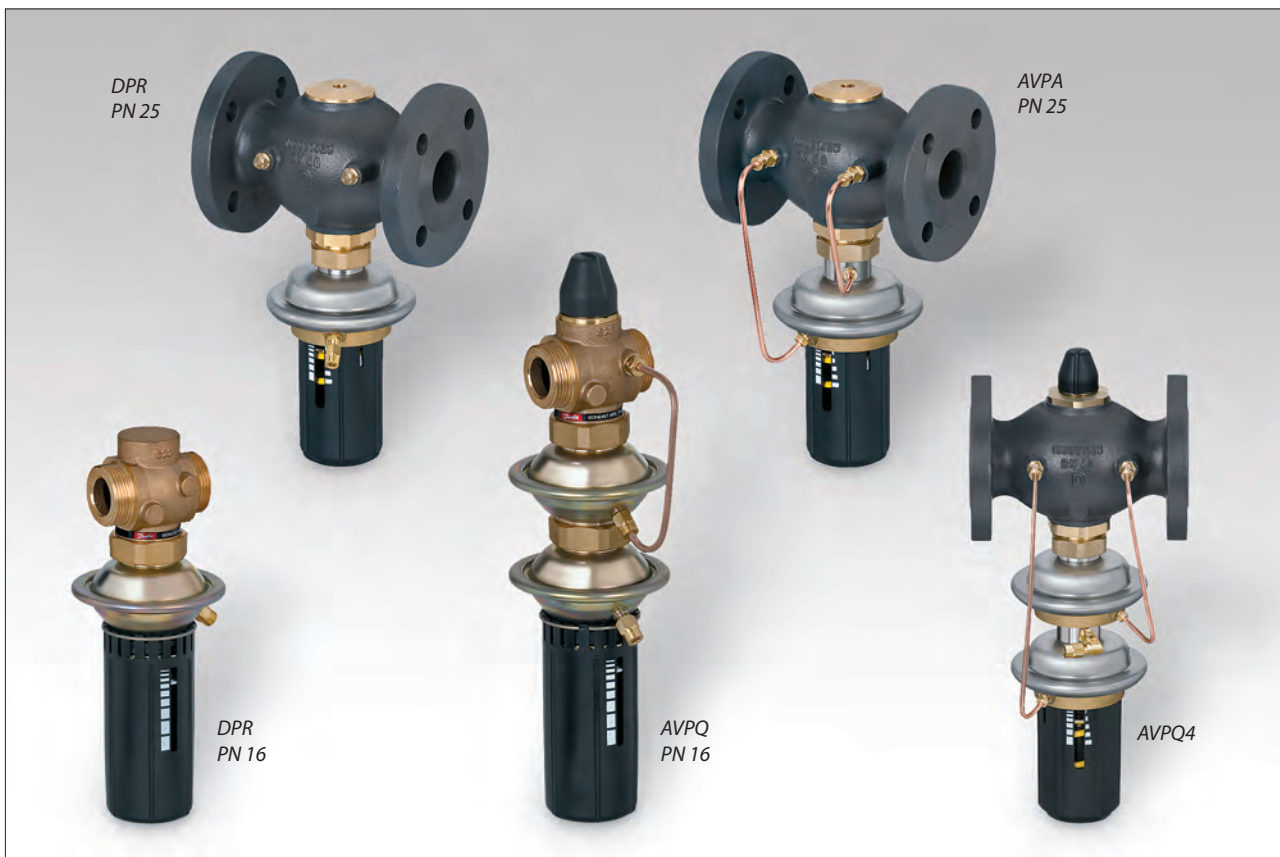


Рис. 34. Моноблочные регуляторы давления

Составные регуляторы

Составные регуляторы (Рис. 35) состоят из универсального проходного, разгруженного по давлению клапана, регулирующего блока и импульсных трубок, которые заказываются и поставляются отдельно. Серия составных регуляторов включает:

- ▶ AFP2/VFG22 — регулятор перепада давлений серии «Виртус» с фланцевым проходным клапаном VFG22 DN 65–250 и регулирующим блоком AFP2 на различные диапазоны перепада давления в пределах от 0,1 до 5 бар. Отдельно требуется заказать две внешние импульсные трубки AF;
- ▶ AFP/VFG2 — регулятор перепада давлений с фланцевым проходным клапаном VFG2 DN 15–50 и регулирующим блоком AFP на различные диапазоны перепада давления в пределах от 0,05 до 6 бар. Отдельно требуется заказать две внешние импульсные трубки AF;
- ▶ AFPQ4/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 DN 15–250 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 AFPQ4 и одна внешняя трубка AF;
- ▶ AFPA2/VFG22 — регулятор перепуска серии «Виртус» с фланцевым клапаном VFG22 DN 65–250 и регулирующим блоком AFPA2 на $\Delta P = 0,1–6$ бар. Отдельно заказываются две внешние импульсные трубки AF;
- ▶ AFPA/VFG2 — регулятор перепуска с фланцевым клапаном VFG2 DN 15–50 и регулирующим блоком AFPA на $\Delta P = 0,05–5$ бар. Отдельно заказываются две внешние импульсные трубки AF;
- ▶ AFA2/VFG22 — регулятор «до себя» серии «Виртус» с фланцевым клапаном VFG22 DN 65–250 и регулирующим блоком AFA2. Диапазон регулируемого давления от 0,1 до 16 бар. Отдельно заказывается одна внешняя импульсная трубка AF. Регулятор AFA2/VFG22 нормально закрытый, при повышении давления до него клапан открывается. Регуляторы «до себя» также называют регуляторами подпора, так как они часто устанавливаются на обратном трубопроводе для регулирования давления теплоносителя после системы отопления;
- ▶ AFA/VFG2 — регулятор «до себя» с фланцевым клапаном VFG2 DN 15–50 и регулирующим блоком AFA. Диапазон регулируемого давления от 0,05 до 16 бар. Отдельно заказывается одна внешняя импульсная трубка AF. Регулятор AFA/VFG2 нормально закрытый, при повышении давления до него клапан открывается;
- ▶ AFD2/VFG22 — регулятор «после себя» серии «Виртус» с фланцевым клапаном VFG22 DN 65–250 и регулирующим блоком AFD2. Диапазон регулируемого давления от

0,1 до 16 бар. Отдельно заказывается одна внешняя импульсная трубка AF. Регулятор AFD2/VFG2 нормально открытый, при повышении давления после регулятора клапан закрывается. Регуляторы «после себя» обычно устанавливают на подающем трубопроводе для регулирования давления теплоносителя, подаваемого в систему отопления;

- ▶ AFD/VFG2 — регулятор «до себя» с фланцевым клапаном VFG2 DN 15–50 и регулирующим блоком AFD. Диапазон регулируемого давления от 0,05 до 16 бар. Отдельно заказывается одна внешняя импульсная трубка AF. Регулятор AFD/VFG2 нормально открытый, при повышении давления после регулятора клапан закрывается.

Составные регуляторы давления всех типов рассчитаны на PN 16, 25 и 40 и $T_{\text{макс.}} = 150, 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Установка составных регуляторов серии «Виртус» DN 65–250 может производиться в любом положении. Установка составных регуляторов других серий с клапанами DN 15–50 может производиться в любом положении при $T < 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$, в остальных случаях — регулирующим блоком вниз.

Внешние импульсные трубки AF 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 трубок) и присоединять их к горизонтальным трубопроводам системы сверху или сбоку.



Рис. 35. Составной регулятор расхода с приводом iSET/iNET

Интеллектуальные приводы для гидравлических регуляторов

Составные регуляторы и комбинированные регулирующие клапаны серии «Виртус» могут быть укомплектованы интеллектуальными редукторными электроприводами AMEi 6 iSET и AMEi 6 iNET.

Электропривод AMEi 6 iSET позволяет автоматически настраивать значения ΔP в регуляторах AFP2, AFQMP2 и AFPQ2, используемых в ИТП.

Решение предназначено для динамических систем теплоснабжения с широким диапазоном значений расхода теплоносителя (горячее водоснабжение) и для систем с некорректно выбранным регулирующим оборудованием (слишком большой размер регулирующих клапанов, неверный тип клапана или неправильная характеристика регулирования, слишком узкий диапазон регулирования и т.д.).

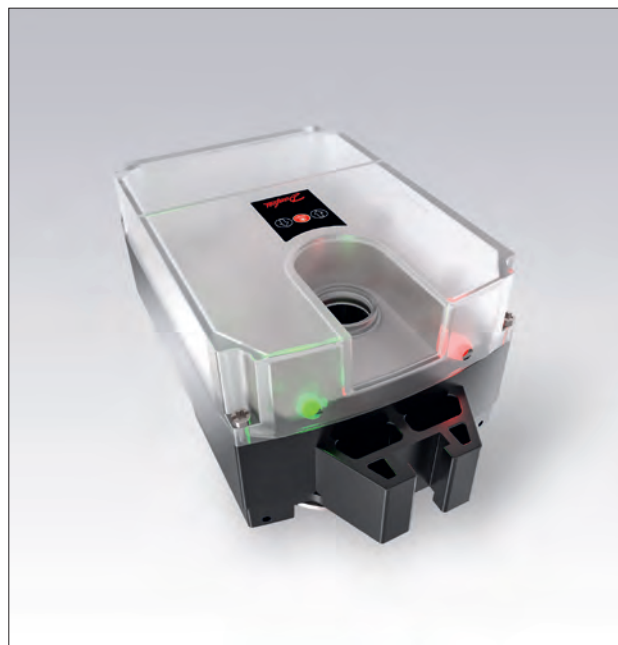


Рис. 36. Интеллектуальный редукторный электропривод AMEi 6 iSET/iNET

Функция автоматической стабилизации контролирует управляющий сигнал, отправляемый на регулирующий клапан, и стабилизирует колебания в условиях работы при неполной/низкой нагрузке путем настройки ΔP на регулирующем клапане с электроприводом. На Рис. 37 приведен алгоритм работы привода iNET. Из рисунка видно, что при преодолении порогового значения степени закрытия клапана, равного 50 %, т.е. когда клапан приближается к области регулирования относительно небольшого расхода, включаются алгоритмы привода iNET. Регулирование низким расходом сопряжено с колебаниями, когда управляющий сигнал на открытие или закрытие клапана, поступающий от контроллера, постоянно изменяется и клапан работает в режиме постоянного перемещения штока вниз или вверх. При таких колебаниях снижается

качество регулирования и наблюдается перерасход тепла, что приводит к перетопам и увеличению температуры возвращаемого в тепловую сеть теплоносителя, так как не удается достичь оптимальной степени открытия клапана. Кроме снижения точности регулирования, ресурс регулирующего клапана, работающего в режиме постоянного перемещения штока, снижается. Привод iNET отслеживает ситуации, когда клапан переходит в режим колебаний (точки P1, P2, P3, Рис. 37) и снижает перепад давления на регулирующем клапане, растягивая пружину гидравлического регулятора. В связи с этим поддерживаемый на клапане перепад давления снижается, расход теплоносителя увеличивается и клапан выходит из колебаний. После выхода клапана из колебаний привод возвращает настройку перепада давления на клапане к установленному значению.

Непрерывная оптимизация работы регулирующего клапана в реальном времени приводит к более устойчивому регулированию без колебаний и с расходом, соответствующим реальным потребностям (предотвращение перерасхода).

Это позволяет стабилизировать температурные условия на вторичном контуре, оптимизировать ΔT на первичном контуре и продлить срок службы установленного оборудования.

Электропривод AMEi 6 iNET предназначен для интеллектуальной балансировки тепловой сети и обеспечивает дистанционную настройку значения перепада давления (ΔP) в регуляторах AFP2, AFD2 и AFA2, используемых в ИТП.

В условиях изменения уровня потребления тепла требуется менять уровень распределения тепла. В связи с этим необходимо оптимизировать значение ΔP на каждой линии. С помощью iNET можно дистанционно выполнять регулировку перепада давления.

Сводная номенклатура с основными техническими характеристиками гидравлических регуляторов и интеллектуальных приводов для них приведена в каталоге [9].

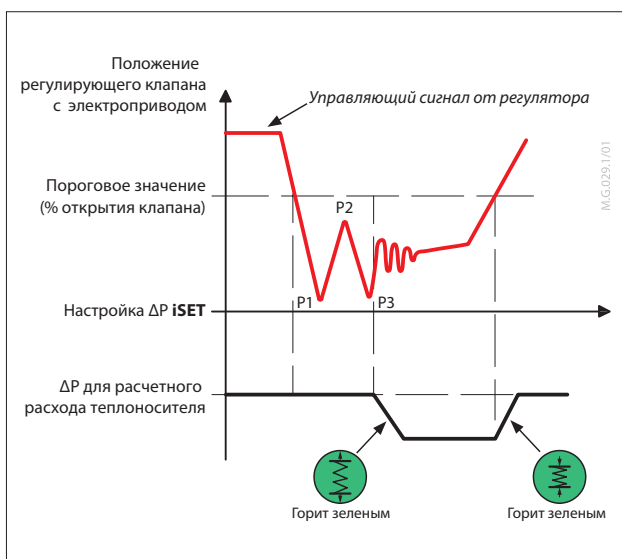


Рис. 37. Алгоритм работы привода iNET

Комбинированные регулирующие клапаны

Комбинированные регулирующие клапаны — это регулирующие клапаны с условным проходом от 15 до 250 мм, применяемые в системах теплоснабжения (Рис. 38). Они совмещают в себе два устройства: регулирующий клапан с ограничителем максимального расхода и регулятор перепада давления, поддерживающий постоянный перепад на клапане. Команду на изменение количества теплоносителя, как и в случае с обычным регулирующим клапаном, дает электронный регулятор в зависимости от температуры у потребителя. Далее электропривод изменяет положение штока клапана, и расход теплоносителя изменяется. При этом мембрана в нижней части клапана поддерживает постоянный перепад давления на клапане при изменении положения штока клапана. Ограничение максимального расхода через клапан осуществляется с помощью ограничителя хода штока (элемент 2, Рис. 39), который ограничивает степень максимального открытия клапана. Такая комбинация регулирующего устройства в верхней части клапана и регулятора перепада давления в нижней части клапана дает возможность комбинированному клапану регулировать расход теплоносителя при постоянном перепаде давления на нем. Авторитет клапана (отношение потерь давления на клапане к потерям давления на регулируемом участке) при этом равен 1, так как в случае комбинированного клапана встроенный регулятор перепада давления поддерживает постоянный перепад на клапане, что позволяет клапану работать точно по характеристике регулирования, без отклонений. Поэтому в случае использования комбинированных регулирующих клапанов для увеличения авторитета регулирующего клапана и, как следствие, качества регулирования не требуется обвязка клапана регулятором перепада давления. Таким образом, комбинированный клапан заменяет собой регулирующий клапан и регулятор перепада давления. Преимуществом комбинированных клапанов является также точное поддержание расхода, что позволяет избежать перегрева или недогрева воды во вторичном контуре, а также предохраняет от повышения температуры воды в обратном трубопроводе тепловой сети.

