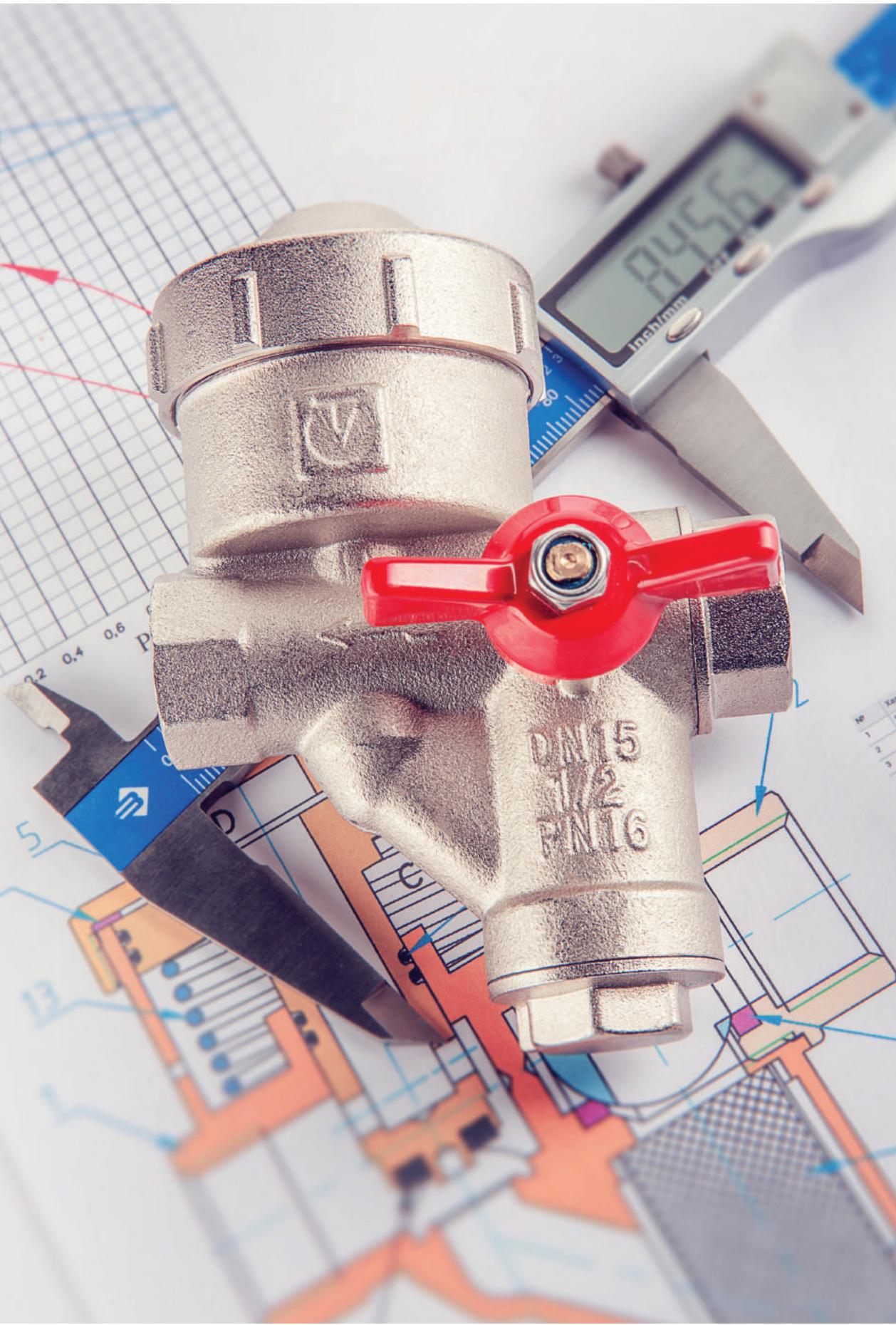




СТАТЬИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

2017



www.valtec.ru

СТАТЬИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

СОДЕРЖАНИЕ

Повышение ресурсной надёжности полипропиленовых шаровых кранов	2
Специальные и комбинированные шаровые краны VALTEC	6
Модернизация квартирных регуляторов давления VT.298 и VT.299 (КФРД) ...	14
Характерные причины отказов и испытания квартирных редукторов давления	18
Термостат и холодный радиатор	28
Создание теплового комфорта в жилых помещениях	34
Проектирование теплых полов с использованием монтажных комплектов VT.ICBOX	40
Технология монтажа водяного теплого пола	52
Практические советы по настройке систем напольного отопления. Часть 1. Балансировка петель	60
Практические советы по настройке систем напольного отопления. Часть 2. Настройка насосно-смесительного узла	66
Преимущества погодозависимого регулирования системы отопления загородного дома.....	76
Обману-ка я.... соседа?	82
Котлы, химия, физика и трехходовые клапаны.....	88

Повышение ресурсной надёжности полипропиленовых шаровых кранов

Напорные полипропиленовые трубопроводы благодаря своей дешевизне и относительной простоте монтажа прочно завоевали своё место во внутридомовых инженерных системах.

Кроме непосредственно самих труб и фитингов, соединяемых методом полифузионной сварки, стала применяться и широко использоваться также и специальная полипропиленовая арматура для таких трубопроводов: шаровые краны, вентили, фильтры, коллекторы и обратные клапаны.

Полипропиленовый кран VALTEC



Полипропиленовые шаровые краны являются наиболее распространенным видом арматуры, применяемой в системах полипропиленовых трубопроводов. Они устанавливаются и на каждом вводе в квартиру, и на разводящих трубопроводах, и на стояках. Кроме того, такие краны в несколько ином исполнении монтируются на входе и выходе отопительных приборов, позволяя отключать эти приборы в случае необходимости.

Сами по себе шаровые краны являются надёжными и долговечными устройствами. Огромное количество шаровых кранов с латунными и стальными корпусами успешно эксплуатируются десятки лет на объектах самого разного назначения.

⚠ Однако, в процессе эксплуатации систем полипропиленовых трубопроводов, стали выявляться определенные недостатки шаровых кранов, корпус которых выполнен из полипропилена.

Наиболее часто встречающийся дефект, как правило, связан с протечкой крана по штоку (рисунки 1, 2).

Как оказалось, эта проблема может быть вызвана несколькими причинами.

Первая причина связана с конструкцией и традиционной технологией изготовления таких кранов.

Латунный шаровой затвор (2) обычного полипропиленового крана (см. рис. 3) со штоком (4) и седельными кольцами из PTFE (тефлон) (3) помещается в составную пластиковую (полипропиленовую или нейлоновую) обойму (5), состоящую из двух половинок. На шток заранее устанавливаются эластомерные сальниковые кольца (6), выполненные из NBR, EPDM или FPM (витона). Обойма с затворным механизмом фиксируется в пресс-форме, после чего форма поступает в термопластаппарат. Здесь в пресс-форму подаётся под высоким давлением расплавленный полипропилен, формирующий корпус крана (1).

Именно в этот момент могут происходить непредсказуемые деформации обоймы, вызванные воздействием высокой температуры и давления.

В период эксплуатации эти деформации могут усугубляться от воздействия транспортируемой среды. В результате зазоры между обоймой и штоком увеличиваются и уже не могут компенсироваться эластичностью сальниковых колец. Возникает протечка.

Рис. 1 Негерметичность уплотнения штока. Проверка мыльным раствором.



Рис. 2 Протечка шарового крана по штоку.



Рис. 3 Конструкция традиционного полипропиленового крана.

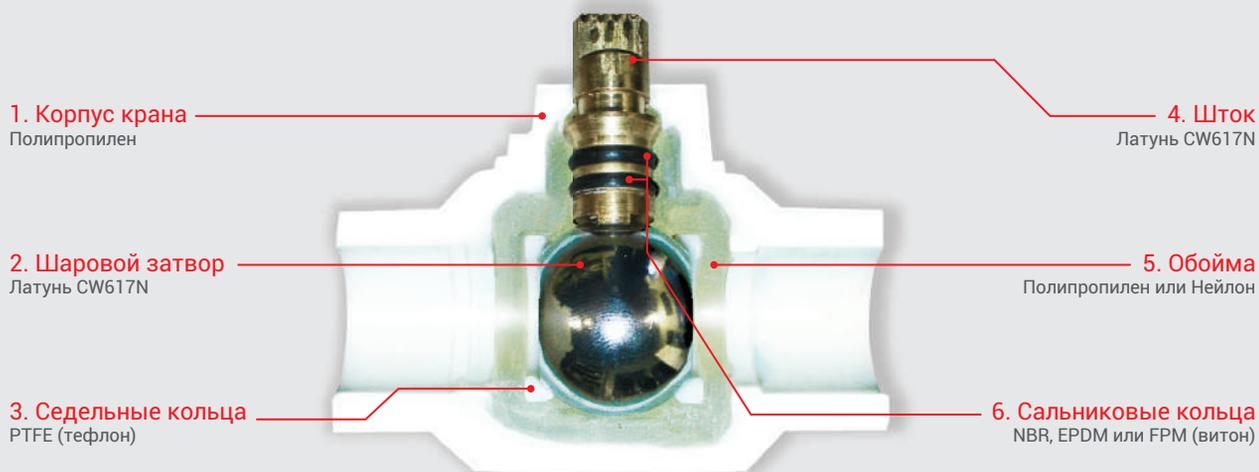


Рис. 4 Распил бракованного шарового крана с отслоившейся обоймой

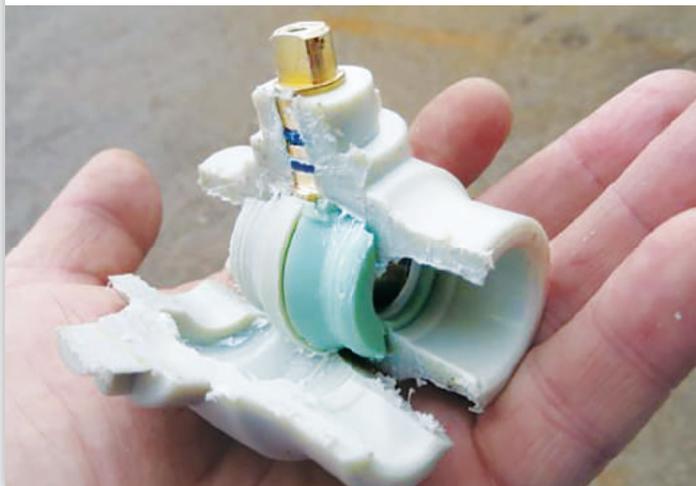
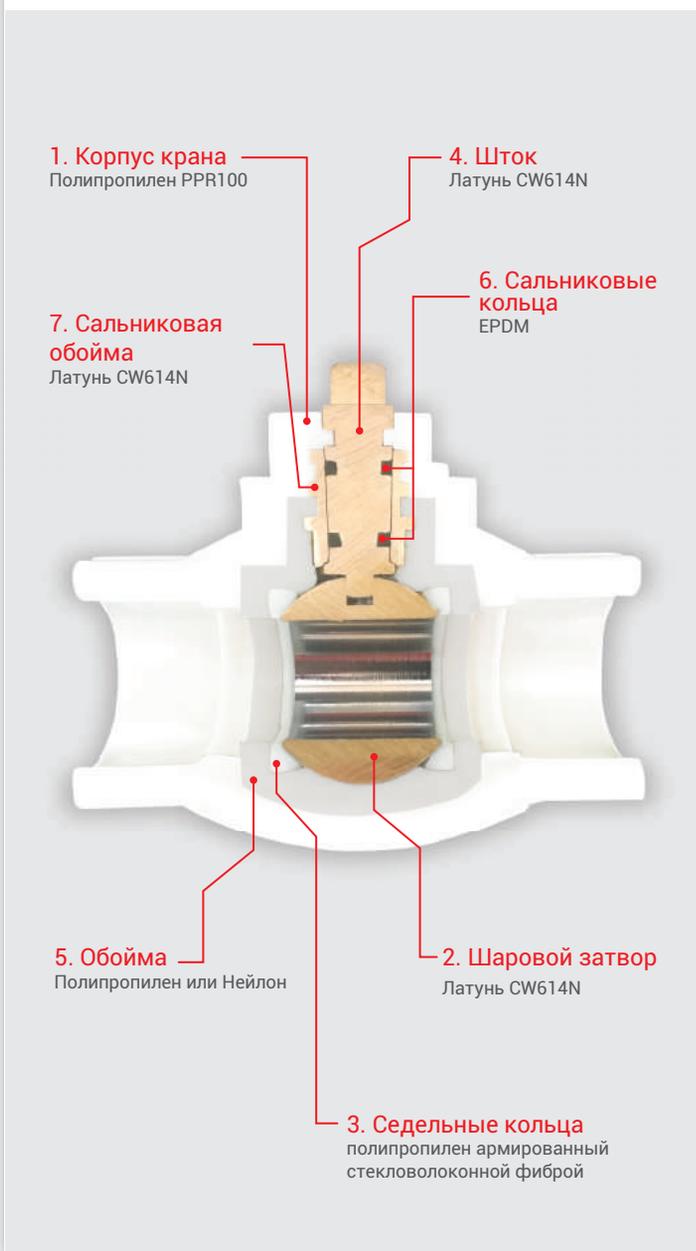


Рис. 5 Конструкция крана VTr.743



Малейшее нарушение режима формования корпуса полипропиленового крана приводит к печальным последствиям. Превышение температуры расплава может привести к полному расплавлению обоймы, что вызовет неработоспособность готового изделия. Если температура расплава будет меньше расчетной, герметичной связи между корпусом и обоймой не возникнет, что вызывает общую потерю краном герметичности (см. рис. 4).

Еще одной причиной потери герметичности полипропиленовых кранов является различие коэффициентов линейного расширения полимерных материалов и латуни.

При установке обычного полипропиленового крана на систему горячего водоснабжения или отопления, происходит следующее: пластиковая обойма и корпус шарового крана увеличиваются в размерах больше, чем латунный шаровой затвор и шток. Это ведет к образованию зазора между деталями, в результате чего появляется течь. Шаровой кран уже не представляет собой цельное изделие, а лишь набор отдельных, неплотно прилегающих друг к другу составных частей.

Ещё одним существенным недостатком пластиковой обоймы полипропиленового шарового крана является её гораздо меньшая прочность по сравнению с латунью, из которой выполняется шток. В процессе открытия-закрытия крана, латунный шток, поворачиваясь в обойме, постепенно сминает ее, как и более мягкий и податливый материал. Это вызвано тем, что при воздействии на флажковую рукоятку крана пользователь передаёт на шток не только крутящий, но и некоторый изгибающий момент. И этот изгибающий момент тем больше, чем туже открывается затвор. С течением времени, между штоком и обоймой образуется зазор, который уже не может компенсировать эластичность сальниковых эластомерных колец. Как следствие, возникает течь.

Выявив и изучив вышеизложенные недостатки, компания VALTEC внесла существенные изменения в конструкцию полипропиленовых шаровых кранов.

В полипропиленовом кране VTr.743 (см. рис. 5) в конструкцию крана включена сальниковая обойма (7), выполненная из латуни CW614N, в которой помещён шток (4) и сальниковые кольца (6). Такая обойма уже не покоробится при формовке и не потеряет герметичности из-за силовых и абразивных воздействий штока. В нижней части штока имеется опорный буртик, который упирается в латунную сальниковую обойму. Таким образом давление рабочей среды, а также возможные гидравлические удары, воспринимает не пластик, как в традиционном кране, а латунь. Обойма, в которой располагается шаровой затвор (2) и седельные кольца (3) выполнена из полипропилена, армированного стекловолоконной фиброй.

Масса фибры составляет 17% от общего веса материала обоймы. Армированный полипропилен обоймы имеет коэффициент линейного расширения $6,2 \times 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, что более чем в 2 раза ниже чем у неармированного полипропилена ($13 \times 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$). Таким образом, обойма компенсирует скачок в линейных деформациях латуни и полипропилена, не позволяя появляться в конструкции крана зазоров, ведущих к потере герметичности. Это обеспечивает заявленный класс герметичности шарового затвора (класс «А») как в системах отопления, так и в системах горячего водоснабжения.

Эти же решения использованы в конструкции радиаторных шаровых кранов **ВТр.717 (прямой)** и **ВТр.718 (угловой)** (см. рис. 6).

Единственным отличием от крана **ВТр.743** у радиаторных кранов является наличие дополнительного интегрированного в корпус резьбового патрубка, к которому присоединяется полусгон с накидной гайкой. Полусгон служит для непосредственного соединения полипропиленового крана с отопительным прибором.

Чтобы ещё больше приблизить эксплуатационные и прочностные качества полипропиленового шарового крана к его латунным аналогам, компанией VALTEC был разработан усиленный кран **ВТр.744** (см. рис. 7), представляющий некий гибрид латунного и полипропиленового шаровых кранов, сочетающий в себе достоинства каждого из них.

В кране **ВТр.744** пластиковая обойма затвора и шара заменена на латунную, изготовленную из горячепрессованной никелированной латуни CW.617N. В сущности, получился латунный шаровой кран, заключенный в полипропиленовую оболочку. Для защиты от протечек, вызванных разностью коэффициентов линейного теплового расширения латуни и пластика, в местах возможного негативного проникновения рабочей среды в обойму интегрированы уплотнительные кольца из EPDM. Сальниковый узел такого крана теперь ничем не отличается от сальникового узла обычного латунного крана, например серии «Valtec Compact». Такой кран хоть и несколько дороже обычных полипропиленовых кранов, но по эксплуатационным свойствам, прочности и долговечности значительно превосходит их.

Внешний вид кранов **ВТр.744** и **ВТр.743** одинаковый. Различаются они маркировкой на корпусе («744» и «743»).

Стендовые испытания в Лаборатории комплексных испытаний элементов инженерных систем (ЛаКИЭЛИС) подтвердили ресурсную надёжность шаровых полипропиленовых кранов, о которых мы рассказали в этой статье.

В частности, при циклических испытаниях краны **ВТр.743**, **ВТр.717** и **ВТр.718** выдержали по 13000-15000 циклов открытия/закрытия на горячей (70°C) воде, а кран **ВТр.744** - 24000 циклов.

Рис. 6 Конструкция радиаторного шарового крана ВТр.717

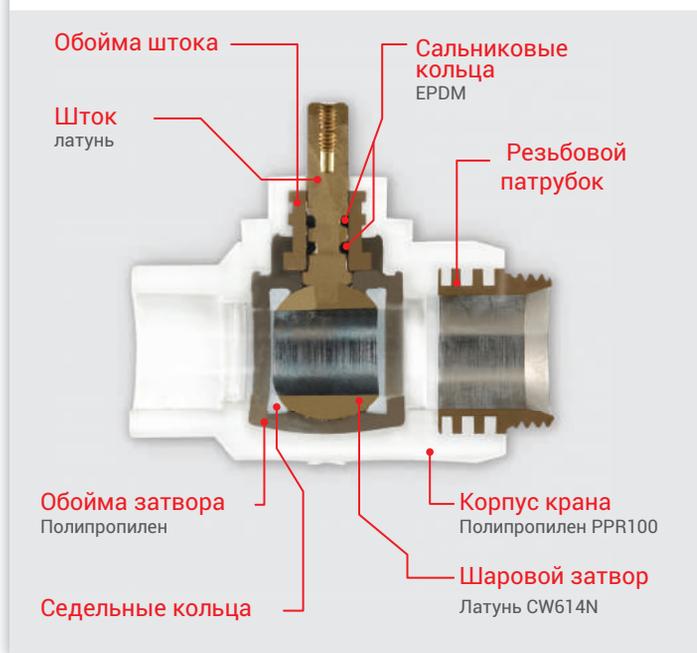
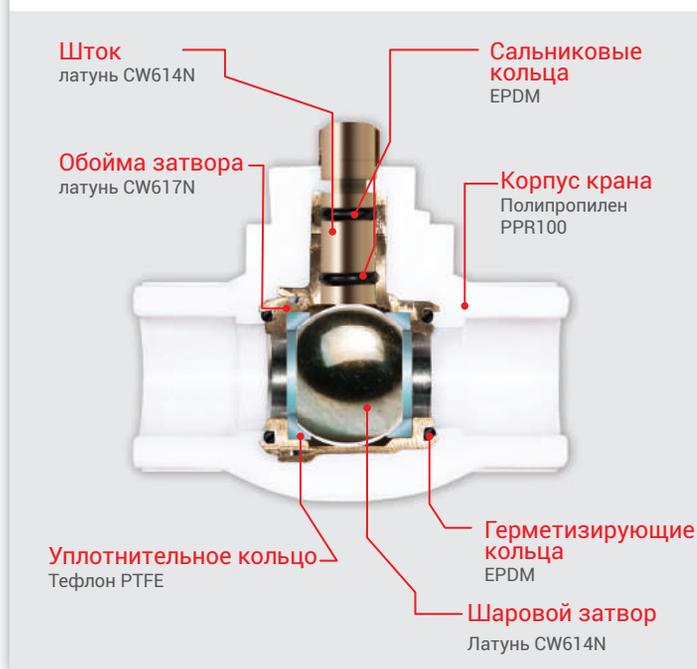


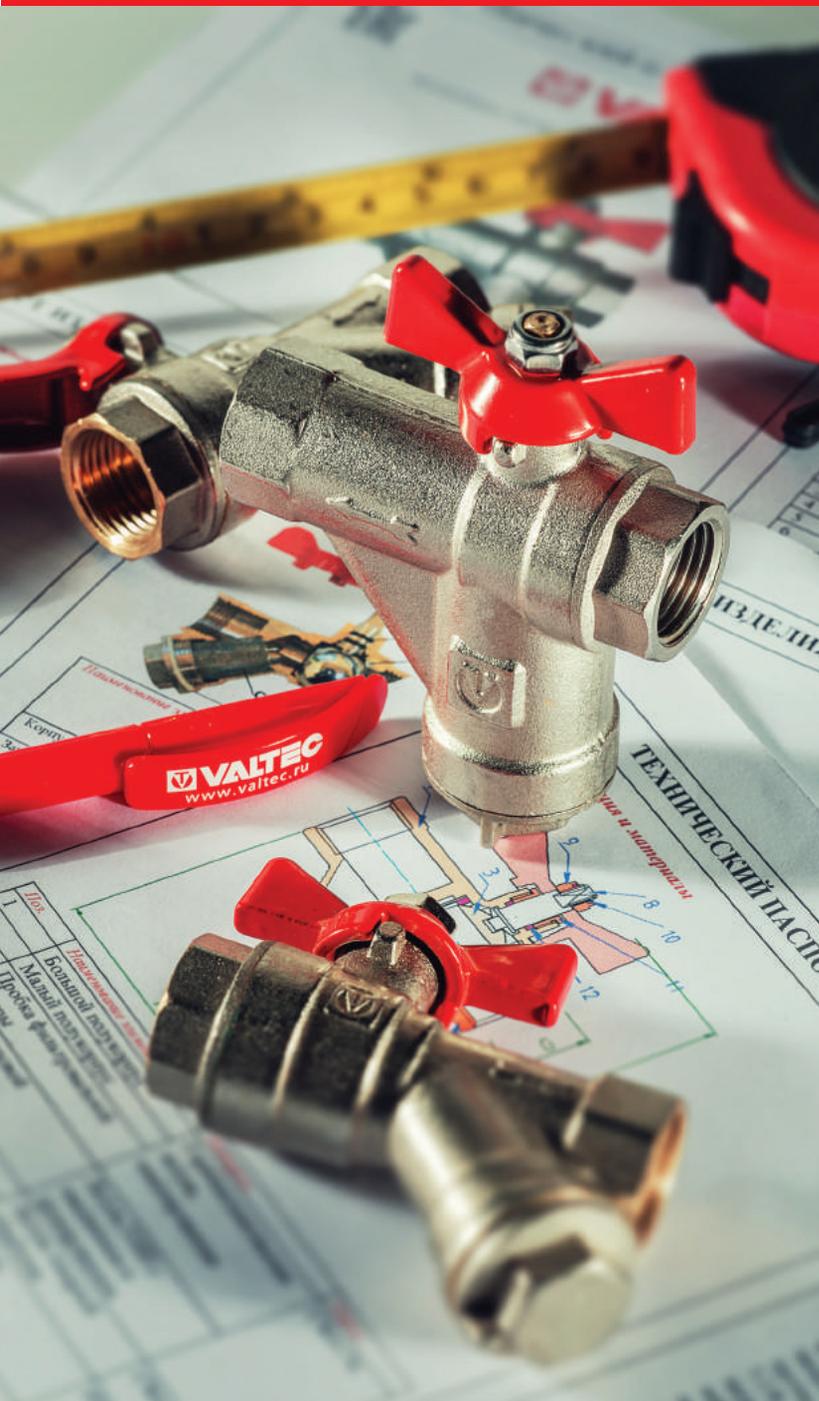
Рис. 7 Конструкция крана ВТр.744



Таким образом, используя полипропиленовые шаровые краны VALTEC, пользователь может быть твёрдо уверен в их длительной безаварийной эксплуатации.