- ▶ AVQM — комбинированный регулирующий клапан с условным проходом DN 15–32 для PN 16 и DN 15–50 для PN 25, с фиксированным диапазоном настройки перепада давления на клапане 0,2 бар, с пропускной способностью от 0,4 до 20 м³/ч. Присоединение резьбовое или фланцевое. Температура регулируемой среды (воды или 30 % водного раствора гликоля): T = 2–150 °C. AVQM используется совместно с электроприводами ARV(E) 152, AMV(E) 23, AMV(E) 23SU, ARV(E) 153 и AMV(E) 33, которые управляются электронными регуляторами Danfoss серии ECL;
- ▶ AFQM2 — комбинированный регулирующий клапан серии «Виртус» PN 16, PN 25 и PN 40 с условным проходом DN 65–250, с фиксированным диапазоном настройки перепада давления на клапане 0,2 и 0,5 бар, с пропускной

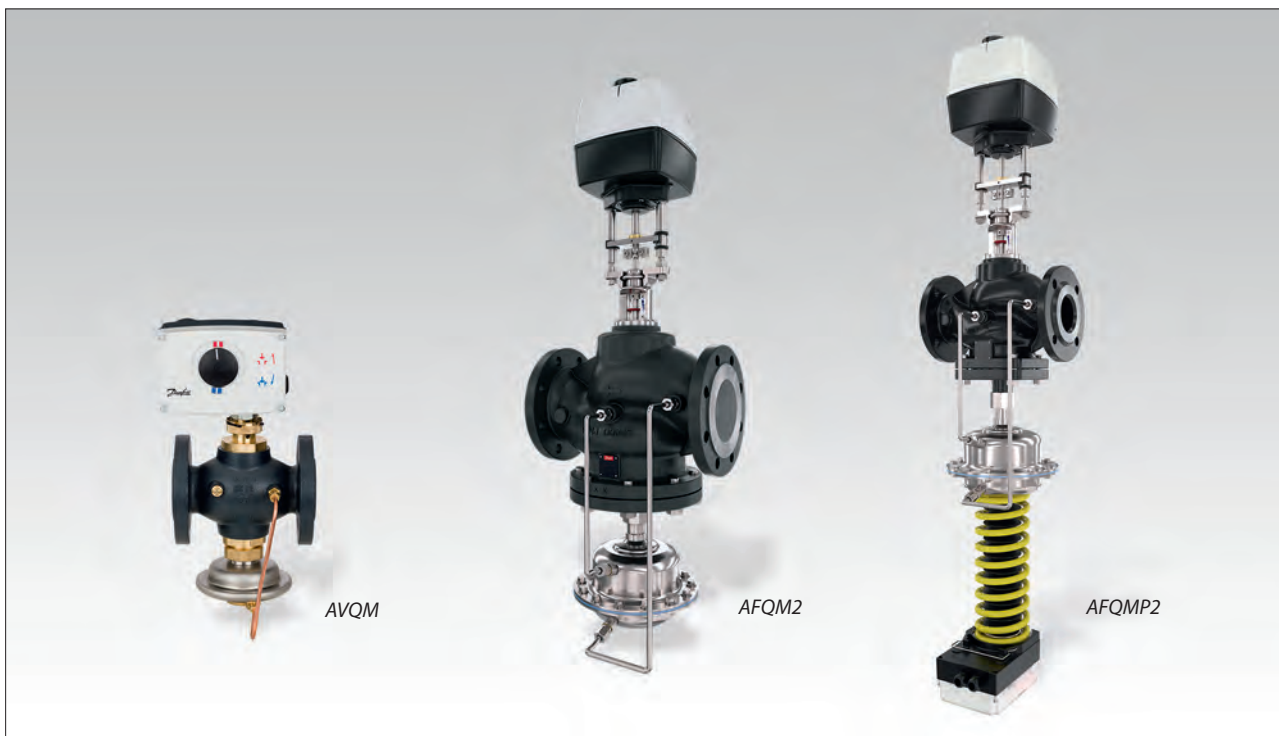


Рис. 38. Комбинированные регулирующие клапаны

способностью от 60 до 800 м³/ч. Присоединение фланцевое. Температура регулируемой среды (воды или 30 % водного раствора гликоля): T = 2–150 °C;

AFQM2 используется с приводами АМЕ 655, 658 SD/SU.

- ▶ AFQMP2 — комбинированный регулирующий клапан серии «Виртус» PN 16, PN 25 и PN 40 с условным проходом DN 65–250, с настраиваемым диапазоном перепада давления на клапане 0,1–0,7 бар (настройка осуществляется с помощью пружины на мембранном блоке) с пропускной способностью от 60 до 800 м³/ч. Присоединение фланцевое. Температура регулируемой среды (воды или 30 %-го водного раствора гликоля): T = 2–150 °C. AFQMP2 используется с приводами АМЕ 655, 658 SD/SU, а также может быть укомплектован электроприводами АМЕi 6 iSET или АМЕi 6 iNET, устанавливаемыми на пружину мембранного блока.

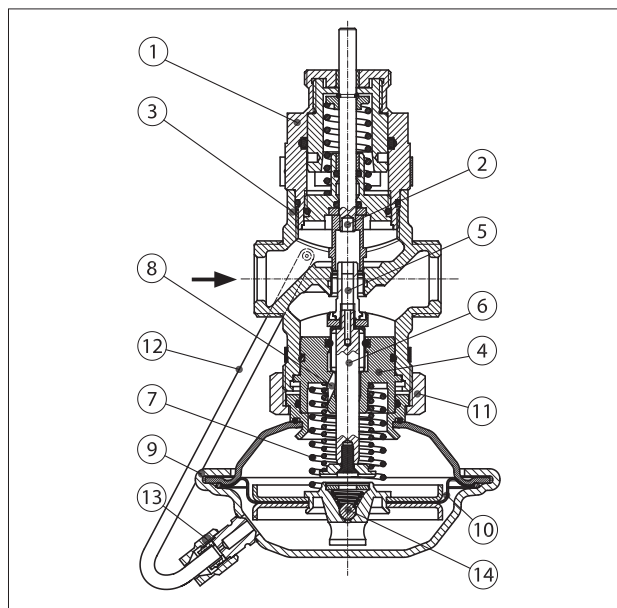


Рис. 39. Устройство клапана AVQM:

- 1 – вставка регулирующего клапана; 2 – ограничитель хода штока регулирующего клапана; 3 – корпус клапана; 4 – вставка клапана регулятора-ограничителя расхода; 5 – разгруженный по давлению золотник клапана; 6 – шток клапана; 7 – пружина для ограничения расхода; 8 – канал импульса давления; 9 – регулирующая диафрагма; 10 – соединительная гайка; 11 – верхняя часть корпуса регулирующей диафрагмы; 12 – нижняя часть корпуса регулирующей диафрагмы; 13 – импульсная трубка; 14 – компрессионный фитинг для импульсной трубки

Теплообменники

Тепловые пункты могут оснащаться пластинчатыми теплообменниками Ридан (Рис. 40), которые разработаны специально для систем централизованного теплоснабжения. Широкая номенклатура теплообменников (Рис. 42) позволяет использовать их в системах тепло- и холодо-снабжения. Основой теплообменника являются профилированные тонколистовые пластины из нержавеющей стали различных размеров, которые собираются в пакеты в зависимости от индивидуальных теплотехнических, гидравлических и конструктивных требований.

Компания «Данфосс» предлагает теплообменники Ридан с традиционным шевронным рифлением теплообменных пластин и теплообменники с новой технологией рифления теплообменных пластин — Danfoss Microplate (Рис. 41). Технология Danfoss Microplate примечательна тем, что использует совершенно новый тип рифления пластины, представляющий собой дискретно нанесенные на поверхность углубления различной формы.

Наличие такого большого количества типов рифления и типоразмеров ТО предоставляет значительный уровень свободы при подборе теплообменника, так как переменными величинами являются: глубина штамповки; относительный шаг расположения; тип расположения — шахматный, коридорный или комбинированный; форма углубления — сферическая, овальная; угол оребрения; ширина канала; высота и ширина пластины и т. д.

За счет использования современных технологий рифления теплообменные аппараты Ридан предоставляют следующие преимущества:

- ▶ высокий коэффициент теплоотдачи в сочетании с высоким эффектом самоочистки за счет применения современных пластин, разработанных с учетом потребностей рынка;
- ▶ повышенная устойчивость к гидроударам за счет улучшенного дизайна канавки для уплотнений и увеличенного количества точек касания пластин между собой;
- ▶ снижение массогабаритных характеристик теплообменных аппаратов за счет увеличения эквивалентной термической длины пластины.

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

Паяные теплообменники компактны, надежны, легки, но не подлежат ремонту или модернизации. Очистка паяного теплообменника производится методом промывки специальным раствором. Список рекомендованных средств для промывки теплообменников указан в руководстве по эксплуатации.

Разборные теплообменники изготавливаются как в одноходовом, так и в двухходовом исполнении (моноблок для двухступенчатой смешанной схемы ГВС) и позволяют видоизменять подогреватель (наращивать или уменьшать поверхность теплообмена), производить его ремонт (заменять пластины или прокладки), механически и химически чистить пластины в процессе эксплуатации, в том числе с полной разборкой для контроля степени очистки. Список рекомендуемых средств для промывки указан в руководстве по эксплуатации.



Рис. 40. Разборный и паяный теплообменники

Стандартная номенклатура теплообменников Ридан и «Данфосс» приведена на Рис. 42 и в каталогах [12, 13] (каталоги размещены на сайтах danfoss.ru и ridan.ru). Кроме того, по запросам заказчика возможно изготовление нестандартных теплообменников, таких как многоходовые теплообменники, полусварные теплообменники, сварные теплообменники (кожухопластинчатого и блочного типа), теплообменники типа Free Flow (без металлического контакта между пластинами со свободным проходом для вязких и волокнистых сред) и ширококанальные теплообменники.

Подбор теплообменников осуществляется путем отправки запроса на расчет через представителей «Данфосс» и/или на электронную почту cs@ridan.ru. Вместе с расчетом на теплообменное оборудование сотрудники Ридан и «Данфосс» могут рассчитать дополнительное оборудование (теплоизоляционные кожухи, ЗИП, комплект ответных фланцев с прокладками и крепежом, поддоны для сбора конденсата, муфты для подключения и т. д.). Также можно воспользоваться электронными сервисами по расчету теплообменников. Наиболее полную информацию можно получить у представителей компании.

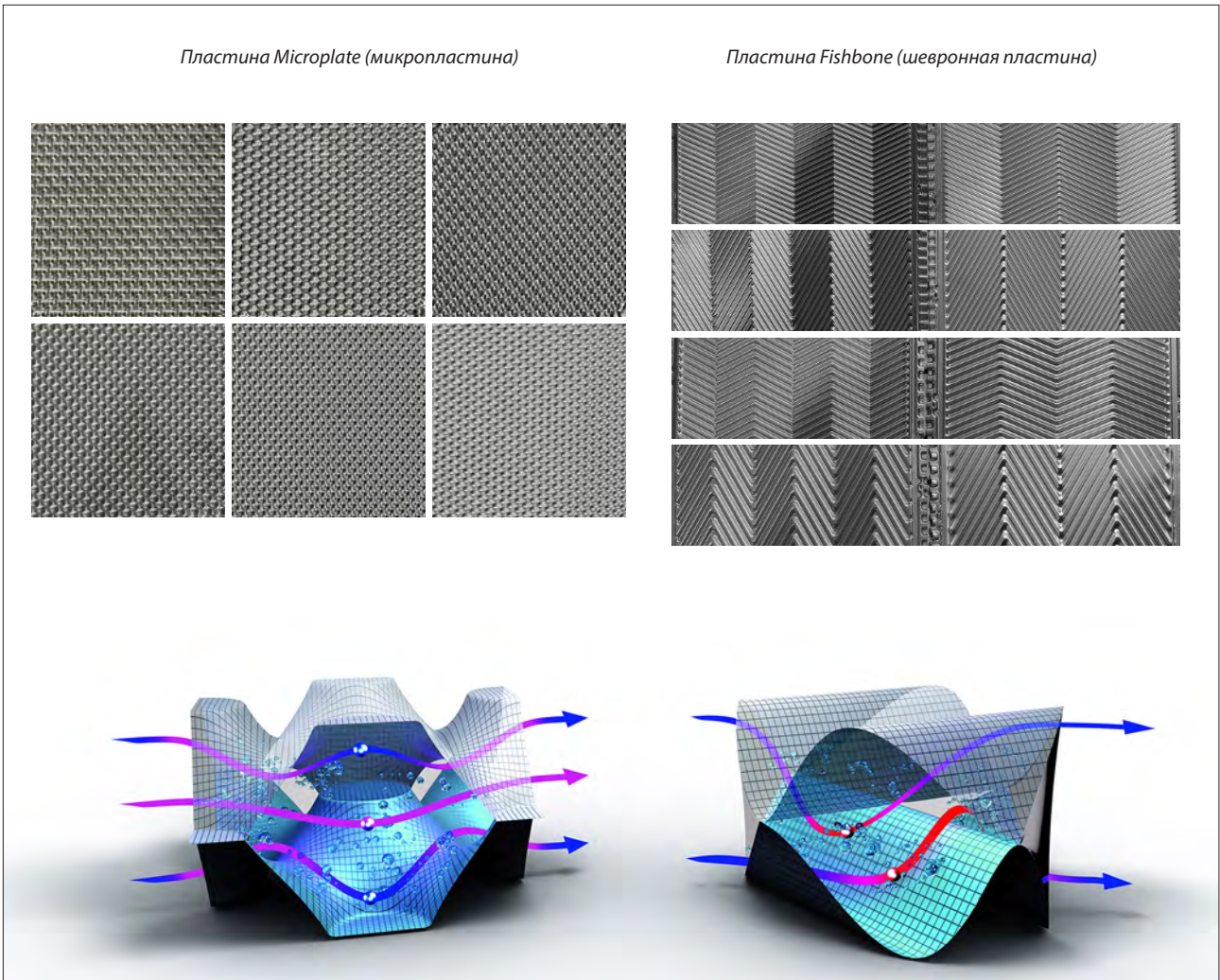
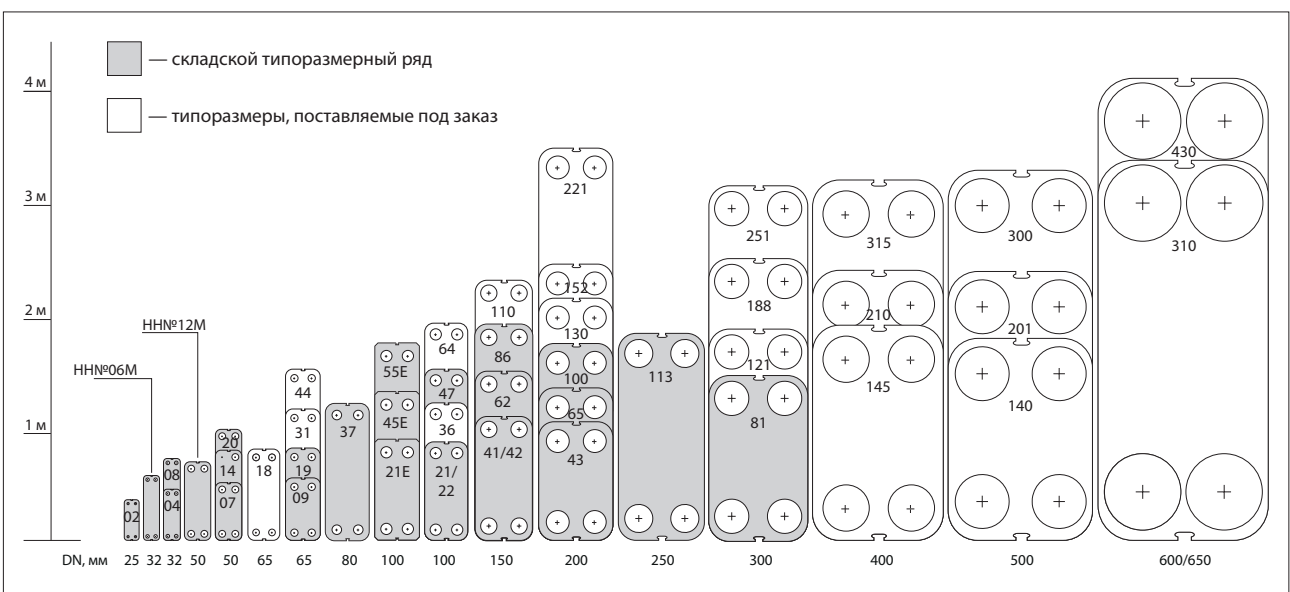