Полякова Е.В.

Специальные и комбинированные шаровые краны VALTEC



Что такое «шаровой кран» объяснять никому не нужно. Этот вид водозапорной арматуры встречается в каждом доме, коттедже, квартире, и на любом объекте, оборудованном инженерными системами. Простота конструкции, быстродействие, технологичность и надёжность позволили шаровым кранам вытеснить ранее применявшиеся вентили и пробковые краны. Во многом такому триумфу этого вида арматуры способствовало появление современных полимерных уплотнительных материалов, таких как тефлон, EPDM, витон и т.п. В частности, именно тефлон позволил создать надёжное, герметичное и термостойкое уплотнение шарового затвора в кране.

Сейчас рынок шаровых кранов огромен. Например, в России в 2015 году шаровых кранов из различных материалов торговыми компаниями было реализовано почти на 16 млрд. рублей.

Компания **VALTEC** занимается производством и продажей шаровых кранов с 2002 года. Сейчас этот бренд широко известен как в России, так и на всём постсоветском пространстве. Компания поддерживает тесную связь с пользователями своей продукции – монтажными организациями и частными монтажниками, проектными и эксплуатирующими организациями, а также тщательно исследует и анализирует все негативные отзывы о своей продукции. Это позволяет компании **VALTEC** постоянно совершенствовать изделия, разрабатывать и внедрять новые продукты, облегчающие монтаж и эксплуатацию внутренних инженерных систем.

В связи с этим, кроме обычных шаровых кранов в ассортименте компании появляются специальный и комбинированные шаровые краны.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ШАРОВЫЕ КРАНЫ представляют собой совокупность шарового крана и ещё одного или нескольких видов трубопроводной арматуры.

Как правило, такая комбинация преследует две основные цели:

- *сократить монтажную длину арматурного узла, что крайне важно для стеснённых условий;*
- *уменьшить количество соединений.*

Ведь каждое соединение – это лишние трудозатраты и лишний потенциальный источник протечки.

Наиболее известной и достаточно широко распространённой комбинацией нескольких устройств, является шаровой кран, объединённый с фильтром механической очистки (**рис. 1**).

В номенклатуре VALTEC эта арматура представлена артикулами:

- VT.292 – шаровой кран с косым фильтром и стальной рукояткой;
- VT.293 – шаровой кран с косым фильтром и рукояткой «бабочка»;
- VT.294 – шаровой кран с прямым фильтром (правый и левый) и боковым расположением рукоятки;
- VT.294H – шаровой кран с прямым фильтром (правый и левый) и верхним расположением рукоятки.

Основная сфера применения шаровых кранов с фильтрами – это квартирные вводы водопровода (рис. 2).

Использование шарового крана с фильтром позволяет сократить монтажную длину этого узла на 25-30% (рис. 3).

Рис. 1 Шаровые краны с фильтром механической очистки.



Рис. 2 Схема квартирного ввода водопровода

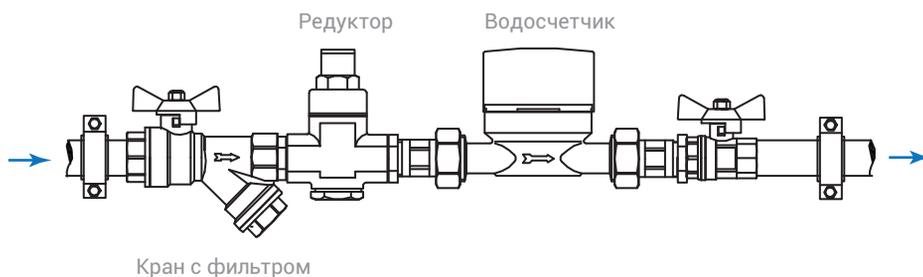


Рис. 3 Сравнение монтажной длины узла «кран+фильтр»

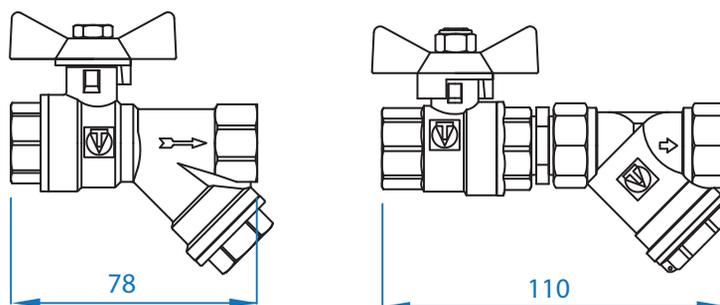


Рис. 4 Кран VT.299



Следующим шагом на пути уменьшения габаритов квартирных узлов ввода холодной и горячей воды стало появление кранов **VT.298-299 (КФРД)** (рис. 4). В этих изделиях объединены угловой шаровой кран, прямой фильтр и редуктор давления с фиксированной настройкой выходного давления в 3,2 бара.

Кран выпускается в правом (**VT.298**) и левом (**VT.299**) исполнении и рассчитан на входное давление до 16 бар. Использование крана позволяет сократить монтажную длину узла на 52% (рис. 5).

Толчком к разработке некоторых новых изделий компании **VALTEC** является изменение требований отечественных нормативных норм в области строительства. Так, например, в номенклатуре появился комбинированный шаровой кран с дренажным краном и обратным клапаном **VT.248** (рис. 6).

Такой кран позволяет выполнить требования СП 30.13330.2012 «**Внутренний водопровод и канализация зданий**», п.7.1.11 которых гласит: «**В жилых квартирах на стояке холодного водоснабжения, в том числе с трубами из полимерных материалов, следует устанавливать кран первичного пожаротушения, к которому должен быть постоянно подсоединен шланг, не являющийся пожарным рукавом. Шланг должен иметь длину, обеспечивающую подачу воды в наиболее отдаленную точку квартиры. Кран следует устанавливать после домового счетчика холодной воды**». В п.7.1.9. того же свода правил предписана установка обратного клапана в узлах подключения квартир после водосчетчика. Установка крана **VT.248** после прибора учета даёт возможность существенно сократить монтажную длину данного узла (рис. 7).

Рис. 5 Сравнение монтажной длины узла «кран+фильтр+редуктор»

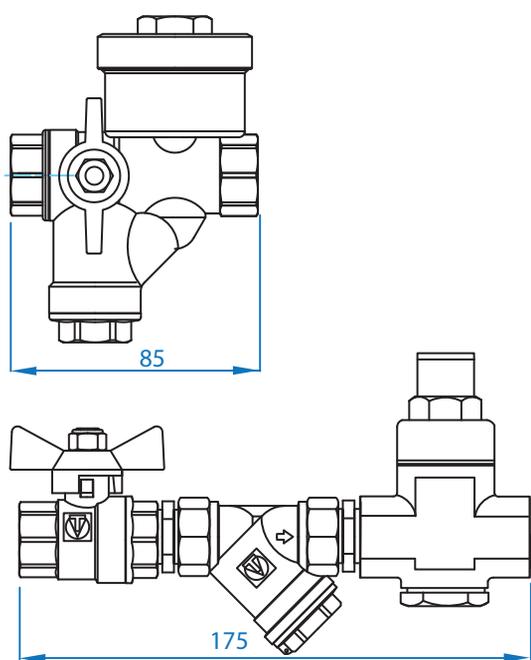
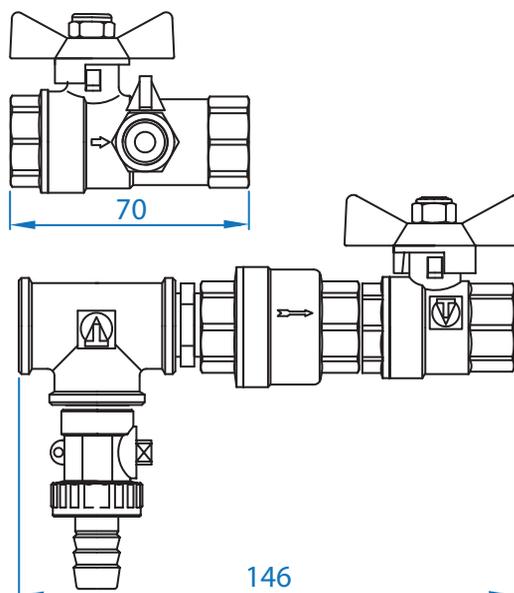


Рис. 6 Кран VT.248



Рис. 7 Сравнение монтажной длины узла «кран+дренажный кран+обратный клапан»



Комбинированные краны **VALTEC** применяются не только внутри квартир, но и на общедомовых разводящих трубопроводах. Так, типовым решением для узлов отключения стояков является использование вентиля или крана, сгона, тройника с пробкой (см. рис. 9а). Такие узлы устанавливаются в начале и в конце стояка. Для отключения и осушения какого-либо стояка производится следующий комплекс действий:

- вентилями или кранами стояк отключается от магистрали;
- отвинчивается пробка нижнего тройника и вода с него сливается;
- отвинчивается пробка верхнего тройника, обеспечивая связь стояка с воздухом. Тем самым сливаются «зависшие» остатки воды.

В номенклатуре **VALTEC** специально для обслуживания стояков имеется кран с дренажом и воздухоотводчиком **VT.245** (рис. 8).

Кран снабжён дренажным патрубком с резьбовой самоуплотняющейся пробкой и ручным воздухоотводчиком, который обеспечит поступление воздуха в стояк при сливе с него рабочей среды. На кран, установленный внизу стояка вместо пробки рекомендуется устанавливать дренажный кран **VT.435** (1/4"), что сделает обслуживание стояка ещё более удобным (рис. 9б).

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ШАРОВЫЕ КРАНЫ можно условно разделить на три основные группы:

1. краны, предназначенные для выполнения строго определенной функции;
2. краны, разработанные для трубопроводов, выполненных из конкретного материала;
3. краны с дополнительной функцией.

Наиболее ярким представителем *первой группы* шаровых кранов являются краны для подключения манометров **VT.806** и **VT.807** (рис. 10).

Рис. 8 Кран VT.245



Рис. 9 (а,б) Узлы отключения стояков

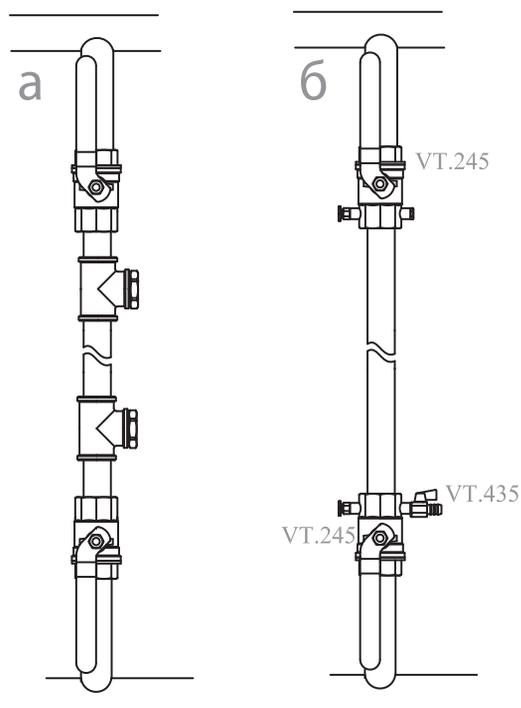
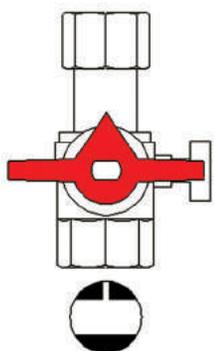


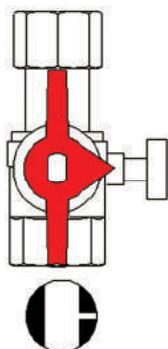
Рис. 10 Краны VT.806 и VT.807



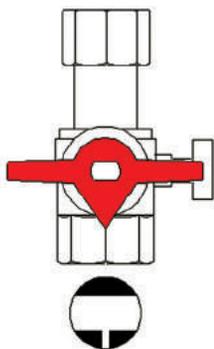
Рис. 11 Положение ручки крана при выполнении различных функций



Сброс на «0»	<input checked="" type="checkbox"/>
Давление сети	<input type="checkbox"/>
Поверка	<input type="checkbox"/>
Сброс воздуха	<input type="checkbox"/>
Демонтаж	<input type="checkbox"/>



Сброс на «0»	<input type="checkbox"/>
Давление сети	<input checked="" type="checkbox"/>
Поверка	<input checked="" type="checkbox"/>
Сброс воздуха	<input type="checkbox"/>
Демонтаж	<input type="checkbox"/>



Сброс на «0»	<input type="checkbox"/>
Давление сети	<input type="checkbox"/>
Поверка	<input type="checkbox"/>
Сброс воздуха	<input checked="" type="checkbox"/>
Демонтаж	<input checked="" type="checkbox"/>

Эти краны позволяют выполнять следующие сервисные функции (рис. 11):

- отсекать кран от трубопровода для ремонта или замены;
- выпускать воздух и газы, скопившиеся перед манометром;
- сбрасывать показания манометра на «0», соединяя его с атмосферным воздухом;
- подключать поверочный манометр через резьбовой патрубок.

Наличие накидной гайки с прокладкой дает возможность устанавливать циферблат манометра в любое удобное для наблюдателя положение.

В отличие от широко распространенных пробковых кранов для манометра, затвор шаровых кранов никогда не прикипает к корпусу и не затрудняет работу с краном.

К этой же группе можно отнести кран VT.247 (рис. 12) с патрубком для присоединения датчика температуры.

Этот кран используется в квартирных узлах учёта тепловой энергии. Датчик от теплосчетчика, присоединенный к специальному патрубку крана, располагается по оси шарового затвора (рис. 13).

Таким образом, закрыв кран, пользователь отсекает датчик от рабочей среды сразу с двух сторон, что необходимо для его обслуживания и замены. То есть, при использовании крана VT.247 отпадает необходимость установки двух шаровых кранов и специального переходного тройника для датчика температуры.

Ко второй группе специальных шаровых кранов в ассортименте продукции VALTEC можно отнести краны, предназначенные для установки на трубопроводах из полипропиленовых и металлополимерных труб. Номенклатура этих кранов приведена в таблице 1.

Рис. 12 Кран VT.247



Рис. 13 Пример применения крана VT.247 в квартирном узле учета тепловой энергии

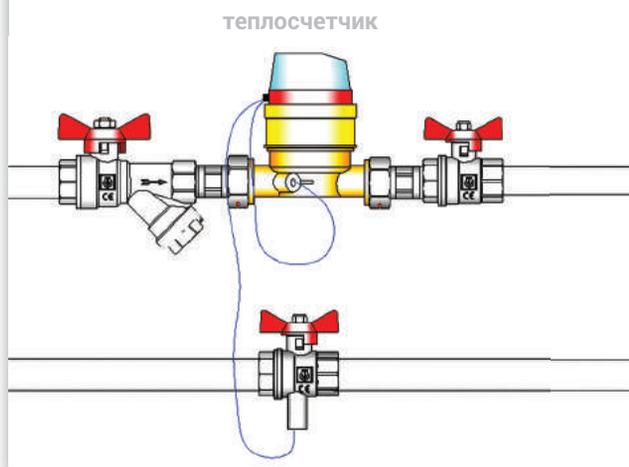


Таблица 1 Номенклатура специальных шаровых кранов второй группы

Шаровые краны для трубопроводов из полипропиленовых труб		Шаровые краны для трубопроводов из металлополимерных труб	
VTr.717 	Кран радиаторный прямой	VT.242 	Кран под пресс с переходом на МПТ – внутренняя резьба
VTr.718 	Кран радиаторный угловой	VT.243 	Кран под пресс с двумя переходами на МПТ
VTr.742 	Латунный кран с переходом на ПП трубу	VT.341 	Кран под обжим с переходом на МПТ – наружная резьба
VTr.745 	Латунный кран с двумя переходами на ПП трубу	VT.342 	Кран под обжим с переходом на МПТ – внутренняя резьба
VTr.743 	Кран с латунной сальниковой гильзой	VT.343 	Кран под обжим с двумя переходами на МПТ
VTr.744 	Кран с латунной обоймой		

Рис. 14 Кран VT.252



Рис. 15 Кран VT.808



Рис. 16 Кран VT.250



Рис. 17 Кран VTc.720



К специальным кранам *третьей группы* можно отнести шаровой кран с плавным открыванием VT.252 (рис. 14).

По сути, это обычный шаровой кран серии **Base**, в рукоятку которого встроен планетарный редуктор, обеспечивающий плавное открывание крана и предохраняющий обслуживаемую систему от гидравлических ударов. Это согласуется с требованиями п.7.1.4. СП 30.13330.2012 «**Конструкция водоразборной и запорной арматуры должна обеспечивать плавное открывание и закрывание потока воды**».

При использовании шаровых кранов в системах горячего водоснабжения и отопления пользователям безусловно придётся по душе дополнительная функция шарового крана **VT.808** (рис. 15) – в рукоятку этого крана встроен термометр, что позволяет контролировать температуру транспортируемой среды.

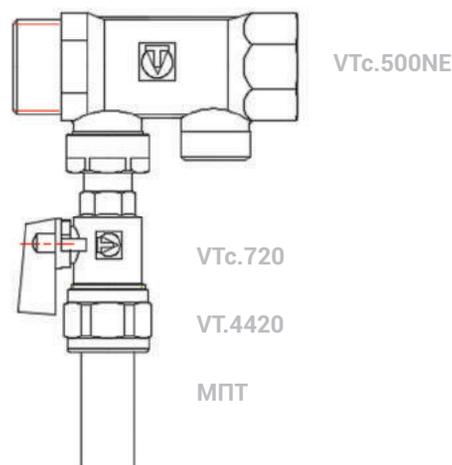
В тепловых узлах и на внутренних разводящих сетях систем ГВС и отопления трубы, как правило, прокладываются в тепловой изоляции. Обслуживание обычных шаровых кранов в этих условиях весьма проблематично.

Для изолированных трубопроводов в ассортименте **VALTEC** имеется шаровой кран **VT.250** (рис. 16). Шток этого крана снабжён удлинителем длиной 56 мм, что позволяет управлять краном, даже при его установке на теплоизолированном трубопроводе.

Специально для установки на коллекторах с выходами стандарта «евроконус» **VALTEC** предлагает коллекторные краны **VTc.720** (рис. 17).

С помощью накидной гайки этот кран присоединяется к выходу коллектора, и с помощью соответствующего соединителя может присоединяться к пластиковой, металлополимерной, медной или полипропиленовой трубе (рис. 18).

Рис. 18 Пример установки крана VTc.720



Значительный интерес вызывает у специалистов шаровой кран с цельным корпусом VT.290 (рис. 19).

В отличие от традиционных латунных шаровых кранов, этот кран состоит не из двух полу-корпусов, а из корпуса и пробки. При этом соединение корпуса с пробкой вынесено за ось соединяемого трубопровода, поэтому оно не будет испытывать продольных и изгибающих усилий, являющихся наиболее частой причиной поломок шаровых кранов на трубопроводах, работающих в сложных условиях эксплуатации.

Весьма востребованным у монтажников является кран с накидной гайкой VT.241 (рис. 20).

Он значительно дешевле шарового крана с полусгоном и проще в монтаже, хотя функционально ни в чём не уступает последнему. Кран позволяет легко присоединяться к водонагревателям, теплообменникам, прочей сантехнической арматуре с наружной резьбой. Одновременно кран позволяет делить трубопровод на ремонтные участки.

В этом обзоре были рассмотрены лишь комбинированные и специальные шаровые краны торговой марки **VALTEC**, хотя в номенклатуре компании имеются также шаровые краны для подключения сантехприборов, трехходовые краны и так называемые «встроенные» шаровые краны, которые интегрированы в другие изделия (коллектора, смесительные узлы, модули быстрого монтажа, узлы подключения радиаторов и т.п.) и носят вспомогательное сервисное назначение.

Более подробно с полной номенклатурой шаровых кранов компании VALTEC, их особенностями и полными техническими характеристиками можно ознакомиться на сайте www.valtec.ru

Рис. 19 Кран VT.290



Рис. 20 Кран VT.241



Полякова Е.В.

Модернизация квартирных регуляторов давления VT.298 и VT.299 (КФРД)

Объединение в одном изделии шарового крана, прямого фильтра механической очистки и регулятора давления позволяет сделать узел водопроводного ввода в квартиру значительно компактнее и безопаснее.

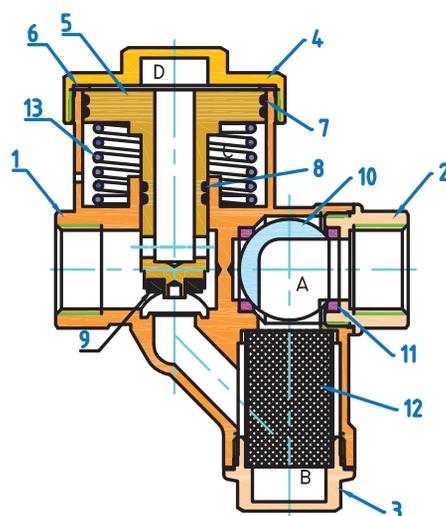
Монтажная длина при таком решении сокращается более, чем в 2 раза по сравнению с вариантом поэлементной сборки этого узла. Во столько же раз снижается количество монтажных соединений – потенциальных источников протечек.

Кроме того, исключается традиционный вопрос монтажников: в какой последовательности ставить арматуру. Нередко можно увидеть в новостройках узлы водопроводных вводов, где редукторы давления стоят после водосчетчиков, что противоречит требованиям п.7.1.7 СП 30.13330.2012 *«Установку регулятора давления на вводе в квартиру следует предусматривать после запорной арматуры и фильтра перед водосчетчиком и манометром для контроля за работой и наладкой регулятора. Установку регулятора давления на вводе в квартиру следует предусматривать после запорной арматуры и фильтра перед водосчетчиком и манометром для контроля за работой и наладкой регулятора»*

Неудивительно, что с появлением в номенклатуре VALTEC кранов с фильтром и редуктором давления (КФРД) под артикулами VT.298 (правый) и VT.299 (левый), спрос на них сразу же превысил предложение.

В конструктивном отношении редуктор КФРД был решён в поршневом варианте (рис. 1).

Рис. 1 Конструкция поршневого КФРД



Клапан состоял из большого (1) и малого (2) латунных полукорпусов. В зоне шарового крана (А) располагался латунный хромированный шаровой затвор (10), уплотненный седельными кольцами (11) из тефлона. В зоне фильтровальной камеры, закрытой пробкой (3) находилась фильтрующая сетка с ячейкой 300 мкм (12) из нержавеющей стали AISI316. Латунный подвижный шток с поршнем (5) имел внутри канал, по которому вода, пройдя золотник (9), поступала в пространство над поршнем (D). Уплотнительные кольца поршня (7), штока (8) и золотник (9) выполнялись из EPDM. Пружинная камера (С), в которой располагалась пружина (13), связывалась с окружающим воздухом через отверстие диаметром 2 мм.

Это исключало влияние на работу регулятора давления пневматического эффекта, а также являлось индикатором износа поршневых уплотнительных колец. Появившиеся в отверстии капли воды свидетельствовали о том, что герметичность поршня нарушена, и требуется замена уплотнений.

Как и любой поршневой редуктор, КФРД имел достаточно значительный гистерезис на регулировочном графике (рис. 6 стр. 16). То есть, при одном и том же расходе значение выходного давления могло различаться на 15-18% в зависимости от направления движения поршня. В этом сказывается влияние силы трения между уплотнительными кольцами поршня и корпусом.

Как показал опыт эксплуатации поршневых КФРД, со временем этот гистерезис ещё больше увеличивается из-за образования отложений на стенках поршневых камер (рис. 2). Особенно этому способствует загрязненная вода и вода, насыщенная солями жесткости. Мало того, что отложения шлама и солей в поршневой зоне вели к быстрому износу уплотнительных колец, но в ряде случаев они полностью стопорили движение штока, что делало регулятор давления неработоспособным.

Учитывая изложенные недостатки поршневых регуляторов давления, VALTEC модернизировала КФРД под артикулами VT.298-299, и, с 2016 года стала выпускать КФРД мембранного типа под теми же артикулами. Внешне мембранный КФРД отличается от поршневого формой заглушки пружинной камеры (рис. 3).

Конструкция шарового крана и фильтра не изменилась. Модернизация коснулась только регулятора давления (рис. 4). Вместо большого поршня, интегрированного со штоком (5), в мембранном редукторе используется эластичная мембрана (14) из армированного EPDM (рис. 5 стр. 16), соединяемая со штоком с помощью прижимного латунного кольца (15). Тем самым исключена из работы сила трения между поршневыми уплотнительными прокладками и корпусом.