Рис. 41. Различные варианты штамповки пластин и схема движения теплоносителя в микроканальных и шевронных пластинах



Особенности разборных пластинчатых теплообменников Ридан

- ▶ Зона распределения на пластинах нужна для предотвращения застойных зон и гарантирует распределение среды по всей теплопередающей поверхности пластины. Падение давления в этой зоне минимально за счет ее небольшой высоты. Тем самым уменьшается количество ненужных потерь давления для использования на основной теплопередающей поверхности пластины.
- ▶ Пластины навешиваются на направляющие. Каждая последующая пластина выравнивается по положению предыдущей благодаря центровке в зоне подвеса, и по всему периметру проложенного уплотнения через выступы, соединяя пакет пластин в единое целое. Первая пластина навешивается прокладкой к плите, прокладки обеспечивают плотное прилегание пластин друг к другу. Такая технология сборки пакета пластин не допускает их несостыковку. После навешивания пакета пластин он плотно стягивается и фиксируется прижимной плитой и стяжными болтами.
- ▶ Усиленная зона подвеса позволяет без опаски проводить сервисные работы по очистке теплопередающих поверхностей многократно, без замены пластин в течение всего срока эксплуатации теплообменника.
- ▶ Бесклеевой способ фиксации уплотнений на пластине при помощи совпадающих выступов и пазов позволяет быстро и качественно проводить сервисные работы по замене уплотнений даже одному человеку.
- ▶ В случае аварийной ситуации при предельном износе уплотнения и разгерметизации одного из контуров теплообменника среды теплообменника не будут вступать в контакт друг с другом. Система отводных каналов позволит быстро и точно локализовать место утечки.
- ▶ Под воздействием УФ-излучения прокладки становятся хрупкими, что может привести к протечке. Конструкция пластин надежно защищает прокладки от УФ-излучения, поддерживает эластичность и продлевает время службы прокладок.

Трубопроводная арматура и контрольно-измерительные приборы

Компания «Данфосс» осуществляет комплектацию тепловых пунктов всей необходимой трубопроводной арматурой и контрольно-измерительными приборами:

- ▶ стальными фланцевыми и приварными шаровыми кранами серии JiP;
- ▶ латунными и из нержавеющей стали резьбовыми шаровыми кранами BVR и X;
- ▶ резьбовыми латунными и фланцевыми чугунными сетчатыми фильтрами FVR и FVF, в том числе со сливными кранами;
- ▶ чугунными дисковыми поворотными затворами VFY, SYLAX, которые рекомендуется устанавливать на трубопроводах нагреваемой водопроводной воды систем ГВС;
- ▶ обратными клапанами (резьбовыми латунными тип 223 и NRV EF, чугунными NVD 402 и NVD 462, бронзовыми и чугунными для монтажа между фланцами NVD 802 или NVD 812 из нержавеющей стали);
- ▶ манометрами и термометрами;
- ▶ гибкими вставками для предотвращения передачи механических вибраций по трубопроводным системам.
- ▶ шаровые краны JiP Premium рассчитаны на высокие параметры перемещаемой через них среды (T_{max} 180 °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 запирающего крана;
- ▶ в процессе производства шаровые краны JiP проходят 100 %-ный контроль качества;
- ▶ вставка в шаре снижает турбулентность и сводит к минимуму гидравлическое сопротивление крана;
- ▶ краны DN 15–600 приварные и фланцевые, рассчитанные на давление PN 16 и PN 25, изготавливаются компанией «Данфосс» в Московской области;
- ▶ отдельная серия кранов JiP Standard DN 15–150, рассчитанная на давление PN 16, идеально подходит для применения в ИТП.

Полная номенклатура трубопроводной арматуры и контрольно-измерительных приборов приведена в каталогах [14, 15].

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

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 конструкцию отдельные функциональные узлы, как правило, в комплекте с приборами и устройствами контроля, автоматического регулирования и управления (Рис. 43).



Рис. 43. БТП «Данфосс» с пластинчатыми теплообменниками

Компания «Данфосс» предлагает для применения в России стандартные автоматизированные БТП полной заводской готовности [16, 17], предназначенные для присоединения к тепловой сети различных систем теплопотребления. БТП «Данфосс» выполнены по типовым технологическим схемам с применением водоподогревателей на базе паяных или разборных пластинчатых теплообменников собственного производства (Рис. 43–46).

Применение автоматизированных БТП «Данфосс» 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 их отлаженное производство на заводах компании «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 организовывать оперативную и квалифицированную сервисную службу, сократив при этом общий персонал по обслуживанию тепловых пунктов;
- ▶ вписывать БТП в систему диспетчерского контроля, управления и учета теплопотребления 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 ЦТП 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 короткие сроки и могут быть рекомендованы для комплексного оснащения систем централизованного теплоснабжения любого масштаба.



Рис. 44. Классификация блочных тепловых пунктов «Данфосс»

Узлы ввода Ридан™ УВ применяются в программах реконструкции индивидуальных тепловых пунктов и в новом строительстве, при замене старых узлов ввода тепловой сети новыми с узлом учета или без него.

- ▶ Мощность узлов ввода Ридан™ УВ: от 50 до 5500 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя: 150 °С.
- ▶ Максимальное рабочее давление: 1,6 МПа.

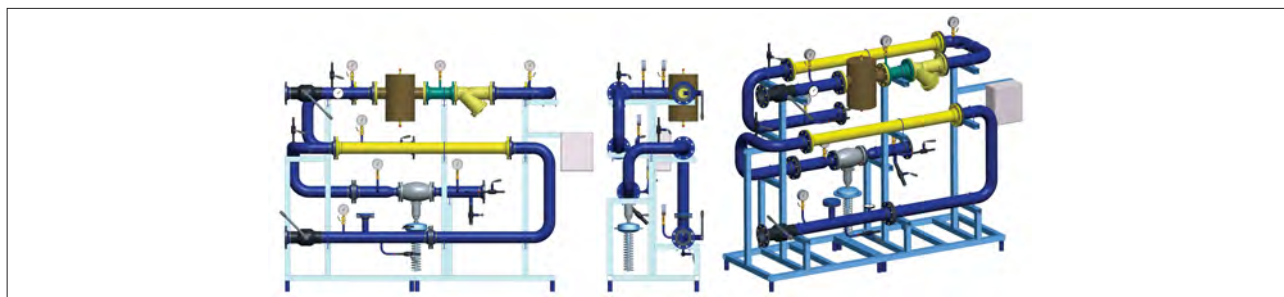


Рис. 45. Узлы ввода Ридан™ УВ

Узлы смешения Ридан™ АУУ (автоматизированные узлы управления) применяются в программах реконструкции индивидуальных тепловых пунктах при замене элеваторных узлов систем отопления автоматизированными насосными схемами. Эти узлы также применяются в новом строительстве в ИТП с зависимым присоединением к тепловой сети систем отопления и вентиляции.

- ▶ Мощность узлов смешения Ридан™ АУУ: от 50 до 2000 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя: 150 °С.
- ▶ Максимальное рабочее давление: 1,6 МПа.

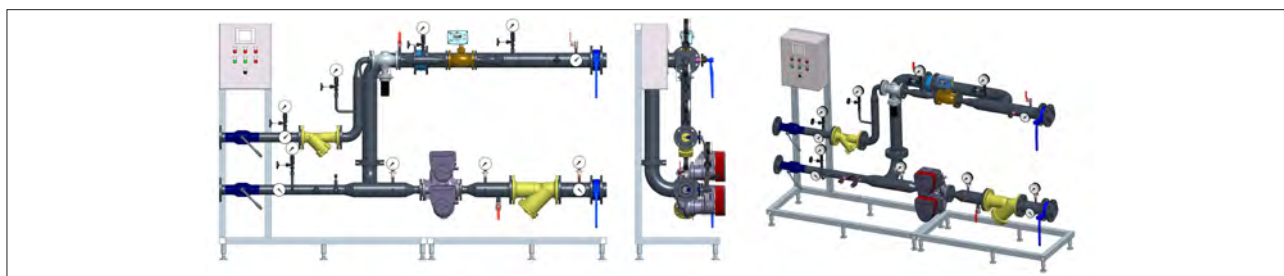


Рис. 46. Узлы смешения Ридан™ АУУ

БТП с пластинчатыми теплообменниками «Данфосс»™ SUB применяются в новом строительстве и при реконструкции ИТП, где в технических условиях на подключение требуется независимое присоединение систем теплоснабжения (одной или более) через пластинчатые водоподогреватели (теплообменники).

- ▶ Мощность тепловых пунктов «Данфосс»™ SUB: от 50 до 3500 кВт.
- ▶ Максимальная температура теплоносителя: 150 °С.
- ▶ Максимальное рабочее давление: 1,6 МПа.

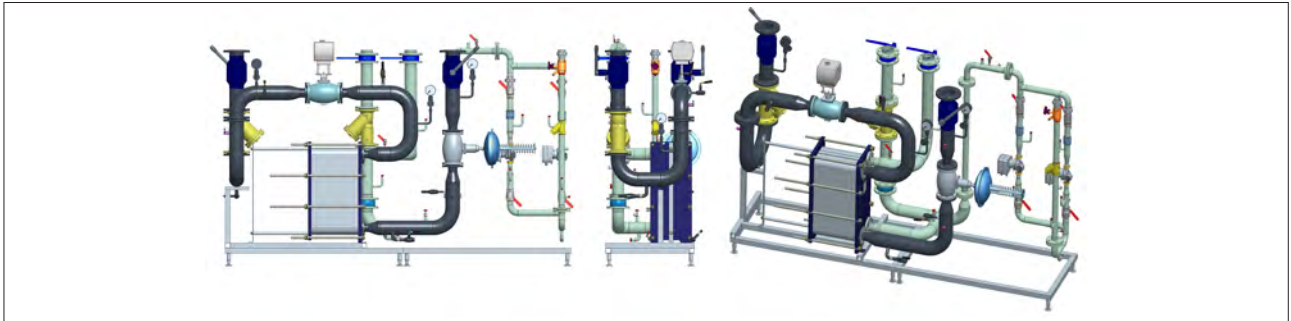


Рис. 47. БТП с пластинчатыми теплообменниками «Данфосс»™ SUB

Для того чтобы подобрать блочный тепловой пункт «Данфосс», необходимо заполнить электронный опросный лист на сайте danfoss.ru и отправить его на электронный адрес btp@danfoss.ru.



Шкафы автоматизации



Рис. 48. Шкаф автоматизации «Данфосс»

Шкафы автоматизации (ША) «Данфосс» имеют индивидуальное исполнение и предназначены в первую очередь для контроля параметров и автоматического управления тепловыми пунктами, содержащими один контур регулирования и более, насосными станциями, системами подпитки, дополнительным оборудованием защиты и сигнализации работы систем автоматизации в различных отраслях промышленности и ЖКХ, а также для технологического учета потребления энергоресурсов на объектах промышленного и жилищно-гражданского назначения. ША могут поставляться как в составе блочных тепловых пунктов, так и отдельно.

Основными компонентами ША являются контроллеры «Данфосс» линейки ECL Comfort, а также контроллеры линейки РСМ для управления насосными станциями. При необходимости ША комплектуются модулями мониторинга аналоговых и дискретных сигналов и коммуникационными модулями для передачи данных в системы диспетчеризации.