Рис. 2 Отложения солей и шлама в поршневой зоне

Зона „закисания“



Рис. 3 Внешний вид поршневого и мембранного КФРД



Рис. 4 Конструкция мембранного КФРД.

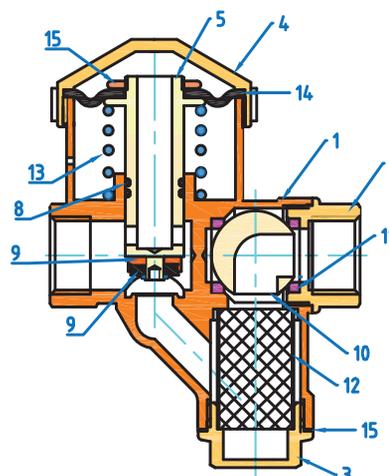
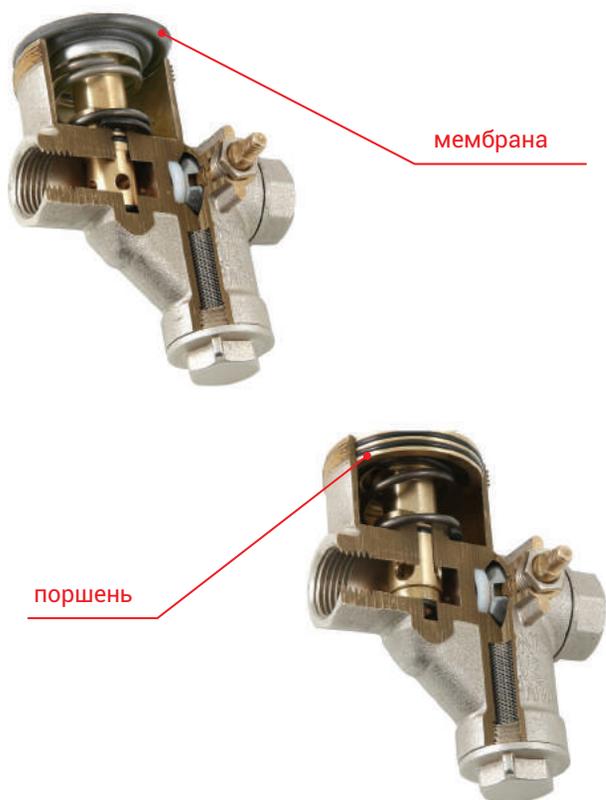


Рис. 5 Разрез мембранного и поршневого КФРД



Всесторонние испытания мембранного КФРД, проведённые в Лаборатории комплексных испытаний элементов инженерных систем (ЛаКИЭЛИС), подтвердили существенное улучшение гидравлических характеристик. Испытания проводились по методикам ГОСТ Р 55023-2012 «**Арматура трубопроводная. Регуляторы давления квартирные. Общие технические условия**» и DIN EN 1567- 2000 .

При сохранении условной пропускной способности в 1,97 м³/час, график регулирования редуктора стал значительно более пологим (рис. 6). Это значит, что изменение расхода стало меньше влиять на изменение настроечного давления регулятора давления. Кроме того, гистерезис снизился до 3-5%. Полностью избежать наличия гистерезиса не удалось, так как влияние силы трения хотя и в разы уменьшилось, но оно осталась из-за наличия уплотнительных колец на штоке (поз. 8).

Синим цветом показан график мембранного редуктора, красным – поршневого. Стрелками на графиках показано направление изменение расхода (увеличение и уменьшение).

Мембранные КФРД не снижают своих регулировочных характеристик ни на загрязненной, ни на жесткой воде. Они удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к квартирным регуляторам давления, а именно:

- при входных давлениях ниже давления настройки квартирный
- регулятор давления остается полностью открытым;
- исключено постороннее вмешательство в настройку выходного давления редуктора;
- в безрасходном режиме регулятор обеспечивает поддержание выходного давления не более 0,35 МПа при уровнях входного давления от 0,4 до 1,0 МПа;
- изменение выходного давления при изменении расхода на величину 0,05 л/с не превышает 0,004 МПа во всем диапазоне рабочих расходов регулятора.

Регулятор давления в составе КФРД является полностью ремонтпригодным. Любую деталь регулятора можно заменить, не демонтируя КФРД. При соблюдении паспортных условий эксплуатации не требует специального техобслуживания, кроме регулярной прочистки встроенного фильтра.

Технические характеристики изделий с мембранным редуктором VT.298 и VT.299 приведены в **таблице 1 стр. 17.**

Более подробную информацию о кранах с фильтром и мембранным редуктором давления VT.298 и VT.299 можно получить на сайте www.valtec.ru

Рис. 6 Графики зависимости давления от расхода КФРД мембранного и поршневого типов

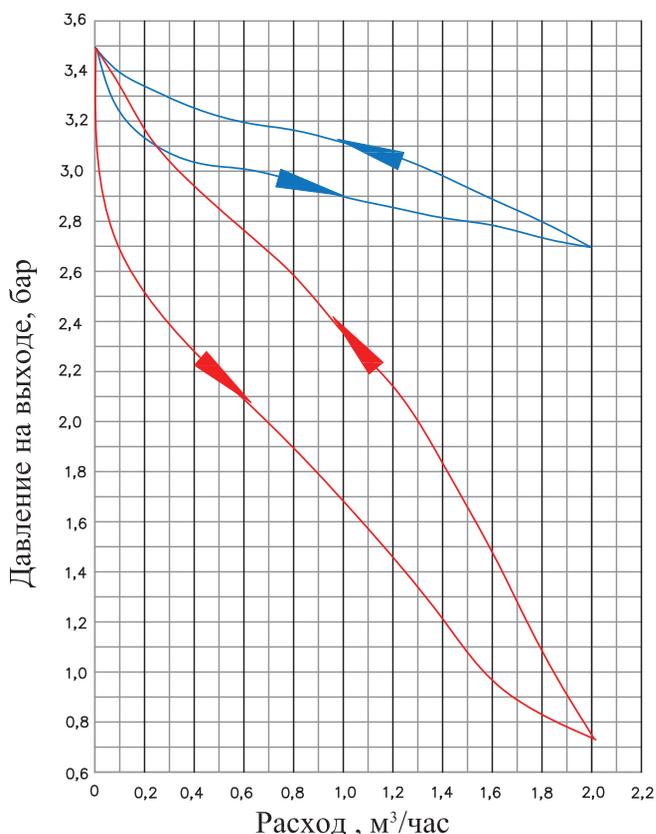


Таблица 1 Технические характеристики кранов с фильтром и мембранным редуктором VT.298 и VT.299

№	Характеристика	Ед.изм	Значение
1	Рабочее давление	бар	16
2	Пробное давление	бар	24
3	Рабочая среда		вода по ГОСТ 2874
4	Диапазон температур рабочей среды	°С	2 ÷ 95
5	Максимальная температура рабочей среды	°С	120
6	Тип редуктора по конструктивному исполнению		мембранный
7	Настройка редуктора		фиксированная
8	Выходное давление в безрасходном режиме	бар	3,5±10%
9	Градиент изменения давления при изменении расхода на 180 л/час	бар	0,04
10	Условная пропускная способность при чистом фильтре:		
10.1	- 100% номинального открытия клапана	м³/час	1,97
10.2	- 60% номинального открытия клапана	м³/час	1,45
10.3	- 40% номинального открытия клапана	м³/час	0,95
10.4	- 25% номинального открытия клапана	м³/час	0,45
11	Номинальный диаметр муфтовых патрубков	дюймы	1/2
12	Резьба муфтовых патрубков	ISO 228/1; ГОСТ 6527	
13	Фильтрующая способность фильтра	мкм	300
14	Объем фильтровальной камеры	см³	10
15	Уровень шума	дБ	<30
16	Ремонтопригодность крана	ремонтопригоден	
17	Ремонтопригодность редуктора	ремонтопригоден	
18	Допустимый изгибающий момент на корпус изделия	Нм	120
19	Диапазон температур окружающей среды	°С	5÷60
20	Максимальная относительная влажность окружающей среды	%	85
21	Средний полный ресурс редуктора (количество циклов от безрасходного режима до расхода 0,18м³/час)	циклы	300 000
22	Масса	г	701
23	Средний полный срок службы	лет	15

Полякова Е.В.

Характерные причины отказов и испытания квартирных редукторов давления



По мере массового распространения регуляторов (редукторов) давления, устанавливаемых на вводе холодного и горячего водопровода в квартиру, был выявлен ряд специфических требований к этим приборам.

К таким особым требованиям, в первую очередь, относится способность редуктора как можно точнее поддерживать заданное давление на выходе, независимо от изменений расхода и входного давления. Выполнение этого требования непосредственно определяет комфортность пользования жильцами водоразборной арматурой в квартире.

Важно также, чтобы редуктор поддерживал настроечное давление и в статическом режиме при отсутствии водоразбора, т.к. это обеспечивает безаварийную работу квартирных трубопроводов, арматуры и приборов.

Ремонтопригодность, пригодность для пропуска воды питьевого качества, недоступность для несанкционированного вмешательства в настройки – эти и ряд других дополнительных условий позволили выделить квартирные регуляторы в отдельную группу регуливающей арматуры, требования к которой изложены в ГОСТ Р 55023-2012 «Регуляторы давления квартирные. Общие технические условия».

По принципу действия квартирные редукторы мало чем отличаются от обычных регуляторов давления, работающих по принципу регулирования «после себя» (рис.1)

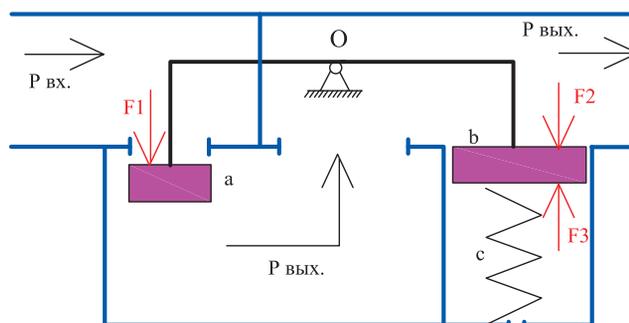


Рис.1 Принципиальная схема регулятора давления «после себя»

Представим себе коромысло с равными плечами и опорой в точке «*O*». Коромысло уравновешено двумя поршнями «*a*» и «*b*». Входное давление $P_{вх.}$ давит на малый поршень «*a*» с силой $F_1 = P_{вх.} \cdot S_a$, где S_a – площадь малого поршня. Давление на выходе $P_{вых.}$ давит на большой поршень «*b*» с силой $F_2 = P_{вых.} \cdot S_b$, где S_b – площадь большого поршня. Поршень «*b*» подпружинен пружиной $F_3 = kx$, где k – упругость пружины, а x – величина сжатия пружины.

Таким образом, силы F_2 и F_3 стремятся открыть клапан, а сила F_1 – стремится его закрыть. В работе регулятора участвуют также силы трения в уплотнениях большого и малого поршня. В мембранных редукторах вместо поршня «*b*» используется резиновая мембрана.

В связи с тем, что в мембранных редукторах, по сравнению с поршневыми, меньше трущихся поверхностей, ресурсная надёжность таких регуляторов выше, но и стоимость таких редукторов выше, чем поршневых.

Производители регуляторов давления, как правило, выпускают достаточно широкую линейку редукто-

ров, как мембранных, так и поршневых, конструктивно отличающихся друг от друга пропускной способностью, диапазонами настройки, максимальным коэффициентом редукции, дополнительными опциями и пр. Для примера, в **таблице 1** приведены типы регуляторов давления, выпускающихся под торговой маркой VALTEC.

Таблица 1. Редукторы торговой марки VALTEC

Вид	Марка, наименование	Особенности	Прохождение тестов	Даны рекомендации
	VT.082 редуктор с фильтром и манометром	Поршневой. Используется при стесненных условиях монтажа. Настройка 2÷5 бар.	Положительно	
	VT.084 линейный редуктор (патент)	Поршневой. Имеет скрытую настройку, недоступную для пользователя. Настройка 2÷4 бара.	Отрицательно. Гистерезис выше нормы. Отклонение от настроечного давления при увеличении расхода.	Рекомендован переход на мембранную конструкцию
	VT.085 мембранный редуктор	Мембранный. Имеет патрубки под манометр. Оснащён демпферной камерой. Настройка 1÷7 бар.	Положительно для Ду15 и Dn20	
	VT.086 компактный редуктор	Поршневой. Самый компактный из редукторов. Настройка 1÷5,5 бар.	Положительно	
	VT.087 редуктор поршневой	Поршневой. Регулируемый. Настройка 1÷4,5 бар.	Положительно	
	VT.088 редуктор с манометром	Поршневой, регулируемый, с манометром. Настройка 1,0÷5,5 бар.	Положительно	
	VT.298, 299 редуктор с фильтром и манометром (патент)	Поршневой. С фиксированной настройкой 3 бара.	Отрицательно. Гистерезис выше нормы.	Рекомендован переход на мембранную конструкцию

Из приведенной в **таблице 1** номенклатуры наибольшим спросом пользуются редукторы, объединённые с шаровым краном и фильтром механической очистки **VT.298,299**. Они значительно сокращают монтажную длину квартирного узла ввода, недоступны для постороннего вмешательства в заводскую настройку выходного давления и идеально подходят в качестве квартирных регуляторов.