Помимо контроллеров в состав ША входят все необходимые компоненты для выполнения функций управления тепловым пунктом, такие как контакторы, реле, магнитные пускатели, устройства плавного пуска, частотные преобразователи, клеммные соединения, приборы индикации и т. д. Данные ША могут включаться в проекты автоматизации как единое покупное изделие. Это значительно упрощает процесс проектирования и дальнейшего монтажа оборудования на объекте.

В зависимости от комплектации шкаф автоматизации «Данфосс» может обеспечивать получение данных от приборов учета энергоресурсов и другого инженерного оборудования здания по интерфейсам RS485 и RS232, дальнейшую передачу данных в систему диспетчеризации по сетям Ethernet или по мобильной связи GSM/GPRS. Существует несколько вариантов диспетчеризации шкафов автоматизации «Данфосс».

Разработана стандартная линейка шкафов, включающая наиболее популярные виды шкафов автоматизации для тепловых пунктов. Эти ША позволяют автоматизировать работу системы отопления и/или системы ГВС до двух насосов на каждом контуре (плюс до двух насосов подпитки системы отопления). Данная линейка представлена 18 типами шкафов, каждый из которых имеет множество вариаций электрических схем в зависимости от моделей подключаемых насосов. Для ША из стандартной линейки на сайте danfoss.ru доступен для скачивания набор документов (функциональная схема автоматизации, электрическая схема и внешний вид шкафа), которые можно использовать в проектной документации.

Для подбора индивидуального шкафа автоматизации «Данфосс» необходимо заполнить электронный опросный лист в разделе «Шкафы автоматизации» на сайте danfoss.ru либо обратиться на почту elbox@danfoss.com.

Система диспетчеризации Cloud-Control

Система диспетчеризации Cloud-Control предназначена для удаленного мониторинга и управления оборудованием «Данфосс» с помощью веб-сервиса cloud-control.ru.

Система Cloud-Control поддерживает следующее оборудование:

- ▶ электронные регуляторы температуры ECL 210/ECL 310;
- ▶ контроллеры Danfoss PCM MM PLUS, PCM CWS PLUS, PCM CP PLUS;
- ▶ частотные преобразователи VACON 100 FLOW, FC51, FC101, FC102, FC202, FC302, FC280.

Подключение оборудования к системе производится через GPRS-/GSM-модем с предустановленным программным обеспечением. Для передачи данных от объекта к системе используется сотовая сеть, что позволяет достигать максимально широкой зоны покрытия. В режиме реального времени данные с оборудования поступают на центральный сервер системы, где зарегистрированные пользователи имеют полный доступ к своему оборудованию. Cloud-Control представляет собой облачный сервис с базой данных и веб-интерфейсом, им можно пользоваться с любого ПК, ноутбука или смартфона с доступом к сети интернет через веб-браузер, а также через мобильное приложение для смартфонов.

Применение системы Cloud-Control позволяет удаленно управлять технологическими процессами, вносить

изменения в настройки и мониторить состояние оборудования. Реализован простой доступ в любое время из любого места к текущим и архивным показателям. В случае возникновения аварий или предупреждений пользователь получает оповещение через систему Cloud-Control, Email или Push-уведомления. На основе архивных данных пользователь может удаленно перенастраивать оборудование для улучшения его технико-экономических показателей.

Основные функции Cloud-Control:

- ▶ доступ к текущему состоянию подключенного оборудования и настройкам в режиме реального времени;
- ▶ доступ к архивам исторических данных;
- ▶ построение архивных графиков;
- ▶ архивация действий пользователей (журнал оператора);
- ▶ управление авариями (уведомление, сброс, архивация);
- ▶ разделение ролей пользователей при регистрации на администратора компании, инженера компании с правами на управление, инженера компании с правами только на просмотр.

Система Cloud-Control разработана и поддерживается в России. Более подробно изучить продукт, а также оставить заявку на консультацию можно на сайте danfoss-cloud.ru.

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.

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 «Данфосс»).

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 (раздел 2.1).

1. Управление одной системой отопления регулятором ECL Comfort 210 (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. 49 (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 организации). 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.

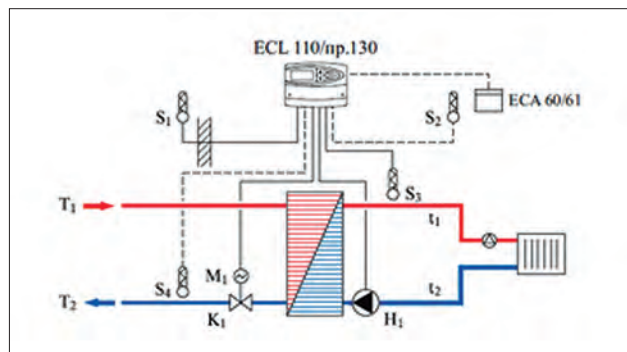


Рис. 49. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления **при независимом** присоединении к тепловой сети

Схема автоматизации (Рис. 49) применяется, если необходимо снизить температуру теплоносителя для системы отопления, независимо присоединенной к тепловой сети.

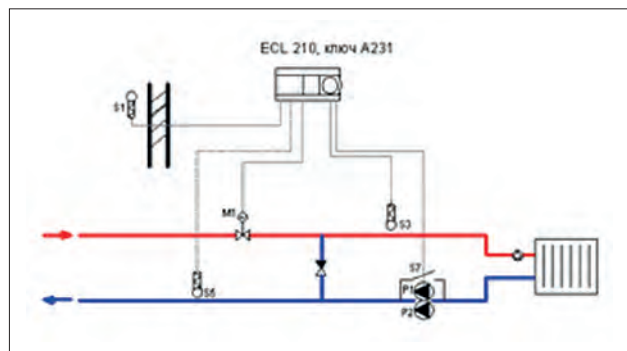


Рис. 50. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления **при зависимом** присоединении к тепловой сети

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 желанию 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 регулятор с помощью встроенного таймера 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.

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 Н1 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 при бездействии 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 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 Рис. 50 представляет собой реле перепада давлений 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 (Рис. 51).

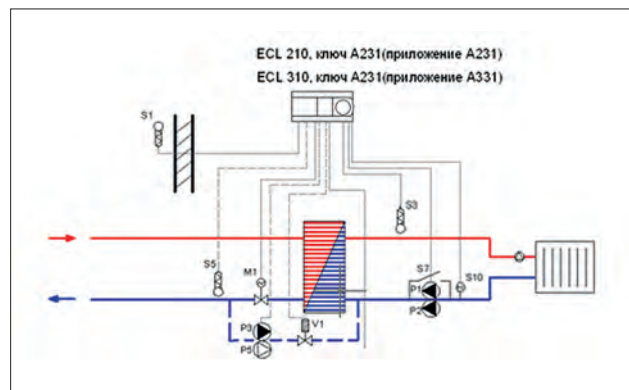


Рис. 51. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления с управляемой подпиткой

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 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 (приложение A230);
- ▶ управление спаренными циркуляционными насосами отопительного контура (приложения A231 и A331). При этом регулятор осуществляет переключение насосов, обеспечивает одинаковую наработку моточасов, а также отслеживает аварию насосов (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), а также включает сигнализацию 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. 52) применяется регулятор ECL Comfort 210 с ключом A260.

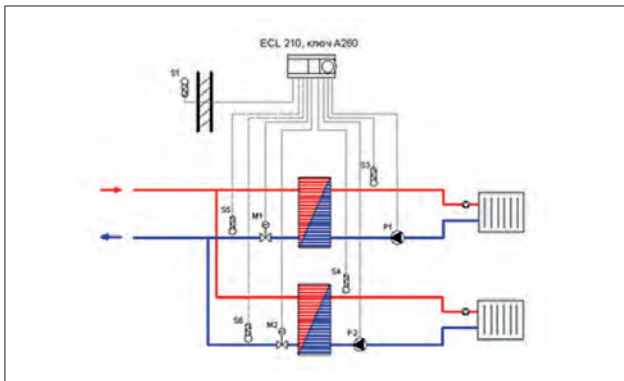


Рис. 52. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: два контура системы отопления

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. 53. Ключ приложения A361 также поддерживает функцию управления подпиткой с одним общим насосом и двумя соленоидными клапанами в каждой системе.

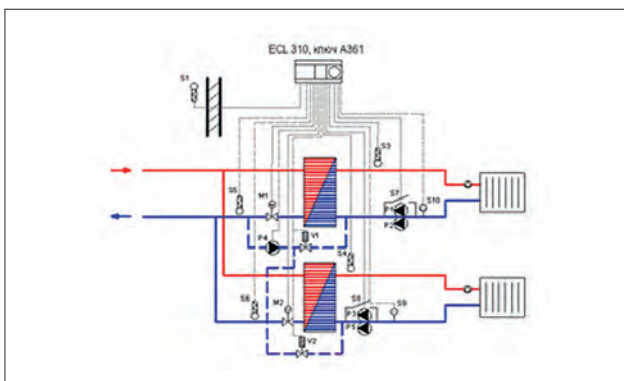


Рис. 53. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: два контура системы отопления с управляемой подпиткой

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.)

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 в системе ГВС регистрируемой датчиком S3 (S4), управляя клапаном с электроприводом M1 в контуре греющего теплоносителя (Рис. 55) или в смесительном узле (Рис. 54).

Примечание. Возможны иные типы ГВС.

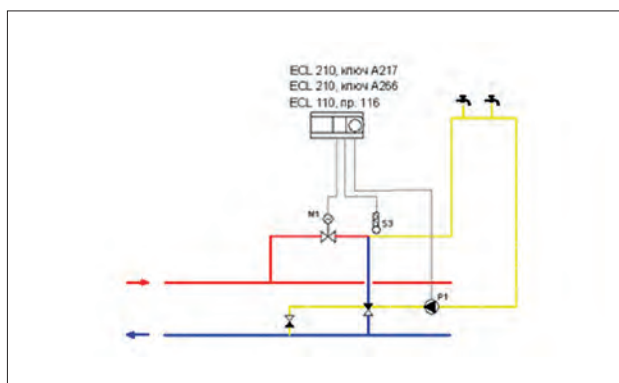


Рис. 54. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: ГВС при открытой системе теплоснабжения

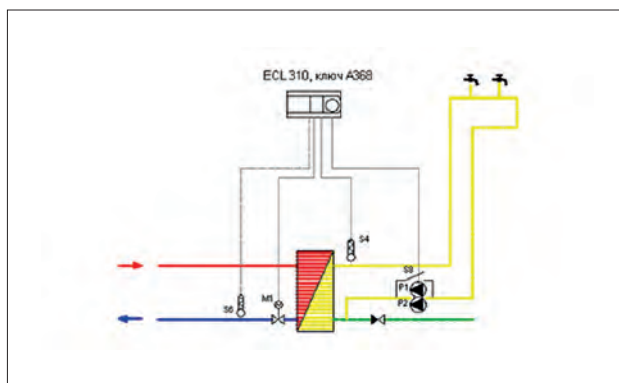


Рис. 55. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: ГВС при закрытом водоразборе

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

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 предусмотрены.

ECL Comfort 210/310 с ключом A217/317,

ECL Comfort 210 с ключом A266

Ключ приложений A217/317 предназначен для управления системой ГВС с баком-аккумулятором, теплообменником или узлом смешения 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. Специальные функции: обеспечение режима дезинфекции, включение циркуляционного насоса при температуре в циркуляционном контуре выше заданного значения, наличие сигнализации о сбоях в системе регулирования и возможность подключения кнопки (реле) внешней аварии. Также 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 также защиту по сухому ходу.

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 сети (зависимое или независимое) в сочетании с системой ГВС как при закрытой, так и при открытой схеме теплоснабжения (Рис. 56 и Рис. 57).

Управление системой отопления и ГВС возможно осуществлять регулятором ECL Comfort 210 с ключом A266

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. Подробная информация по нему содержится в отдельном техническом описании.

и ECL Comfort 310 с ключом A368 (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 задаваемому расписанию 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;
- ▶ 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 моточасов 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.

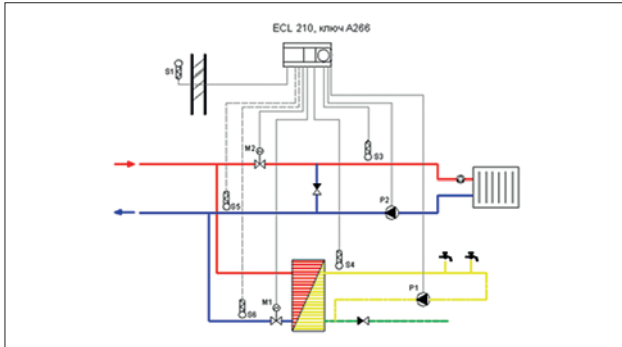


Рис. 56. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления и ГВС

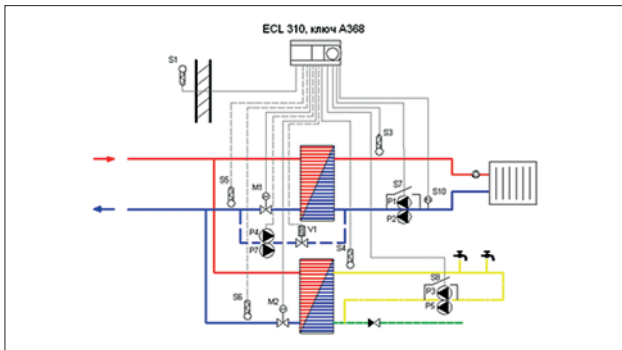


Рис. 57. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления с управлением подпиткой и ГВС.

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. 58). 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.

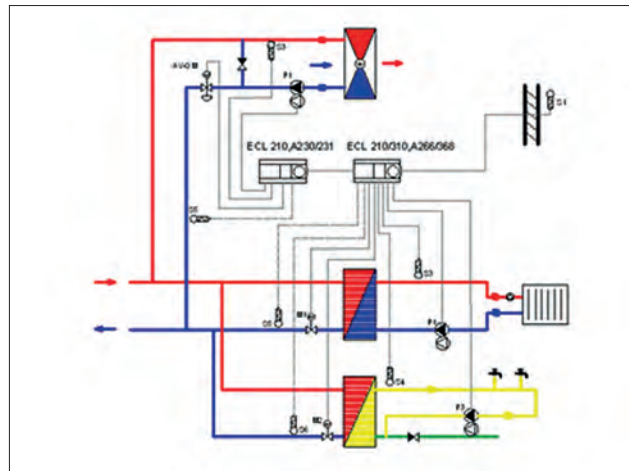


Рис. 58. Принципиальная схема автоматизации теплового пункта: система отопления, ГВС и calorifer системы вентиляции

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 регулируемыми приборами).