Большой интерес у эксплуатирующих организаций вызывает также линейный редуктор **VT.084**. Изменение монтажной настройки у этого редуктора возможно только при отсоединении его от трубопровода, что полностью исключает несанкционированное вмешательство в его настройку.

Однако, как показал опыт эксплуатации этих приборов, при сильно загрязнённой воде наблюдается быстрый износ или «закисание» уплотнительных колец поршней. В связи с этим, начиная с 2017 года редукторы **VT.298,299** и **VT.084** производитель решил делать мембранного типа.

Если говорить о наиболее распространенных причинах отказов квартирных регуляторов давления, то самый большой процент нареканий на работу квартирных редукторов вызывает тот факт, что редуктор не держит заданное давление в статическом режиме. То есть, при отсутствии водоразбора давление после редуктора растёт выше, чем давление настройки. В большинстве случаев это связано с попаданием твердых нерастворимых частиц на седло золотника. В результате такого засорения золотник неплотно перекрывает водяной канал, и давление за редуктором начинает расти. Редуктор, тем самым, превращается в обычный дроссель. Такой отказ легко устраним простой прочисткой седла и самого золотника. Если само седло не повреждено, то после прочистки редуктор восстановит свою работоспособность.

В ряде случаев, недопустимый рост давления за редуктором, стоящим на холодном водопроводе, вовсе не связан с отказом регулятора давления, а вызван другой причиной. Холодная вода с температурой значительно ниже комнатной, поступив в квартирную систему, при отсутствии водоразбора (например, ночью) нагревается до комнатной температуры. Нагрев воды вызывает её расширение и рост давления. Как видно, редуктор тут не при чём. Спасти ситуацию можно, установив после редуктора мембранный гаситель гидроударов **CAR.19** или **CAR.20**. Пневмоёмкость гасителя примет в себя излишек воды, получившейся в результате её расширения, не дав давлению выйти за допустимые пределы.

Ещё одной распространенной причиной отказов поршневых редукторов является износ уплотнительных колец большого или малого поршня. Существенное влияние на интенсивность этого износа влияет качество подаваемой из водопровода воды. Повышенное содержание и наличие

мелких нерастворимых частиц ведут к достаточно активному абразивному воздействию на эластомеры уплотнительных материалов. Фильтры механической очистки, устанавливаемые перед редуктором, а также встроенные фильтры с размером ячеек 200÷500 мкм не могут защитить арматуру от мелких дисперсных частиц. Ещё больше усугубляет ситуацию установка редукторов так, что шток с золотником и поршнями находится в горизонтальном положении. В этом случае нерастворимые частицы скапливаются внизу поршневой камеры и ускоряют износ уплотнителей.

Износ уплотнений проявляет себя в появлении капель воды в вентиляционном отверстии пружинной камеры (**рис 2**).



Рис.2 Появление капель воды из пружинной камеры – свидетельство износа поршневых уплотнений

Как правило, большинство современных квартирных регуляторов давлений ремонтнопригодны, поэтому для устранения течи достаточно поменять кольца на поршне, очистить отложения на стенках поршневой камеры, и регулятор давления восстанавливает свою работоспособность.

Гораздо большую опасность таит в себе неправильный подбор редуктора по расходному режиму. Когда расход через редуктор начинает превышать номинальный, приведенный в **таблице 3**, а коэффициент редукции (отношение давлений на входе и на выходе) превышает 2,5, в районе седла возможно появление кавитации. Сильное дросселирование потока и резкое местное понижение давления вызы-

вадет выделение из воды пузырьков водяного пара, которые, схлопываясь, создают локальное повышение давления до нескольких тысяч бар. Мало того, что кавитация вызывает повышенный шум от редуктора, она может полностью разрушить и само седло, и прилегающую к седлу зону, и даже стенку корпуса редуктора (см. рис.3 и рис.4).

Ряд производителей интегрируют в седло клапана кольцо из нержавеющей стали, что, по их утверждению, надёжно защищает редуктор от кавитации. Но эта мера никак не защищает зону, прилегающую к седлу и стенки корпуса редуктора.

Для того, чтобы надёжно обезопасить квартирный регулятор давления от кавитации, при его подборе необходимо придерживаться следующих правил:

- расход через редуктор не должен превышать значений, указанных в **таблице 3**. Эта таблица из DIN EN 1567: 2000 рассчитана, исходя из скорости потока 2 м/с. Здесь уместно напомнить, что в соответствии с п. 5.5.6 СП 30.13330.2012 «Скорость движения воды в трубопроводах внутренних сетей не должна превышать 1,5 м/с.»;

- рабочая точка редуктора по соотношению давлений на входе и на выходе должна лежать в зелёной зоне на диаграмме кавитации (рис.5)

- снижение давления на редукторе по отношению к давлению на стройки не должно превышать 1,2 бара. Что же делать, если подобрать квартирный редуктор, удовлетворяющий перечисленным условиям, не удаётся. Например, давление на входе в редуктор в высотном здании составляет 10 бар, и требуется обеспечить давление на выходе 2,7 бар. По графику на **рис.13** такой редуктор будет работать в зоне возможного возникновения кавитации, т.е. коэффициент при расчетном расходе редукции превышает 2,5. В этом случае требуется каскадное снижение давление, то есть необходимо первый редуктор нужно

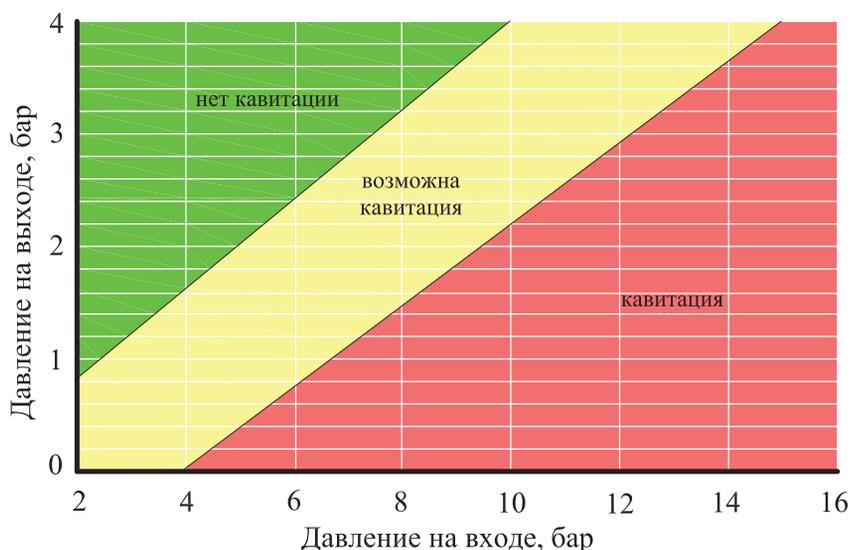


Рис.3 Кавитационное разрушение зоны седла и стенки редуктора



Рис.4 Кавитационное разрушение золотниковой обоймы редуктора

Рис.5 Диаграмма кавитации



настроить на давление 4 бара, а следующий уже на 2,7 бара. Только в этом случае будет обеспечена длительная безаварийная работа регуляторов давлений. Если же и эта мера не помогает, не остаётся ничего другого, как вернуться к испытанной двухзонной системе водоснабжения, когда водопроводные стояки по высоте разбиваются на две зоны. Например, в 16-ти этажном здании стояки первой зоны снабжают этажи с первого по восьмой, а второй зоны - с девятого по шестнадцатый.

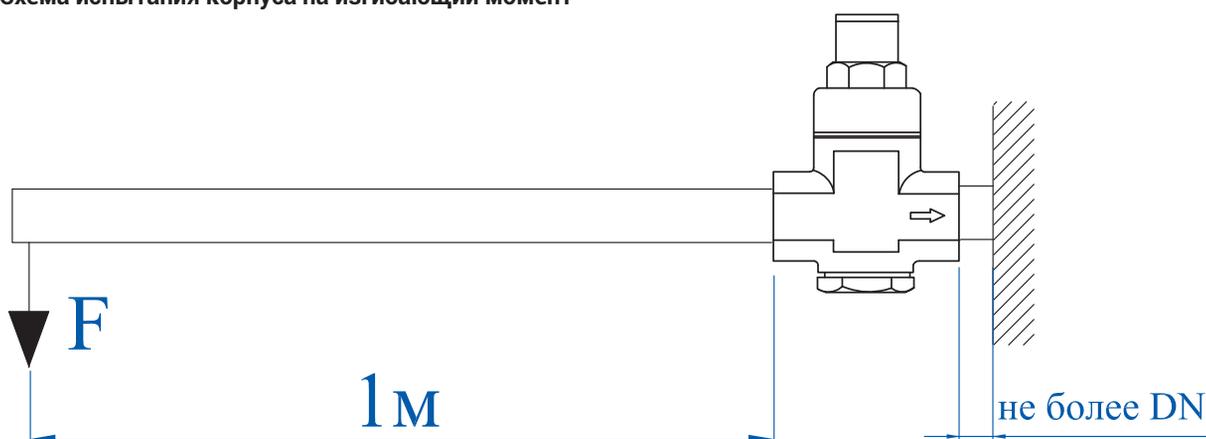
Для того, чтобы квартирный редуктор не создавал жильцам дискомфорта, работал долго, надёжно и безаварийно, он должен пройти многостороннее стендовое тестирование, что и является одним из направлений работы Лаборатории комплексных испытаний элементов инженерных систем (ЛаКИЭ-ЛИС). Лаборатория проводит испытания квартирных регуляторов давления как по методикам ГОСТ Р 55023-2012, так и по европейским нормам - DIN EN 1567: 2000 «Арматура водопроводная для зданий. Редукционные и комбинированные редукционные клапаны для воды. Требования и испытания».

В соответствии нормами DIN EN 1567:2000, редуктор должен пройти следующие тесты:

- испытание корпуса редуктора на изгиб корпуса (п.8.2.1.);
- испытание на стойкость к внутреннему давлению (п.8.2.2.);
- испытание на герметичность по отношению к рабочей среде (п. 8.2.3.);
- циклические испытания (п.8.2.4.);
- определение пределов настройки для регулируемых редукторов (п.8.3.1.);
- определение настроенного давления для нерегулируемых редукторов давления (п.8.3.2.);
- определение влияния изменения входного давления на давление на выходе из редуктора (п.8.3.3.);
- определение зависимости давления на выходе из редуктора от расхода (п.8.3.4.);
- определение зависимость давления на выходе от расхода при пониженном входном давлении (п.8.3.5).

Испытание корпуса на изгибающий момент (п.8.2.1.) проводится по схеме, приведенной на **рис.6**.

Рис.6 Схема испытания корпуса на изгибающий момент



В течение 30 секунд корпус должен выдержать без деформации и разрушения приложенную силу, в соответствии с **таблицей 2**.

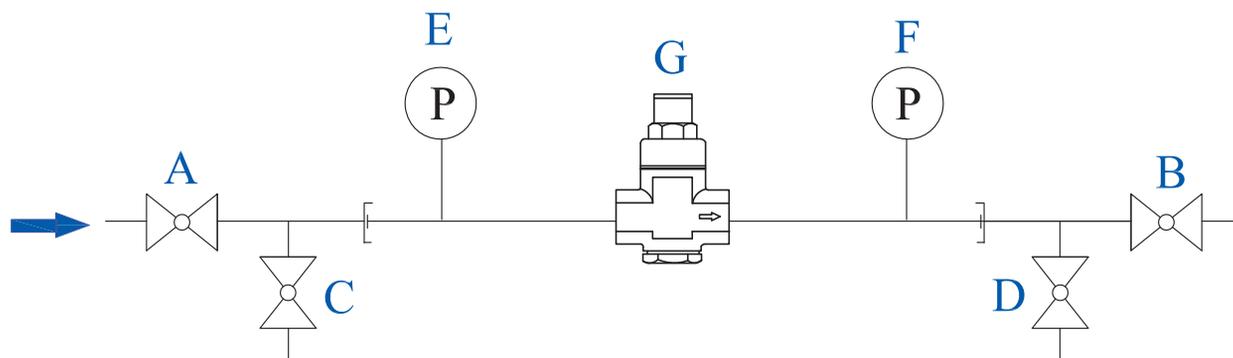
Таблица 2. Значение приложенной силы в зависимости от DN

DN мм	10	15	20	25
Сила F, Н	40	80	150	300

Испытание на стойкость к внутреннему давлению (плотность) (п.8.2.2.) редукторов проводится на установке, показанной на **рис.7**. На вход редуктора подаётся давление 25 бар, при этом на выходе подерживается давление 16 бар.