Для выполнения расчетов потребуются таблицы зависимости пропускной способности, перепада давления и расхода, а также перевода единиц давления. Эти таблицы приведены в приложениях 5, 6.

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 давления на нем $\Delta P_{\text{кл.}} = 1$ бар.

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:

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

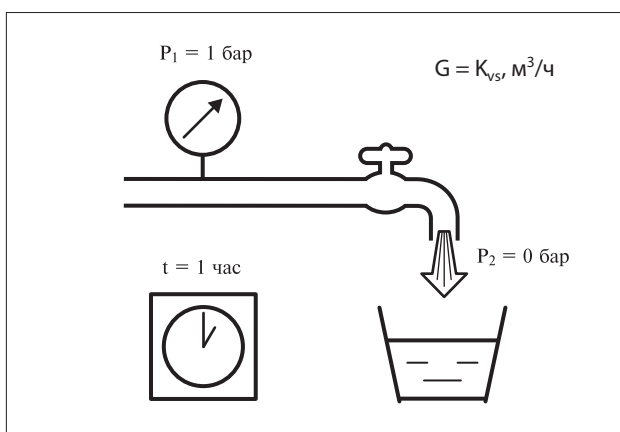


Рис. 59. Определение условной пропускной способности клапана

Требуемая пропускная способность определяется в зависимости от расчетного расхода теплоносителя через клапан и от фактического перепада давления на нем по формуле

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

где 1,2 — коэффициент запаса;

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

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

Расчетный расход теплоносителя

Системы отопления и вентиляции

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

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

При этом температурный перепад принимается по температурному графику при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления (например, $150 - 70^\circ\text{C}$).

Система ГВС

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

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 давления, определяется:

- ▶ при одноступенчатом нагреве воды для системы ГВС — по сумме их расчетных расходов;
- ▶ при двухступенчатой смешанной схеме нагрева воды (теплоноситель после теплообменника системы отопления подается в первую ступень теплообменника ГВС) — по сумме расходов на отопление и вторую ступень теплообменника ГВС.

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/кВт тепловой мощности системы.

Расчетный перепад давления

Выбор расчетного перепада давления на регулирующих клапанах наиболее сложно решаемая проблема.

Если расход теплоносителя через клапан задан однозначно, то перепад давления на нем можно варьировать.

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

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

Исходной величиной для выбора перепада давления на регулирующих клапанах теплового пункта является перепад давления в трубопроводах тепловой сети на вводе в здание (на узле ввода теплового пункта) ΔP_c .

Для обеспечения качественного процесса регулирования и долговечной работы регулирующего клапана перепад давления на нем должен быть больше или равен половине перепада давления на регулируемом участке (Рис. 60)

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

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

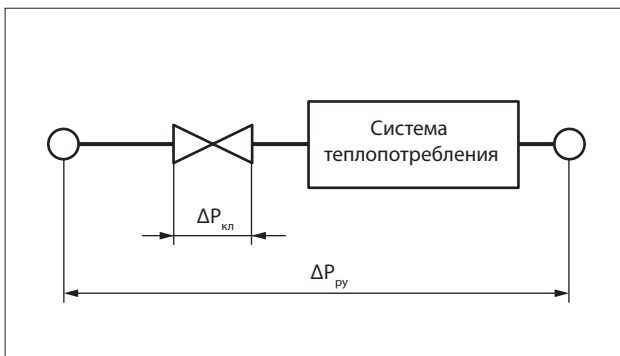


Рис. 60. Выбор перепада давления на регулирующем клапане

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

В то же время перепад давления 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 давления $\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}}$ и сравнивается с принятым перепадом при расчете K_v .

Предельно допустимый перепад давления на регулирующем клапане рассчитывается по формуле

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

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;

$P_{\text{нас}}^{\text{изб}}$ — избыточное давление насыщенных паров воды в зависимости от ее температуры T_1 в бар, принимаемое по приложению 4.

Если рассчитанный $\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}}$ окажется меньше принятого ранее $\Delta P_{\text{кл}}$, то необходимо либо уменьшить заданный перепад давления на клапане путем перераспределения его между элементами трубопроводной сети, в том числе за счет дополнительной установки какого-либо дроселирующего устройства (например, регулятора перепада давления) перед клапаном, либо переместить клапан на обратный трубопровод, где температура теплоносителя менее 100°C .

При применении не разгруженного по давлению клапана перепад давления 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 давления на регулирующих клапанах рекомендуется проверять на скорость прохождения теплоносителя во входном сечении клапана (V) по формуле

$$V = G_p \cdot (18,8/DN)^2, \text{ м/с}; \quad (9)$$

где V — скорость прохождения теплоносителя во входном сечении клапана, м/с;

18,8 — переводной коэффициент;

DN — диаметр клапана, мм.

Рекомендуемая скорость прохождения теплоносителя во входном сечении клапана для тепловых пунктов жилого фонда от 1,5 до 3,5 м/с, для всех остальных тепловых пунктов от 1,5 до 5 м/с.

Регулирующие клапаны фирмы «Данфосс» в сочетании с электрическими приводами имеют относительный диапазон регулирования не менее 1:30, т. е. клапаны обеспечивают пропорциональное регулирование при уменьшении расхода проходящей через него среды по сравнению со значением K_{vs} 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 давления на соленоидном 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 давления на нем должен быть не менее 0,3 бар.

Примеры

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

Пример 1

Подобрать регулирующий клапан типа VFM2 при следующих условиях:

- ▶ клапан устанавливается на обратном трубопроводе после теплоиспользующей установки;
- ▶ теплоноситель — вода с температурой в обратном трубопроводе: $T_2 = 70\text{ }^\circ\text{C}$;
- ▶ потери давления в теплоиспользующей установке (в теплообменнике): $\Delta P_{\text{то}} = 0,3\text{ бар}$;
- ▶ расчетный расход теплоносителя: $G_p = 11\text{ м}^3/\text{ч}$.

Решение

1. Расчетный перепад давления на клапане из условия $\Delta P_{\text{кл}} \geq 0,5 \Delta P_{\text{ру}}$, т. е. $\Delta P_{\text{кл}} \geq \Delta P_{\text{то}}$ принимается равным:

$$\Delta P_{\text{кл}} = \Delta P_{\text{то}} = 0,3\text{ бар}.$$

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

$$K_v = \frac{1,2 \cdot 11}{\sqrt{0,3}} = 24\text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Из технического каталога [11] выбирается клапан VFM2 DN 50 с $K_{vs} = 25\text{ м}^3/\text{ч}$ (ближайший больший к K_v).

4. Проверка клапана на шумообразование производится по формуле (9)

$$V = 11 \cdot (18,8/50)^2 = 1,56\text{ м/с}.$$

Для ИТП скорость теплоносителя допустима, клапан подобран верно.

Пример 2

Выбрать регулирующий клапан VFM2 для центрального теплового пункта (ЦТП) при следующих исходных данных:

- ▶ теплоноситель — вода с температурой: $T_1 = 150\text{ }^\circ\text{C}$, и давлением насыщенных паров: $P_{\text{нас}} = 3,86\text{ бар}$ (из приложения 4);
- ▶ избыточное давление теплоносителя перед клапаном: $P_1 = 7\text{ бар}$;
- ▶ предварительно заданный перепад давления на регулирующем клапане: $\Delta P_{\text{кл}} = 1,2\text{ бар}$;
- ▶ расчетный расход теплоносителя: $G_p = 40\text{ м}^3/\text{ч}$.

Решение

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

$$K_v = \frac{1,2 \cdot 40}{\sqrt{1,2}} = 43,8\text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Из технического каталога [11] предварительно выбирается клапан VFM2 DN 65 с $K_{vs} = 63\text{ м}^3/\text{ч}$ и с коэффициентом начала кавитации $Z = 0,45$.

3. По формуле (8) рассчитывается предельно допустимый перепад давления на клапане:

$$\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}} = 0,45 \cdot (7 - 3,86) = 1,41\text{ бар}.$$

4. Проверка клапана на шумообразование производится по формуле (9):

$$V = 40 \cdot (18,8/65)^2 = 3,3\text{ м/с}.$$

Для ЦТП скорость теплоносителя допустима.

5. Выбирается клапан VFM2 DN 65 с $K_{vs} = 65\text{ м}^3/\text{ч}$ и с коэффициентом начала кавитации $Z = 0,45$.

Пример 3

Подобрать регулирующие клапаны и клапан регулятора перепада давления для теплового пункта, схема которого приведена на Рис. 61.

Исходные данные

- ▶ Теплоноситель — вода, подаваемая из закрытой системы теплоснабжения по температурному графику с «летней» срезкой для ГВС.
- ▶ Расчетная температура теплоносителя в тепловой сети: $T_1 = 150\text{ }^\circ\text{C}$ и $T_2 = 75\text{ }^\circ\text{C}$. Температура в точке «излома» графика: $T_1' = 70\text{ }^\circ\text{C}$ и $T_2' = 40\text{ }^\circ\text{C}$.
- ▶ Избыточное давление в трубопроводах тепловой сети:
 - подающем: $P_1 = 7\text{ бар}$,
 - обратном: $P_2 = 5\text{ бар}$.
- ▶ Располагаемый перепад давления на ИТП:
 - $\Delta P_{\text{ИТП}} = P_1 - P_2 = 7 - 5 = 2\text{ бар}$.
- ▶ Расчетная тепловая нагрузка:
 - на отопление: $Q_0 = 1200\text{ кВт}$,
 - на ГВС: $Q_{\text{ГВС}} = 764\text{ кВт}$.

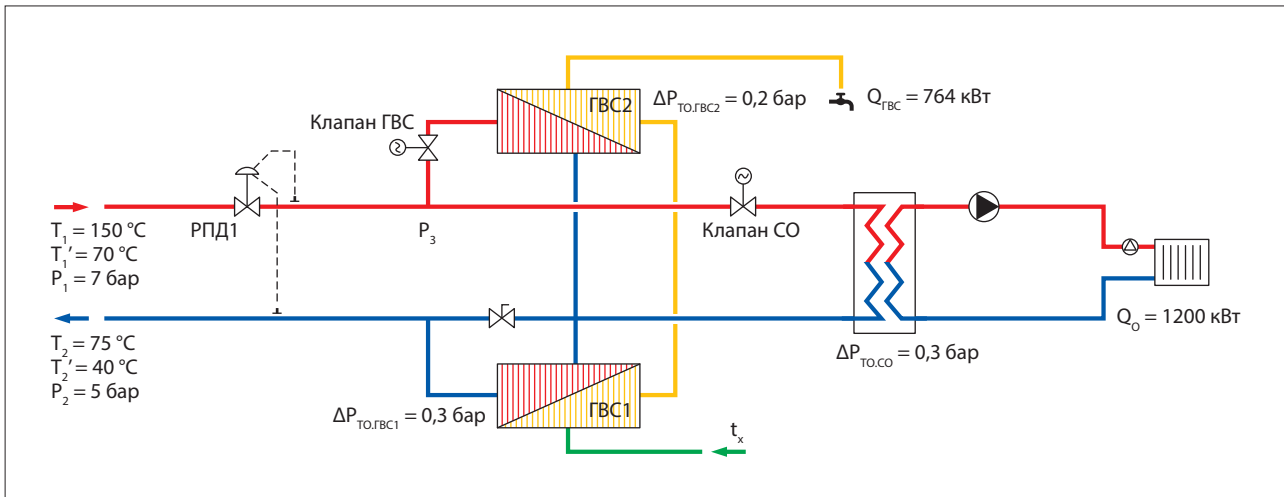


Рис. 61. Схема теплового пункта (к примеру 3)

► Потеря давления:

в теплообменнике отопления: $\Delta P_{ТО,СО} = 0,3$ бар,
 в первой ступени водоподогревателя ГВС (по греющей воде): $\Delta P_{ТО,ГВС1} = 0,3$ бар,
 во второй ступени водоподогревателя ГВС (по греющей воде): $\Delta P_{ТО,ГВС2} = 0,2$ бар.

Решение

1. Расчетный расход через регулирующий клапан системы отопления рассчитывается по формуле (7):

$$G_{OT} = 0,86 Q_O / (T_1 - T_2) = 0,86 \cdot 1200 / (150 - 75) = 13,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Расчетный расход через регулирующий клапан системы ГВС:

$$G_{ГВС} = 0,86 Q_{ГВС} / (T_1' - T_2') = 0,86 \cdot 764 / (70 - 40) = 21,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Уточнить расход $G_{ГВС}$ можно после расчета теплообменника ГВС.

3. Расчетный расход через клапан регулятора перепада давления РПД1 для систем отопления и ГВС:

$$G_{РПД1} = G_{OT} + G_{ГВС} = 13,7 + 21,9 = 35,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Потери давления на регулирующих клапанах рассчитываются по формуле:

- для отопления:

$$\Delta P_{рк,СО} = \Delta P_{ИТП} - \Delta P_{ТО,СО} - \Delta P_{ТО,ГВС1} = 2 - 0,3 - 0,3 = 1,4 \text{ бар};$$

- для ГВС:

$$\Delta P_{рк,ГВС} = \Delta P_{ИТП} - \Delta P_{ТО,ГВС2} - \Delta P_{ТО,ГВС1} = 2 - 0,2 - 0,3 = 1,5 \text{ бар}.$$

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

- для отопления:

$$K_v = \frac{1,2 \cdot 13,7}{\sqrt{1,4}} = 13,9 \text{ м}^3/\text{ч};$$

- для ГВС:

$$K_v = \frac{21,9}{\sqrt{1,5}} = 17,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициент запаса 1,2 для систем ГВС необходимо проверять, так как в основном в системах ГВС достаточно запаса при расчете часовых расходов ГВС. В данном примере запаса не используется.

6. Принимаем следующие регулирующие клапаны:

- для отопления — VFM DN = 32 мм с $K_{vs} = 16 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $Z = 0,5$;
- для ГВС — VFM2 DN = 40 мм с $K_{vs} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $Z = 0,5$.

7. По формуле (8) рассчитываем предельно допустимый перепад давления на клапанах ГВС и отопления:

$$\Delta P_{кл}^{пред} = 0,5 (7 - 3,86) = 1,57 \text{ бар},$$

где $P_{нас} = 3,86$ бар — давление насыщенных паров при температуре 150 °С (из приложения 4).

Значение перепада давления $\Delta P_{кл}^{пред}$ больше, чем $\Delta P_{рк}$, значит, клапан с коэффициентом $Z \geq 0,5$ способен потерять «на себе» необходимое давление без возникновения кавитации. Но необходимо проверить скорость во входном сечении.

8. Проверка клапана на шумообразование производится по формуле (9):

- для отопления — $V_{СО} = 13,7 \cdot (18,8/32)^2 = 4,7 \text{ м/с}$;

- для ГВС — $V_{ГВС} = 21,9 \cdot (18,8/40)^2 = 4,8 \text{ м/с}$.

Исходя из ограничения для ИТП по скорости движения теплоносителя во входном сечении клапана в диапазоне от 1,5 до 3,5 м/с необходимо сделать перерасчет клапана и увеличить диаметр:

- для отопления — $V_{CO} = 13,7 \cdot (18,8/40)^2 = 3 \text{ м/с}$;
- для ГВС — $V_{ГВС} = 21,9 \cdot (18,8/50)^2 = 3 \text{ м/с}$.

9. По итогам перерасчета принимаем следующие регулирующие клапаны:

- для отопления — VFM DN = 40 мм с $K_{vs} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $Z = 0,5$;
- для ГВС — VFM2 DN = 50 мм с $K_{vs} = 40 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $Z = 0,5$.

10. По итогам пересчета регулирующих клапанов необходимо пересчитать потери давления на полностью открытых клапанах:

- для отопления — $\Delta P_{кл. CO} = (13,7/25)^2 = 0,3 \text{ бар}$;
- для ГВС — $\Delta P_{кл. ГВС} = (21,9/40)^2 = 0,3 \text{ бар}$.

11. Перепады давления на регуляторах перепада давления определяются следующим образом.

Для определения перепада давления на регулирующем клапане $\Delta P_{РПД1}$ необходимо выявить самый загруженный контур в ИТП. Для этого необходимо определить, в каком из контуров будут наибольшие потери давления:

$$\Delta P_{\text{контур ГВС}} = \Delta P_{\text{ТО ГВС2}} + \Delta P_{\text{кл. ГВС}} + \Delta P_{\text{ТО ГВС1}} = 0,2 + 0,3 + 0,3 = 0,8 \text{ бар},$$

$$\Delta P_{\text{контур CO}} = \Delta P_{\text{кл. CO}} + \Delta P_{\text{ТО CO}} + \Delta P_{\text{ТО ГВС1}} = 0,3 + 0,3 + 0,3 = 0,9 \text{ бар}.$$

Максимальные потери давления будут в контуре нагрева системы отопления. Тогда потери давления на РПД1 будут равны:

$$\Delta P_{РПД1} = \Delta P_{ИТП} - \Delta P_{\text{контур CO}} = 2 - 0,9 = 1,1 \text{ бар}.$$

12. Требуемая пропускная способность РПД1 рассчитывается для отопления по формуле (2):

$$K_v = \frac{1,2 \cdot 35,6}{\sqrt{1,1}} = 40,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициент запаса 1,2 для систем ГВС необходимо проверять, так как в основном в системах ГВС достаточно запасов при расчете часовых расходов ГВС.

13. Принимаем следующий регулирующий клапан VFG22 DN = 65 мм с $K_{vs} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Z = 0,5$.

14. По формуле (8) рассчитываем предельно допустимый перепад давления на клапане регулятора перепада давления

$$\Delta P_{кл}^{\text{пред}} = 0,5 (7 - 3,86) = 1,57 \text{ бар},$$

где $P_{\text{нас}} = 3,86 \text{ бар}$ — давление насыщенных паров при температуре 150 °С (из приложения 4).

Значение перепада давления на клапане регулятора $\Delta P_{кл}^{\text{пред}}$ больше, чем $\Delta P_{РПД1}$, значит, клапан с коэффициентом $Z \geq 0,5$ способен потерять «на себе» необходимое давление без возникновения кавитации. Но необходимо проверить скорость во входном сечении.

В случае, если предельно допустимый перепад давления меньше остаточного давления, которое необходимо

погасить на регуляторе, тогда есть несколько вариантов решения: 1) использовать дополнительный регулятор «до себя» на обратном трубопроводе; 2) установить дополнительно регулятор «после себя» на подающем трубопроводе, а регулятор перепада давления перенести на обратный трубопровод; 3) перенести регулятор перепада давления на обратный трубопровод.

15. Проверка клапана на шумообразование производится по формуле (9):

$$V_{РПД1} = 35,6 \cdot (18,8/65)^2 = 2,98 \text{ м/с}.$$

Скорость движения теплоносителя во входном сечении клапана регулятора давления попадает в диапазон от 1,5 до 3,5 м/с для ИТП, значит, клапан выбран верно.

16. По итогам расчета принимаем клапан VFG22 DN = 65 мм с $K_{vs} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$, $Z = 0,5$.

17. Необходимо рассчитать потери давления на полностью открытом клапане:

$$\Delta P_{РПД1} = (35,6/60)^2 = 0,35 \text{ бар}.$$

18. Для поддержания постоянного перепада давления регулятору прямого действия требуется мембранный блок. Важно, чтобы настройка перепада давления находилась в диапазоне регулирования мембранного блока. Выбор настройки производится исходя из потери давления максимально загруженного контура. Согласно пункту 11 расчета — это $\Delta P_{\text{контур CO}} = 0,91 \text{ бар}$. Соответственно, из каталога «Гидравлические регуляторы температуры, давления и расхода» для клапана VFG22 DN65 подбираем мембранный блок AFP2 (0,5–1,5) бар. Настройка $\Delta P_{\text{наст}} = 0,91 \text{ бар}$.

19. Проверка регулирующих клапанов на отопление (A_{CO}) и ГВС ($A_{ГВС}$) на авторитет регулирующих устройств производится по формуле:

$$A_{CO} = \Delta P_{\text{кл. CO}} / (\Delta P_{\text{рк. CO}} + \Delta P_{\text{ТО CO}} + \Delta P_{\text{ТО ГВС1}}) = 0,3 / (0,3 + 0,3 + 0,3) = 0,33,$$

$$A_{ГВС} = \Delta P_{\text{кл. ГВС}} / (\Delta P_{\text{рк. ГВС}} + \Delta P_{\text{ТО ГВС2}} + \Delta P_{\text{ТО ГВС1}}) = 0,3 / (0,3 + 0,2 + 0,3) = 0,38.$$

Авторитет регулирующего клапана влияет на характеристику регулирования клапана. Чем меньше авторитет клапана, тем хуже характеристика.

Ресурс клапана также снижается в случае с низким авторитетом. В идеале авторитет регулирующих устройств должен быть равен 1. В данном примере значение авторитета ниже рекомендованных 0,5. Поэтому рекомендуется установить отдельный регулятор перепада давления на каждую систему в составе ИТП (пример 4) или комбинированные регулирующие клапаны на каждую систему (пример 5).

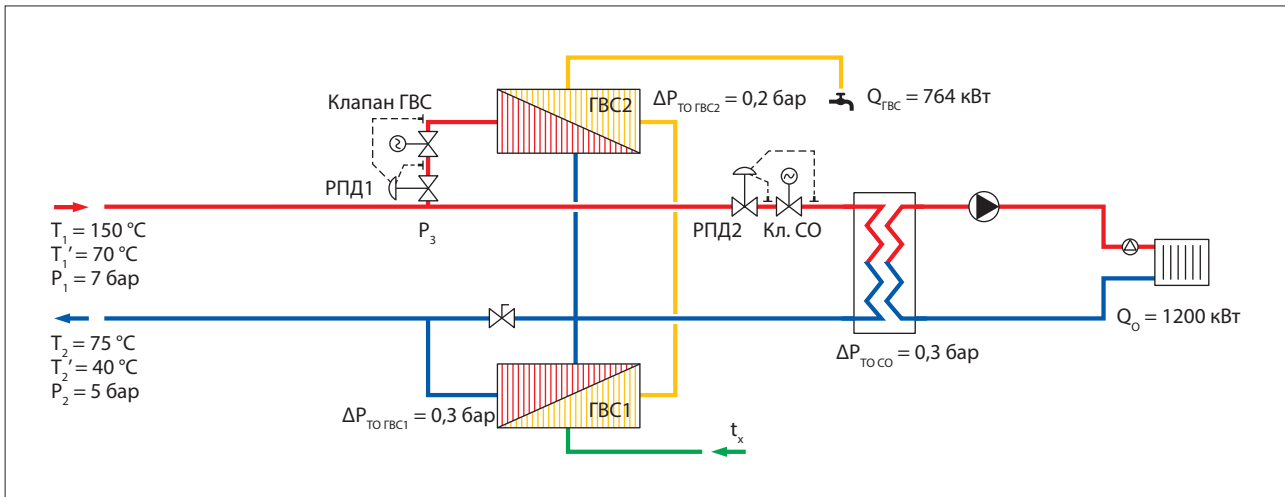


Рис. 62. Схема теплового пункта (к примеру 4)

Пример 4

Выбрать регулирующие клапаны с электроприводом и клапаны регуляторов перепада давления для теплового пункта, схема которого приведена на Рис. 62.

Исходные данные

- ▶ Теплоноситель — вода, подаваемая из закрытой системы теплоснабжения по температурному графику с «летней» срезкой для ГВС.
- ▶ Расчетная температура теплоносителя в тепловой сети: $T_1 = 150\text{ °C}$ и $T_2 = 75\text{ °C}$. Температура в точке «излома» графика: $T_1' = 70\text{ °C}$ и $T_2' = 40\text{ °C}$.
- ▶ Избыточное давление в трубопроводах тепловой сети: подающем: $P_1 = 7\text{ бар}$, обратном: $P_2 = 5\text{ бар}$.
- ▶ Располагаемый перепад давления на ИТП: $\Delta P_{\text{ИТП}} = P_1 - P_2 = 7 - 5 = 2\text{ бар}$.
- ▶ Расчетная тепловая нагрузка: на отопление: $Q_о = 1200\text{ кВт}$, на ГВС: $Q_{\text{ГВС}} = 764\text{ кВт}$.
- ▶ Потери давления: в теплообменнике отопления: $\Delta P_{\text{ТО СО}} = 0,3\text{ бар}$, в первой ступени водоподогревателя ГВС (по греющей воде): $\Delta P_{\text{ТО ГВС1}} = 0,3\text{ бар}$, во второй ступени водоподогревателя ГВС (по греющей воде): $\Delta P_{\text{ТО ГВС2}} = 0,2\text{ бар}$.

Решение

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

$$G_{\text{от}} = 0,86 \cdot Q_о / (T_1 - T_2) = 0,86 \cdot 1200 / (150 - 75) = 13,7\text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Расчетный расход через регулирующий клапан ГВС:

$$G_{\text{ГВС}} = 0,86 \cdot Q_{\text{ГВС}} / (T_1' - T_2') = 0,86 \cdot 764 / (70 - 40) = 21,9\text{ м}^3/\text{ч}.$$

Уточнить расход $G_{\text{ГВС}}$ можно после расчета теплообменника ГВС.

3. Потери давления на регулирующих клапанах рассчитываются исходя из формул:

- для отопления:

$$\Delta P_{\text{рк. СО}} = \Delta P_{\text{ИТП}} - \Delta P_{\text{ТО СО}} - \Delta P_{\text{ТО ГВС1}} = 2 - 0,3 - 0,3 = 1,4\text{ бар};$$

- для ГВС:

$$\Delta P_{\text{рк. ГВС}} = \Delta P_{\text{ИТП}} - \Delta P_{\text{ТО ГВС2}} - \Delta P_{\text{ТО ГВС1}} = 2 - 0,2 - 0,3 = 1,5\text{ бар}.$$

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

- для отопления:

$$K_v = \frac{1,2 \cdot 13,7}{\sqrt{1,4}} = 13,9\text{ м}^3/\text{ч};$$

- для ГВС:

$$K_v = \frac{21,9}{\sqrt{1,5}} = 17,9\text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициент запаса 1,2 для систем ГВС необходимо проверять, так как в основном в системах ГВС достаточно запаса при расчете часовых расходов ГВС. В данном примере запас не используется.

5. Принимаем следующие регулирующие клапаны:

- для отопления VFM DN = 32 мм с $K_{vS} = 16\text{ м}^3/\text{ч}$ и $Z = 0,5$;
- для ГВС VFM2 DN = 40 мм с $K_{vS} = 25\text{ м}^3/\text{ч}$ и $Z = 0,5$;

6. По формуле (8) рассчитываем предельно допустимый перепад давления на клапанах ГВС и отопления:

$$\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}} = 0,5 (7 - 3,86) = 1,57\text{ бар},$$

где $P_{\text{нас}} = 3,86\text{ бар}$ — давление насыщенных паров при температуре 150 °C (из приложения 4).

Значение перепада давления $\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}}$ больше, чем $\Delta P_{\text{рк}}$, значит, клапан с коэффициентом $Z \geq 0,5$ способен потерять на себе необходимое давление без возникновения

кавитации. Но необходимо проверить скорость во входном сечении.

7. Проверка клапана на шумообразование производится по формуле (9):

- для отопления $V_{CO} = 13,7 \cdot (18,8/32)^2 = 4,7$ м/с;

- для ГВС $V_{ГВС} = 21,9 \cdot (18,8/40)^2 = 4,8$ м/с.

Исходя из ограничения для ИТП по скорости движения теплоносителя во входном сечении клапана в диапазоне от 1,5 до 3 м/с необходимо сделать перерасчет клапана и увеличить его диаметр:

- для отопления $V_{CO} = 13,7 \cdot (18,8/40)^2 = 3$ м/с;

- для ГВС $V_{ГВС} = 21,9 \cdot (18,8/50)^2 = 3$ м/с.

8. По итогам перерасчета принимаем следующие регулирующие клапаны:

- для отопления VFM DN = 40 мм с $K_{vs} = 25$ м³/ч и $Z = 0,5$;

- для ГВС VFM2 DN = 50 мм с $K_{vs} = 40$ м³/ч и $Z = 0,5$.