Испытание длится в течение 10 минут. За это время не должно произойти деформаций корпуса, а также не должно появиться протечек по корпусу и местам соединения деталей редуктора.

Рис.7 Установка для испытания редуктора на стойкость в к внутреннему давлению



Обозначение к схеме:

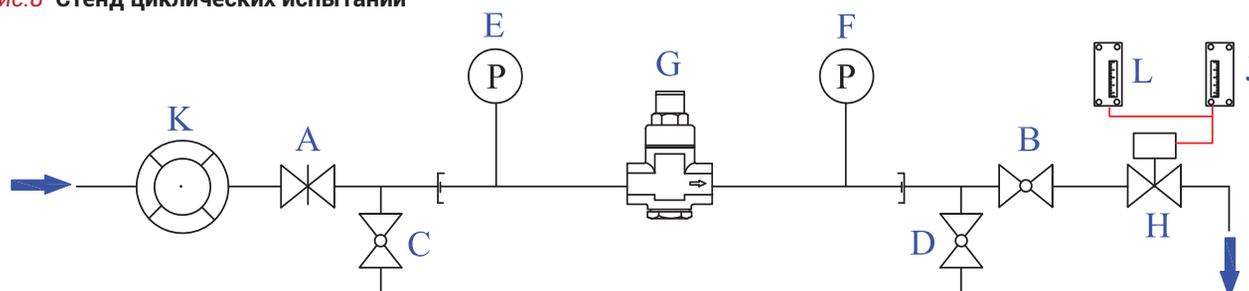
A-шаровой кран на подающей линии;
B-шаровой кран на отводящей линии;
C- дренажный кран на подающей линии;

D- дренажный кран на отводящей линии;
E-манометр на подающей линии;
F-манометр на отводящей линии;
G- тестируемый редуктор.

Тестом на герметичность по отношению к рабочей среде (п. 8.2.3.) проверяется качество уплотнения золотника между камерами высокого и низкого давления. Испытание проводится на той же установке, что и в предыдущем тесте. На вход подаётся давление 6 бар (кран В закрыт) и выдерживается в течение 10 мин. Затем давление повышается на 1 бар и

выдерживается 1 минуту. С таким же шагом (1 бар) давление повышается до 16 бар. На этом давлении редуктор выдерживается в течение 10 минут. На протяжении всего периода испытаний давление на манометре F должно быть таким же, как и на манометре E. **Циклические испытания (п.8.2.4.)** редукторов производятся на стенде, схема которого приведена на рис.8.

Рис.8 Стенд циклических испытаний



Обозначение к схеме:

A-вентиль регулировочный на подающей линии;
B-шаровой кран на отводящей линии;
C- дренажный кран на подающей линии;
D- дренажный кран на отводящей линии;
E-манометр на подающей линии;

F-манометр на отводящей линии;
G- тестируемый редуктор;
H- электромагнитный клапан;
J- реле времени;
K – водосчетчик;
L – счетчик циклов.

На вход установки подаётся вода с температурой 10÷30°C для редукторов холодной воды и 75÷80°C для редукторов горячей воды. Давление по манометру E поддерживается 8 бар. С помощью вентилей А и водосчетчика К, устанавливается расход в соответствии с таблицей 3. Расход рассчитан для скорости воды 2 м/с.

Таблица 3. Расход QN в зависимости от диаметра (DN)

DN мм	10	15	20	25
QN, л/с	0,16	0,35	0,63	1,0
QN, м³/час	0,56	1,27	2,27	3,6

Вода циклически проливается через редуктор. Каждый цикл состоит из периода полного закрытия (расход = 0) и периода полного открытия (расход = QN). Продолжительность каждого периода 10 сек. Каждый этап испытания составляет 50 000 циклов. После каждого этапа редуктор проверяется на герметичность и изменение настроечного давления. В случае успешного результата проверки циклические испытания повторяются. Общее число циклов, которое должен выдержать редуктор – 200 000. Редуктор считается прошедшим испытания, если его герметичность не нарушилась и изменение настроечного давления не превысила 10% для редукторов холодной воды и 20% для редукторов горячей воды.

Определение пределов настройки для регулируемых редукторов давления (п.8.3.1.) производится на стенде, показанном на *рис.7*.

При давлении на входе 8 бар в безрасходном режиме устанавливается минимально возможное выходное давление. Оно должно быть не больше 1,5 бар.

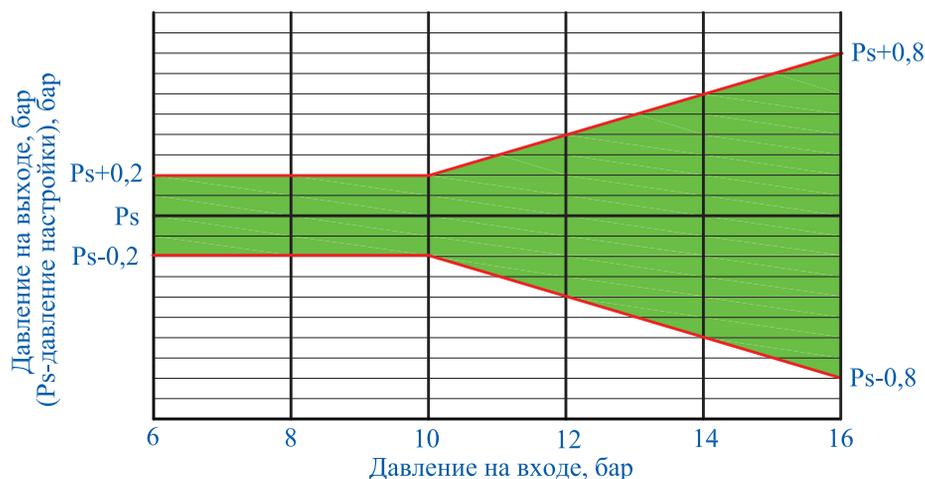
При давлении на входе 16 бар в безрасходном режиме устанавливается максимально возможное

выходное давление. Оно должно быть не больше 6,5 бар.

Определение настроечного давления для нерегулируемых редукторов давления (п.8.3.2.) производится на установке, показанной на *рис.7*. На вход редуктора в безрасходном режиме подаётся давление 8 бар. При паспортном значении настройки менее и равном 3 бара, отклонение выходного давления не должно отличаться от паспортной величины более чем на 0,3 бара. При паспортном значении настройки более равном 3 бар, отклонение выходного давления не должно отличаться от паспортной величины более чем на 10%.

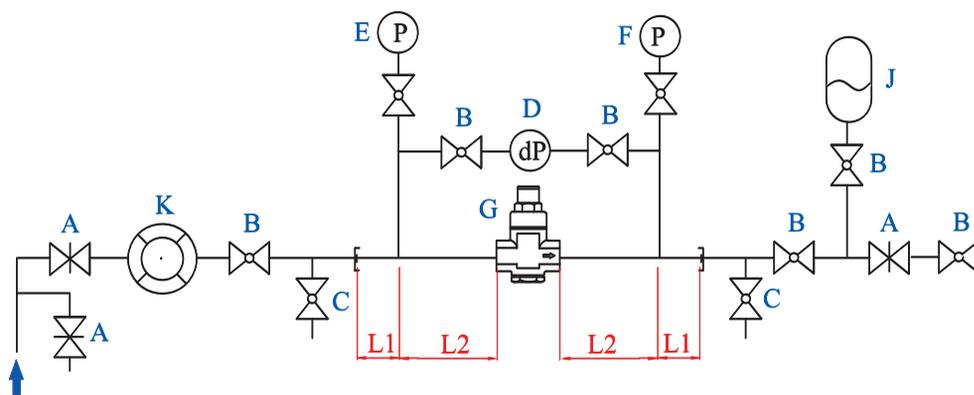
Определение влияния изменения входного давления на давление на выходе из редуктора (п.8.3.3.) проводится на установке, схема которой приведена на *рис.7*. Для регулируемого редуктора устанавливается давление на выходе 3 бара при давлении на входе 8 бар. Затем давление увеличивается с 6 до 16 бар с шагом 1 бар и выдержкой 1 мин. после каждого шага. По результатам испытаний строится график, который должен вписываться в допустимую (зелёную) зону графика на *рис.9*.

Рис.9 Контрольная зона графика зависимости давления на выходе от входного давления



Зависимость давления на выходе от расхода (п.8.3.4.) определяется на стенде, схема которого приведена на *рис.10*. Так же, как и в предыдущем испытании для регулируемого редуктора устанавливается давление на выходе 3 бара при давлении на входе 8 бар.

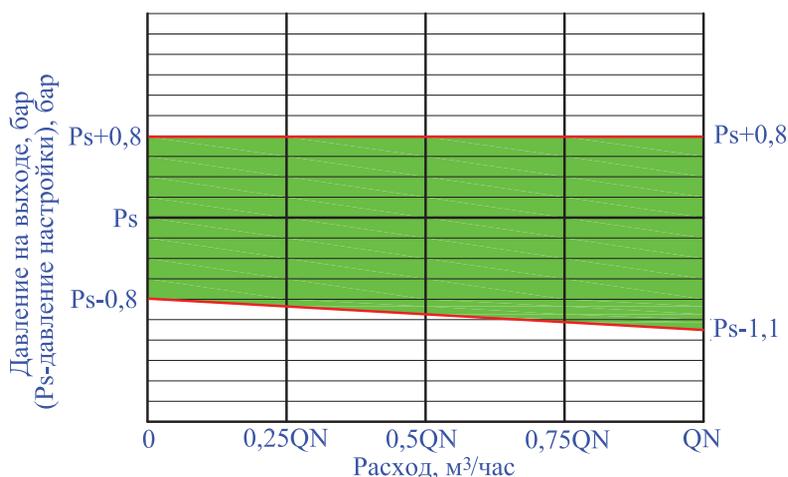
Рис.10 Установка для определения зависимости давления на выходе от расхода



- Обозначение к схеме:
- А-вентиль;
 - В-шаровой кран;
 - С- дренажный кран;
 - Д- дифференциальный манометр;
 - Е-манометр на подающей линии;
 - Ф-манометр на отводящей линии;
 - Г- тестируемый редуктор;
 - Ж- мембранный бак;
 - К – водосчетчик..
 - L2- не менее 10DN;
 - L1- не менее 5DN

На вход редуктора подаётся давление 8 бар, и расход плавно повышается от 0 до Q_N . Q_N определяется в зависимости от типоразмера тестируемого редуктора в соответствии с *таблицей 3*. График должен лежать в области допустимых значений в соответствии с *рис.11*.

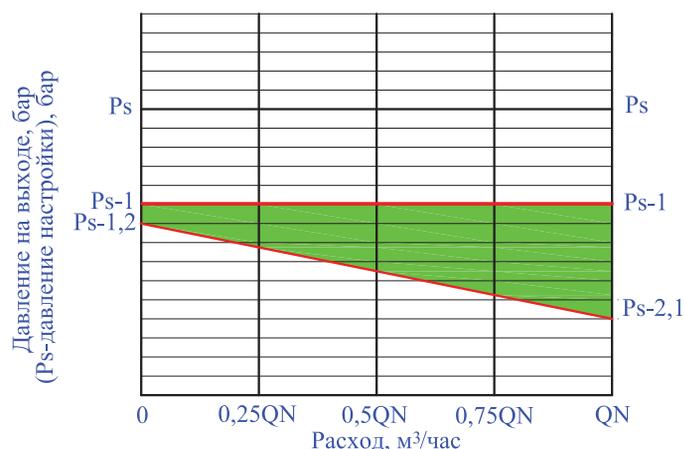
Рис.11 Контрольная зона графика зависимости давления на выходе от расхода при входном давлении 8 бар.



Аналогичным образом строятся графики для давления на входе 6 и 16 бар.