9. По итогам пересчета регулирующих клапанов необходимо пересчитать потери давления на полностью открытых клапанах:

- для отопления:

$$\Delta P_{\text{кл. CO}} = (13,7/25)^2 = 0,3 \text{ бар};$$

- для ГВС:

$$\Delta P_{\text{кл. ГВС}} = (21,9/40)^2 = 0,3 \text{ бар}.$$

10. Для определения потерь давления на регуляторах давления $\Delta P_{\text{РПД1}}$ и $\Delta P_{\text{РПД2}}$ воспользуемся формулами:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{РПД1}} &= \Delta P_{\text{ИТП}} - (\Delta P_{\text{ТО ГВС2}} + \Delta P_{\text{кл. ГВС}} + \Delta P_{\text{ТО ГВС1}}) = \\ &= 2 - (0,2 + 0,3 + 0,3) = 1,2 \text{ бар}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{РПД2}} &= \Delta P_{\text{ИТП}} - (\Delta P_{\text{кл. CO}} + \Delta P_{\text{ТО CO}} + \Delta P_{\text{ТО ГВС1}}) = \\ &= 2 - (0,3 + 0,3 + 0,3) = 1,1 \text{ бар}. \end{aligned}$$

11. Требуемая пропускная способность РПД1 и РПД2 рассчитывается по формуле (2):

- для ГВС:

$$K_{v(\text{РПД1})} = \frac{21,9}{\sqrt{1,2}} = 20 \text{ м}^3/\text{ч};$$

- для отопления:

$$K_{v(\text{РПД2})} = \frac{1,2 \cdot 13,7}{\sqrt{1,1}} = 15,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициент запаса 1,2 для систем ГВС необходимо проверять, так как в основном в системах ГВС достаточно запасов при расчете часовых расходов ГВС.

12. Принимаем следующие регуляторы давления:

- для ГВС клапан DPR DN = 40 мм с $K_{vs} = 20$ м³/ч, $Z = 0,5$;

- для отопления клапан DPR DN = 40 мм с $K_{vs} = 20$ м³/ч, $Z = 0,5$.

13. По формуле (8) рассчитываем предельно допустимый перепад давления на клапанах ГВС и отопления

$$\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}} = 0,5 (7 - 3,86) = 1,57 \text{ бар},$$

где $P_{\text{нас}} = 3,86$ бар — давление насыщенных паров при температуре 150 °С (из приложения 4).

Значение перепада давления на клапане регулятора $\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}}$ больше, чем $\Delta P_{\text{РПД1}}$ и $\Delta P_{\text{РПД2}}$, значит, клапан с коэффициентом $Z \geq 0,5$ способен потерять «на себе» необходимое давление. Но необходимо проверить скорость теплоносителя во входном сечении.

Для уменьшения кавитации и увеличения предельно допустимого перепада давления на клапане рекомендуется перенести клапан на обратный трубопровод с меньшей температурой теплоносителя.

14. Проверка клапана на шумообразование производится по формуле (9):

$$V_{\text{РПД1}} = 21,9 \cdot (18,8/40)^2 = 4,8 \text{ м/с};$$

$$V_{\text{РПД2}} = 13,7 \cdot (18,8/40)^2 = 3,02 \text{ м/с}.$$

Исходя из ограничения для ИТП по скорости движения теплоносителя во входном сечении клапана в диапазоне от 1,5 до 3,5 м/с необходимо сделать перерасчет клапана и подобрать на диаметр больше

$$V_{\text{РПД1}} = 21,9 \cdot (18,8/50)^2 = 3,1 \text{ м/с}.$$

15. По итогам перерасчета выбираем клапан DPR DN = 50 мм с $K_{vs} = 25$ м³/ч, $Z = 0,5$.

16. По итогам пересчета регулирующих клапанов необходимо пересчитать потери давления на полностью открытом клапане:

$$\Delta P_{\text{РПД1}} = (21,9/25)^2 = 0,77 \text{ бар};$$

$$\Delta P_{\text{РПД2}} = (13,7/20)^2 = 0,47 \text{ бар}.$$

17. Для поддержания постоянного перепада давления регулятору прямого действия требуется мембранный блок. Однако клапан DPR является моноблочным и в своем составе уже имеет мембранный блок.

Для выбора мембранного блока DPR необходимо знать перепады давления регулируемого участка. В данном случае перепады давления регулируемого участка будут равны потерям давления $\Delta P_{\text{кл. ГВС}}$ и $\Delta P_{\text{кл. CO}}$.

Тогда выбираем следующие регуляторы перепада давления:

- для ГВС DPR DN = 50 мм с $K_{vs} = 25$ м³/ч, $Z = 0,5$, 0,2–1 бар;

- для отопления DPR DN = 40 мм с $K_{vs} = 20$ м³/ч, $Z = 0,5$, 0,2–1 бар.

18. Авторитет регулирующих клапанов (A) в данном случае будет равен 1, так как каждый регулирующий клапан

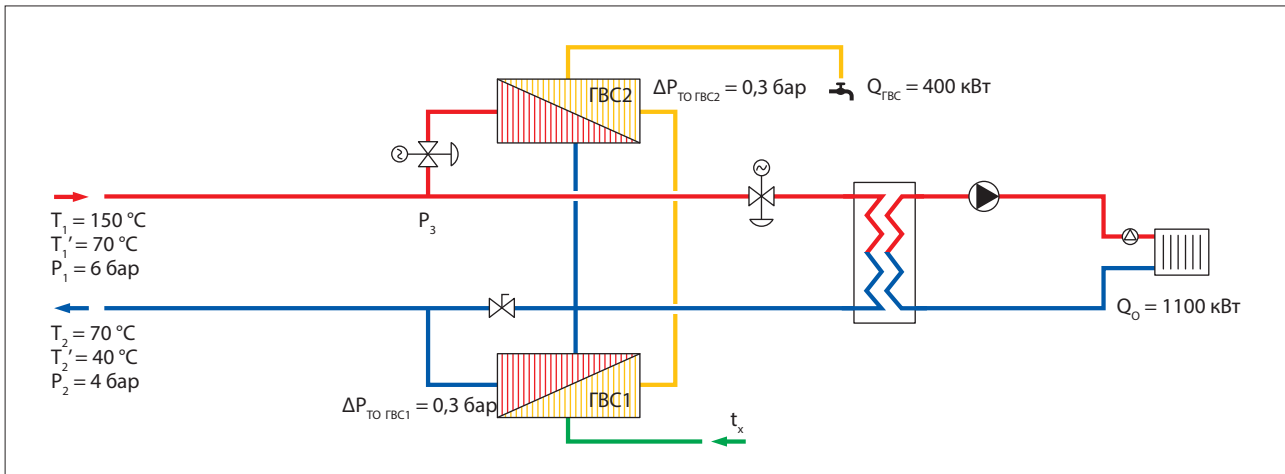


Рис. 63. Схема теплового пункта (к примеру 5)

обязан импульсными трубками регулятора перепада давления.

В последнее время наблюдается тенденция применения комбинированных клапанов, которые сочетают в себе РПД и РК. Подбор комбинированных регулирующих клапанов приведен в примере 5.

Пример 5

Выбрать комбинированные клапаны для теплового пункта, схема которого приведена на Рис. 63.

Исходные данные

- ▶ Теплоноситель — вода, подаваемая из закрытой системы теплоснабжения по температурному графику с «летней» срезкой для ГВС.
- ▶ Расчетная температура теплоносителя в тепловой сети: $T_1 = 150\text{ °C}$ и $T_2 = 70\text{ °C}$. Температура в точке «излома» графика: $T_1' = 70\text{ °C}$ и $T_2' = 40\text{ °C}$.
- ▶ Избыточное давление в трубопроводах тепловой сети:
 - подающем: $P_1 = 7\text{ бар}$,
 - обратном: $P_2 = 5\text{ бар}$.
- ▶ Расчетная тепловая нагрузка:
 - на отопление: $Q_O = 1100\text{ кВт}$,
 - на ГВС: $Q_{ГВС} = 400\text{ кВт}$.
- ▶ Потеря давления:
 - во всей системе отопления: $\Delta P_{ТО\ CO} = 0,5\text{ бар}$, из которых
 - в первой ступени водоподогревателя ГВС (по греющей воде): $\Delta P_{ТО\ ГВС1} = 0,3\text{ бар}$,
 - во второй ступени водоподогревателя ГВС (по греющей воде): $\Delta P_{ТО\ ГВС2} = 0,3\text{ бар}$.

Решение

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

$$G_{OT} = 0,86 \cdot Q_O / (T_1 - T_2) = 0,86 \cdot 1100 / (150 - 70) = 11,8\text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Расчетный расход через регулирующий клапан ГВС:

$$G_{ГВС} = 0,86 \cdot Q_{ГВС} / (T_1' - T_2') = 0,86 \cdot 400 / (70 - 40) = 11,46\text{ м}^3/\text{ч}.$$

Уточнить расход $G_{ГВС}$ можно после расчета теплообменника ГВС.

3. Исходя из полученного расхода подбираем комбинированный клапан:

- на отопление AVQM DN 50 мм с диапазоном расхода от 0,8 до 14 $\text{м}^3/\text{ч}$ для фланцевой версии и $K_{Vs} = 25\text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P_{p6} = 0,2\text{ бар}$;
- на ГВС AVQM DN 50 мм с диапазоном расхода от 0,8 до 14 $\text{м}^3/\text{ч}$ для фланцевой версии и $K_{Vs} = 25\text{ м}^3/\text{ч}$, $\Delta P_{p6} = 0,2\text{ бар}$.

Условный проход DN, мм	40	50
Пропускная способность K_{Vs} , $\text{м}^3/\text{ч}$	16/20	20/25
Диапазон настройки расхода при фиксированном перепаде давления на регуляторе $\Delta P_{p6} = 0,2\text{ бар}$, $\text{м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{мин}}$	0,8
	$Q_{\text{макс}}$	10,5/12
Минимальный перепад давления на клапане для $Q_{\text{макс}}$, бар	0,8/0,6	0,8/0,6

4. Исходя из подобранных клапанов рассчитываем фактические потери давления на полностью открытом комбинированном клапане по формуле

$$\Delta P_{AVQM} = \Delta P_{PK} + \Delta P_{p6}$$

- для клапана на отопление $\Delta P_{PK} = (G/K_{Vs})^2 = (11,8/25)^2 = 0,22\text{ бар}$, $\Delta P_{AVQM} = \Delta P_{PK} + \Delta P_{p6} = 0,22 + 0,2 = 0,42\text{ бар}$;
- для клапана на ГВС $\Delta P_{PK} = (G/K_{Vs})^2 = (11,46/25)^2 = 0,21\text{ бар}$, $\Delta P_{AVQM} = \Delta P_{PK} + \Delta P_{p6} = 0,21 + 0,2 = 0,41\text{ бар}$.

5. По итогам расчетов клапанов необходимо провести проверку клапанов на кавитацию по формуле (8):

$$\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}} = 0,5 (7 - 3,86) = 1,57\text{ бар},$$

где $P_{\text{нас}} = 3,86$ бар — давление насыщенных паров при температуре $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (из приложения 4).

Предельно допустимое давление $\Delta P_{\text{кл}}^{\text{пред}}$ больше, чем остаточное давление от располагаемого напора $\Delta P_{\text{ост}} = \Delta P_{\text{ИТП}} - \Delta P_{\text{ТОСО}} = 2 - 0,5 = 1,5$ бар. Если остаточное давление будет больше, рекомендуется установить дополнительно регулятор давления «после себя» на подающем трубопроводе на вводе в ИТП, чтобы снизить избыточное давление.

б. Проверка клапана на шумообразование не требуется, так как в заводских настройках предусмотрено ограничение скорости.

Приложения

Приложение 1. Условные обозначения

п/п	Обозначение 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	 Ц	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 SonoSensor 30
16		Электронный регулятор температуры серии ECL Comfort 110
17		Электронный регулятор температуры серии ECL Comfort 210(310)

п/п	Обозначение прибора или устройства	Наименование прибора или устройства
18		Блок ECA 30
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		Комбинированный регулирующий клапан с электроприводом и встроенным регулятором перепада давления прямого действия
28		Соленоидный (электромагнитный) клапан
29		Электроконтактное реле давления (прессостат)
30		Насос
31		Частотный преобразователь VLT
32		Запорная арматура
33		Обратный клапан
34		Ручной балансировочный клапан
35		Сетчатый фильтр
36		Абонентский грязевик

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

Пределные расчетные параметры теплоносителя		Сочетание электроприводов с регулирующими клапанами различных диаметров (DN, мм) и разных способов их соединения с трубопроводом																							
		Резьбовое соединение ¹⁾						Фланцы																	
P, 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 ($T_{C1} > T_{O(B1)}$)																									
16	150	Для системы отопления или вентиляции: VM2 + ARV152/AMV23						Для системы отопления или вентиляции: VFM2+ARV152/AMV23						Для системы отопления, вентиляции или ГВС: VFM2 + AME 655 (658 SU/SD)²⁾											
25		Для системы ГВС: VM2 + ARV153/AMV33						Для системы ГВС: VFM2 + ARV153/AMV33																	
Трехходовые регулирующие клапаны для узла управления отопительной (вентиляционной) системой со смесительным насосом при равенстве расчетных температур теплоносителя в тепловой сети и системе ($T_{C1} = T_{O(B1)}$)																									
16	130	VRG3 + AMV 435						VF3 + AMV 435						VF3 + AME 655²⁾											
	150	-						VF3 + адаптер⁴⁾ + AMV 25						-		VF3 + AME 655²⁾									
-														VF3 + AMV 85³⁾											
25								-						VFG33 + адаптер⁴⁾ + AME 655						-					
Проходные (двухходовые) комбинированные регулирующие клапаны для узла управления системой ГВС или отопительной (вентиляционной) системой при различии температур теплоносителя в тепловой сети и системе ($T_{C1} > T_{O(B1)}$)																									
16	150	Для системы отопления или вентиляции: AVQM + ARV152/AMV23						-						-						Для системы отопления, вентиляции или ГВС: AFQM2 + AME 655 (658 SU/SD)²⁾ AFQMP2 + AME 655 (658 SU/SD)²⁾					
25		Для системы ГВС: AVQM + ARV153/AMV33						-						-											
		Для системы отопления или вентиляции: AVQM + ARV152/AMV23						-						-						Для системы ГВС: AVQM + ARV153/AMV33					

¹⁾ Приведенные в таблице резьбовые клапаны рекомендуется присоединять к трубопроводу с помощью фитингов с концами под приварку, заказываемых дополнительно.

²⁾ Приводы AME 655 и AME 658 SU/SD могут управляться как аналоговым, так и трехпозиционным сигналом (переключаемые).

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

⁴⁾ Адаптер предназначен для соединения клапана с приводом и заказывается отдельно.

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, не представленные в данном пособии вследствие их редкого применения. Стальные фланцевые клапаны представлены в каталоге [11].

Приложение 3. Максимально допустимые перепады давления на регулирующих клапанах в комбинации с электрическими приводами

Редукторные электрические приводы												
Технические характеристики		ARV152	AMV 23 ¹⁾	ARV153	AMV 33 ¹⁾	AME 655 ²⁾	AME 658 SU/SD ¹⁾²⁾					
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 двух концевых выключателей ³⁾		Или	Или	Или	Или	Встроен	Встроен					
Блок из двух концевых выключателей с потенциометром ³⁾		Или	Или	Или	Или	–	–					
Время перемещения штока на 1 мм, с		15	15	3	3	3 или 6 ⁴⁾	4 или 6 ⁴⁾					
Развиваемое усилие, Н		450	450	450	450	2000	2000					
Ход штока, мм		10	10	10	10	50	50					
Проходные (двухходовые) седельные регулирующие клапаны												
Тип	PN, бар	Среда, T _{макс} , °C	DN, мм	Ход штока, мм	Условная пропускная способность K _{vsF} , м ³ /ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане ΔP _{квл} 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			
						25	25	25	25			
			20	7	6,3	25	25	25	25			
						25	25	25	25			
			25	5	6,3	25	25	25	25			
						25	25	25	25			
32	7	10	25	25	25	25						
			25	25	25	25						
VFM2	25	Вода, 150	15	5	0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4	16	16	16	16			
						16	16	16	16			
			20	7	10	16	16	16	16			
						16	16	16	16			
			25	10	25	16	16	16	16			
						16	16	16	16			
40	10	40	16	16	16	16						
			16	16	16	16						
VFM2	16	Вода, 150	65	30	63					16	16	
						80	34	100				
			100	40	160						16	16
						125	40	250				
			150	50	400						10	10
						200	50	630				
250	50	900						10	10			

¹⁾ Привод с защитной функцией. Применяется для закрытия проходного клапана при обесточивании системы управления.

²⁾ Привод соединяется с клапаном VFG 33 через дополнительно заказываемый адаптер.

³⁾ Дополнительная принадлежность.

⁴⁾ Перенастраиваемая величина.

Редукторные электрические приводы						
Технические характеристики		AMV 25 ¹⁾	AMV 435	AME 655 ²⁾	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 двух концевых выключателей ³⁾		Или	Встроен	Встроен	Или	
Блок из двух концевых выключателей с потенциометром ³⁾		Или	–	–	Или	
Время перемещения штока на 1 мм, с		11	7,5 или 15 ⁴⁾	3 или 6 ⁴⁾	8	
Развиваемое усилие, Н		1000	400	2000	5000	
Ход штока, мм		15	20	50	40	
Трехходовые седельные регулирующие клапаны						
Тип	PN, бар	Среда, T _{макс} , °C	DN, мм	Ход штока, мм	Условная пропускная способность K _{v50} , м ³ /ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане ΔP _{квп} 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) ⁵⁾	15	15	0,63; 1; 1,6; 2,5; 4	4
			20		6,3	4
			25		10	4
			32		16	4
			40		25	4
			50		40	4
			65	20	63	0,7
			80	30	100	0,7
			100		145	1
			125		220	0,5
150	40	320	3			
VFG33	25	Вода, 200	25	8	8	16
			32		12,5	16
			40	12	20	16
			50		32	14
			65	16	50	12
			80		80	10
			100	20	125	10
			125		160	10

¹⁾ Привод соединяется с клапаном VF3 через дополнительно заказываемый адаптер.

²⁾ Привод соединяется с клапаном VFG 33 через дополнительно заказываемый адаптер.

³⁾ Дополнительная принадлежность.

⁴⁾ Перенастраиваемая величина.

⁵⁾ В скобках — для сочетания клапана VF3 с приводом AMV 435.

Редукторные электрические приводы											
Технические характеристики				ARV152	AMV 23 ¹⁾	ARV153	AMV 33 ¹⁾	AME 655 ²⁾	AME 658 SU/SD ¹⁾²⁾		
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 двух концевых выключателей ³⁾				Или	Или	Или	Или	Встроен	Встроен		
Блок из двух концевых выключателей с потенциометром ³⁾				Или	Или	Или	Или	–	–		
Время перемещения штока на 1 мм, с				15	15	3	3	3 или 6 ⁴⁾	4 или 6 ⁴⁾		
Развиваемое усилие, Н				450	450	450	450	2000	2000		
Ход штока, мм				10	10	10	10	50	50		
Проходные (двухходовые) комбинированные регулирующие клапаны											
Тип	PN, бар	Среда, T _{макс} , °C	DN, мм	Ход штока, мм	Условная пропускная способность K _{vSF} , м ³ /ч	Максимально допустимый перепад давлений на клапане ΔP _{кп} , преодолеваемый электрическим приводом, бар					
AVQM	16, 25	Вода или 30 %-ный р-р гликоля, 2–150	15	5	0,4; 1; 1,6; 2,5; 4	12; 20	12; 20	12; 20	12; 20		
			20		6,3	12; 20	12; 20	12; 20	12; 20		
			25	7	8	12; 20	12; 20	12; 20	12; 20		
	25		32	10	12,5	16	16	16	16		
			40		16	16	16	16			
			50		20	16	16	16	16		
AFQM6 AFQM2 AFQMP2	16, 25	Вода или 30 %-ный р-р гликоля, 2–150	40	8	20					16; 20	16; 20
			50	12	32					16; 20	16; 20
			65	14	50					16; 20	16; 20
			80	20	80					16; 20	16; 20
			100	25	125					15	15
			125	32	160					15	15
			150	38	280					12	12
			200	50	320					10	10
250	40	400					10	10			

¹⁾ Привод с защитной функцией. Применяется для закрытия проходного клапана при обесточивании системы управления.

²⁾ Привод соединяется с клапаном VFG 33 через дополнительно заказываемый адаптер.

³⁾ Дополнительная принадлежность.

⁴⁾ Перенастраиваемая величина.

Приложение 4. Таблица зависимости избыточного давления насыщенных водяных паров от температуры теплоносителя [18]

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 _{насч} , 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	3,86

Приложение 5. Таблица зависимости пропускной способности от расхода и перепада давления

ΔP \ G	G	
	м³/ч	кг/ч
бар	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta P}} \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{ч}$
	$\Delta P = \left(\frac{G}{K_v}\right)^2, \text{ бар}$	$\Delta P = \left(\frac{G}{K_v}\right)^2 \cdot 10^{-6}, \text{ бар}$
	$G = K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$G = 1000 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P}, \text{ кг/ч}$
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 6. Таблица перевода единиц давления

Исходная единица \ Производная единица	Производная единица					
	бар	Па	кПа	ГПа	МПа	мбар
бар	1	10 ⁵	10 ²	10 ³	10 ⁻¹	10 ³
Па	10 ⁻⁵	1	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻⁶	10 ⁻²
кПа	10 ⁻²	10 ³	1	10	10 ⁻³	10
ГПа	10 ⁻³	10 ²	10 ⁻¹	1	10 ⁻⁴	1
МПа	10	10 ⁶	10 ³	10 ⁴	1	10 ⁴
мбар	10 ⁻³	10 ²	10 ⁻¹	1	10 ⁴	1

Литература

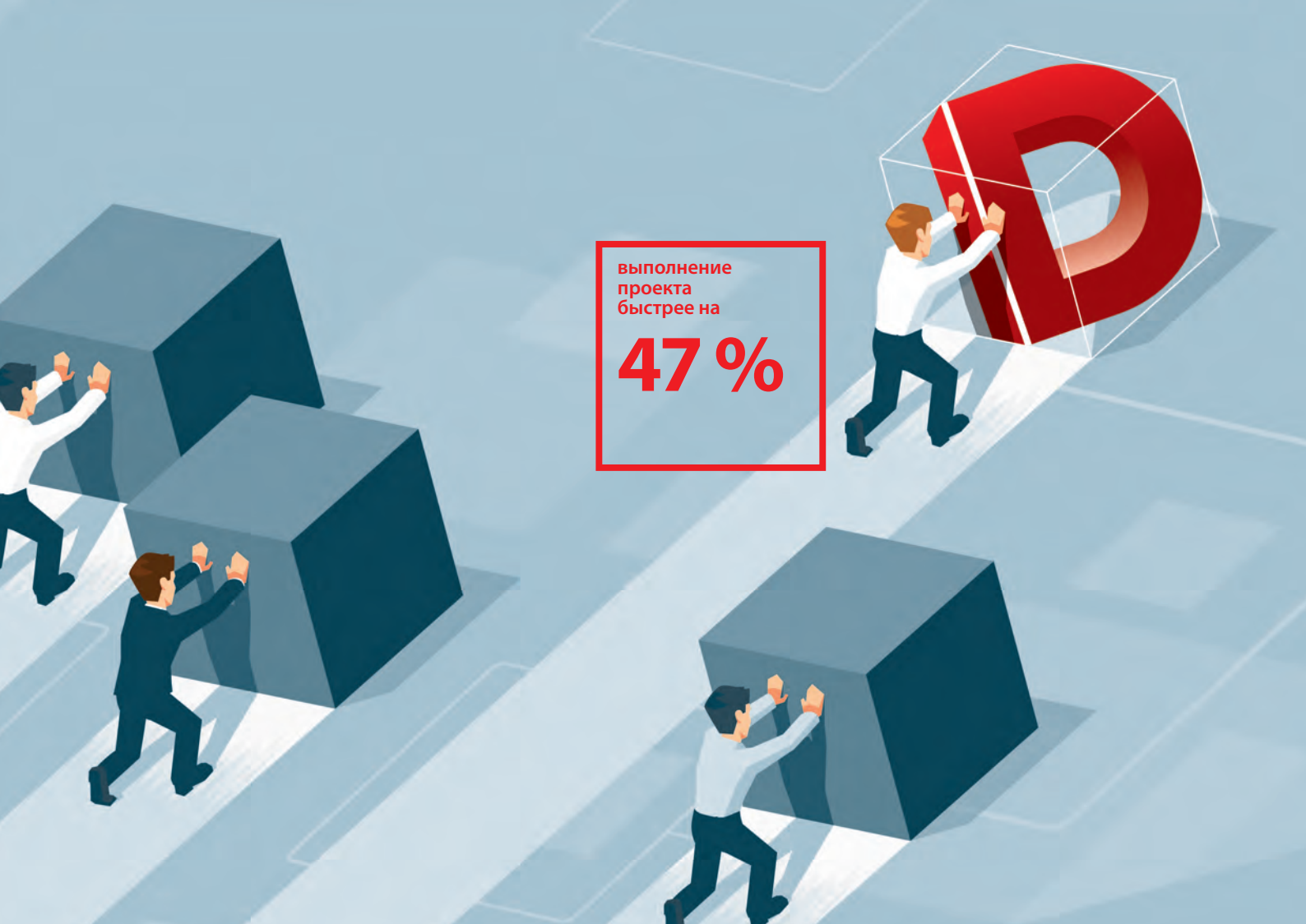
1. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2020.
2. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2020.
3. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – М.: Изд-во ГУП ЦПП, 2004.
4. Федеральный закон РФ № 261-ФЗ. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», 2009.
5. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003/Минрегион России. – М.: Изд-во ФАУ «ФЦС», 2012.
6. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Изд-во МЭИ, 2001.
7. Федеральный закон РФ № 190-ФЗ. «О теплоснабжении», 2010.
8. Средства учета тепловой энергии: каталог. RC.08.HM13.50. – М.: ООО «Данфосс», 2020.
9. Гидравлические регуляторы температуры, давления и расхода: каталог. RC.08.H15.50. – М.: ООО «Данфосс», 2021.
10. Электронные регуляторы и электрические средства управления: каталог. RC.08.E11.50. – М.: ООО «Данфосс», 2019.
11. Регулирующие клапаны и электрические приводы: каталог. RC.08.V12.50. – М.: ООО «Данфосс», 2019.
12. Разборные пластинчатые теплообменники: каталог. RC.31.RD2.50. – М.: ООО «Данфосс», 2019.
13. Паяные пластинчатые теплообменники. каталог. RC.08.HE9.50. – М.: ООО «Данфосс», 2019.
14. Трубопроводная арматура: каталог. RC.16.A22.50. – М.: ООО «Данфосс», 2020.
15. Запорно-регулирующая арматура для систем водоснабжения: каталог. RB.16.A9.50. – М.: ООО «Данфосс», 2020.
16. Стандартные автоматизированные блочные тепловые пункты Danfoss: пособие. RB.00.S7.50. – М.: ООО «Данфосс», 2018.
17. Стандартные блочные тепловые пункты – комплексное решение для проектирования: сборник технических решений. RA.32.RS2.50 – М.: ООО «Данфосс».
18. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1958.

В печатных изданиях некоторых каталогов ООО «Данфосс» приведена сокращенная номенклатура приборов и устройств. Полные версии каталогов доступны на сайте www.danfoss.ru

DanfossCAD — расширяем возможности привычного инструмента

Новый плагин для AutoCAD с удобным функционалом
для расчёта проектов отопления и теплоснабжения:

- Единая среда проектирования и расчёта
- Графическая документация проекта в соответствии с ГОСТ
- Конфигуратор узлов приборов отопления
- Автоматическая настройка структуры спецификации
- Автоматически настраиваемые выноски
- Динамичный фильтр элементов для выбора и редактирования



выполнение
проекта
быстрее на

47 %



Поиск по сайту



Например: «013G5062», «Радиаторные клапаны» или «088U0502 характеристики»

OpenDanfoss: откройте для себя все сервисы «Данфосс»



Используйте один аккаунт на сайте open.danfoss.ru для доступа ко всем сервисам «Данфосс»



Заказ и доставка

Оформляйте заказы **в любое удобное для вас время**, отслеживайте их статус в режиме онлайн



Проектирование и расчет

Легко и просто подбирайте оборудование с помощью программных инструментов «Данфосс»



Сервисная поддержка

Регистрируйте сервисные случаи и получайте обратную связь **в кратчайшие сроки**



Университет «Данфосс»

Развивайте свой профессионализм **с онлайн-библиотекой** обучающих материалов

open.danfoss.ru

ENGINEERING
TOMORROW