Зависимость давления на выходе от расхода при пониженном входном давлении (п.8.3.5) проверяется на той же установке, как и в предыдущем тесте (*рис. 10*). На вход редуктора подаётся давление, на 1 бар ниже настроечного. Затем замеряется давление при плавном изменении расхода от 0 до Q_N . Полученный график должен лежать в допустимой (зеленой) зоне графика, представленного на *рис.12*.

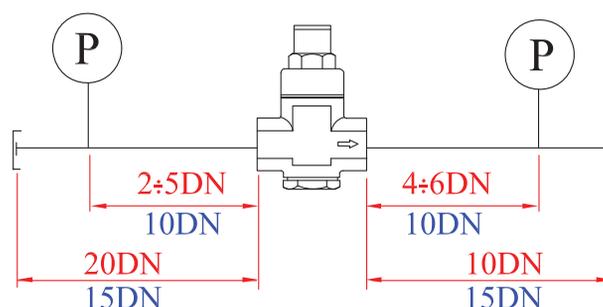
Рис.12 Контрольная зона графика зависимости давления на выходе от расхода при пониженном входном давлении



В российском ГОСТ Р 55023-2012 требования к испытательному стенду для измерения расходных характеристик редукторов по *рис.10* почти такие же, как в DIN EN 1567: 2000, но несколько изменена длина измерительного участка (*рис.13*)

Рис.10 Схема измерительного участка по ГОСТ Р 55023-2012

Красным цветом показаны размеры по ГОСТ Р 55023-2012, синим - по DIN EN 1567: 2000



Остальные отличия требований ГОСТ Р 55023-2012 от DIN EN 1567: 2000 показаны в *таблице 4*.

Таблица 4. Нормируемые характеристики по ГОСТ Р 55023-2012 и DIN EN 1567: 2000

№	Характеристика	Ед.изм.	Значение характеристики по:	
			DIN EN 1567: 2000	ГОСТ Р 55023-2012
1	Расход для DN15 при циклических испытаниях	м³/час	0÷1,27	0÷0,18
2	Расход для DN20 при циклических испытаниях	м³/час	0÷2,27	0÷0,18
3	Номинальные диаметры, DN	мм	8÷100	15;20
4	Максимальное номинальное давление, PN	бар	16	25
5	Максимальная температура рабочей среды	°С	80	90
6	Минимальная условная пропускная способность, K _{vy}	м³/час	Не нормируется	1,6
7	Диапазон рабочих расходов	м³/час	1,27 (для DN15); 2,27 (для DN20)	0,18÷1,8
8	Выходное давление в диапазоне рабочих расходов (P _s -давление настройки)	бар	P _s +0,8; -1,1	2,7±0,2
9	Выходное давление в диапазоне рабочих расходов при входном давлении ниже настроечного на 1 бар (P _s -давление настройки)	бар	P _s -2,2	Не нормируется
10	Градиент изменения давления в диапазоне рабочих расходов	бар на 0,18 м³/час	0,27 для DN15 0,15 для DN20	0,04
11	Максимальное давление на выходе в безрасходном режиме при давлении на входе до 10 бар	бар	P _s +0,2	3,5
12	Максимальное давление на выходе в безрасходном режиме при давлении на входе до 16 бар	бар	P _s +0,8	3,5
13	Давление ограничения настройки для настраиваемых регуляторов	бар	Не нормируется	3,0
14	Допустимый уровень шума работающего регулятора на расстоянии 2 м, не более	дБА	40	40
15	Пробное давление	бар	25	1,5PN
16	Изгибающий момент на корпус (не менее)	Нм	80 для DN15 150 для DN20	80 для DN15 150 для DN20
17	Срок службы (не менее)	лет	Не нормируется (задаётся в качестве исходной величины при прочностном конструировании)	10
18	Ресурс	циклы	200000(от Q=0 до Q=QN)	125000 (от Q=0 до Q=1,8 м³/час) + 125000 (от Q=0 до Q=0,18 м³/час)

Из *таблицы 4* видно, что в соответствии с ГОСТ Р 55023-2012 для редукторов давления должна определяться условная пропускная способность K_{vy}, чего в европейских нормах нет.

Условная пропускная способность редуктора давления определяется по методике ГОСТ Р 55508-2013 (СТ ЦКБА 029-2006) «Арматура трубопроводная. Методика экспериментального определения гидравлических и кавитационных характеристик.» (п.7.3.2.). Золотник редуктора устанавливается и фиксируется в положение максимального открытия. Обычно, для этого вместо пружины в редуктор помещается специальная фиксирующая втулка. Редуктор устанавливается на стенде (*рис.10*). Размеры измерительных участков должны соот-

ветствовать *рис.13*. Расход воды через редуктор настраивается в области квадратичного сопротивления (0,45÷0,9 м³/час для DN15 и 0,55÷1,1 м³/час для DN20). После измерения расхода и перепада давлений на редукторе высчитывается условная пропускная способность по формуле:

$$K_{vy} = 3,57 \cdot 10^4 \cdot Q \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}}, \text{ м}^3/\text{час}$$

Где:

Q – объемный расход, м³/сек;

ρ – плотность воды (1000 кг/м³);

ΔP – перепад давлений на редукторе, Па.

Такие измерения производят пятикратно, каждый раз добиваясь изменения перепада давления на 15 кПа.

Хотелось бы отметить, что ГОСТ Р 55023-2012 разработан ЗАО «ТВЭСТ» – одним из ведущих производителей квартирных редукторов давления, поэтому стандарт несколько «заточен» под продукцию именно этой организации, и ряд положений в нём вызывают вопросы.

В частности, не очень понятно, почему диапазон рабочих расходов для редукторов DN15 и DN20 одинаков? Почему и для регулируемых и для нерегулируемых редукторов установлено одно и то же значение давления на выходе ($2,7 \pm 0,2$ бар) и максимальное давление на выходе в безрасходном режиме (3,5 бар)? И как это положение согласуется с СП 30.13330.2012 п. 5.2.10 «Гидростатическое давление в системе хозяйственно-питьевого или хозяйственно-противопожарного водопровода на отметке наиболее низко расположенного санитарно-технического прибора должно быть не более 0,45 МПа (для зданий, проектируемых в сложившейся застройке не более 0,6 МПа)»?

Вызывает сомнение и диктуемое ГОСТом требование по поддержанию выходного давления в диапазоне рабочих расходов в пределах $2,7 \pm 0,2$ бар. Лабораторией ЛаКИЭЛИС испытано множество регуляторов давления, представленных на российском рынке. И ни один из них не уложился в заданный «норматив» (в том числе и редуктор КФРД10-2.0 производства ТВЭСТ). Самое низкое значение отклонения выходного давления при повышении давления на входе в редуктор от 4-х до 16-ти бар, которое удалось обнаружить – это 0,6 бар, а не 0,2, как предписано ГОСТом. Очевидно, что ГОСТ Р 55023-2012 нуждается в серьезной доработке для приближения к реальной современной ситуации. Кроме испытаний, предусмотренных перечисленными выше нормативами, в лаборатории ЛаКИЭЛИС определяется показатель гистерезиса редуктора. Дело в том, что при работе редуктора в реальных условиях эксплуатации давление на выходе зависит ещё и от того, в какую сторону в данный момент движется шток с золотником. Это значит, что при одном и том же расходе давление на выходе может быть разным, что связано с проявлением сил трения в соприкасающихся деталях редуктора. Особенно это проявляется в поршневых регуляторах давления. Гистерезис редуктора определяется на стенде, схема которого показана на *рис. 10*, а общий вид стенда приведён на *рис. 14*.

И ещё об одном аспекте, связанном с квартирными регуляторами давления воды, нельзя не упомянуть. Зачастую проектировщики, не утруждая себя сложными расчетами, планируют установку квартирных редукторов «до кучи» на всех этажах зданий. Но так ли это необходимо? Рекомендуем жильцам, прежде чем бежать в магазин за «правильным» редуктором, измерить давление горячей и холодной воды на входе в квартиру. Если это давление не превышает 4,5 бара, и разница между давлениями холодной и горячей воды не превышает 1 бар, то никакого регулятора давления ставить просто не нужно.



Рис.14 Стенд гидравлических испытаний лаборатории ЛаКИЭЛИС

На вход редуктора подаётся давление 8 бар, и расход плавно повышается от 0 до Q_N .

Q_N определяется в зависимости от типоразмера тестируемого редуктора в соответствии с таблицей 3. Затем расход также плавно снижается от Q_N до 0. По результатам теста выстраивается график, вид которого представлен на *рис. 15*.

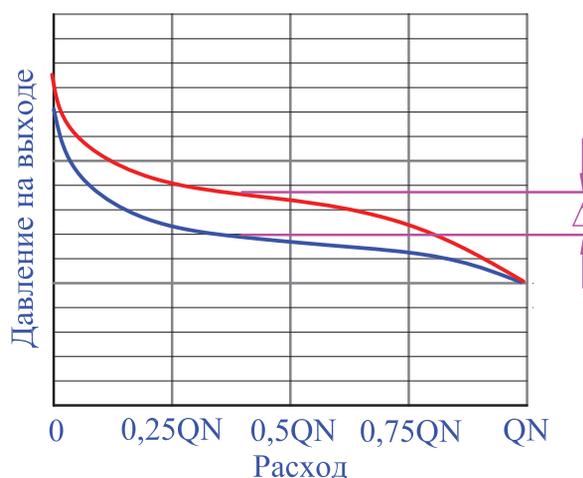


Рис.15 График открытия и закрытия редуктора

Синим цветом показан график при увеличении расхода, красным – при снижении.

Если гистерезис Δ оказывается свыше 10%, то такой регулятор давления не рекомендуется использовать в качестве квартирного.

Поляков В.И.

Термостат и холодный радиатор



- Не подскажете, у меня дома стоит радиатор, если поставить ручку клапана на тройку, как рекомендуют, то радиатор постоянно стоит холодный. А если выставить ручку на пятерку, то только тогда он начинает греться. В чем может быть проблема?

- А в комнате у вас тепло?

- Да, вполне тепло.

- Но если в комнате тепло, то зачем вам горячий радиатор?

- Но он же должен быть горячим, это же радиатор!

-...

Именно такой диалог произошел у меня со студенткой кафедры теплогазоснабжения и вентиляции одного из строительных ВУЗов. Так уж выходит, что, как бы правительство и прочие структуры ни боролись за энергосбережение и повышение комфорта в новостройках, всё, так или иначе, будет упираться в действия жильцов, которые не читают законов об энергоэффективности, сводов правил и технической документации на оборудование.

Если говорить конкретно про работу радиатора и термостатического клапана в квартирах, то сейчас в головах большинства людей сидит мысль о том, что радиатор должен быть всегда горячий.

Иногда можно услышать фразу: «Вот когда жил я в хрущевке, то там отопление было что надо,- всю зиму до радиатора дотронуться невозможно было, а тут! Радиатор большую часть дня холодный! До чего страну довели!»

Давайте разберемся, почему же радиатор холодный. Дело в том, что задача любой системы отопления, в первую очередь - это поддержание заданной температуры в комнате. И самым главным критерием хорошей работы системы отопления является как раз тот факт, что температура в комнате не ниже положенного уровня, а так же не выше (о чем многие забывают)

Тепловой баланс любой комнаты зимой выглядит следующим образом: часть тепловой энергии уходит из помещения на улицу через стены и окна, эта часть энергии называется «теплопотерями». Часть тепловой энергии поступает в помещение. Энергия поступает в помещение от бытовой техники, лампочек, прочих электроприборов и даже от самих людей,- такие поступления тепла называются «бытовыми тепловыделениями». И, конечно же, тепловая энергия поступает от систем отопления.

Возможны три варианта теплового баланса:

1

Теплопотери **больше**, чем бытовые тепловыделения и поступления тепла от радиаторов.

В этом случае температура воздуха в помещении будет снижаться, причем, чем больше разница между теплопотерями и теплопоступлениями, тем быстрее будет происходить снижение температуры воздуха. Стоит отметить, что такой режим не означает, что в помещении холодно, в комнате может быть +30°C, это будет значить лишь то, что температура будет падать.

2

Теплопотери **меньше**, чем бытовые тепловыделения и поступления тепла от радиаторов.

В этом случае температура воздуха будет расти. Как и в предыдущем случае, абсолютное значение температуры тут не имеет значения, главное, что температура увеличивается.

3

Теплопотери **равны** бытовым тепловыделениям и поступлениям тепла от радиаторов.

В этом случае температура воздуха будет держаться на одном уровне. Однако, стоит человеку выйти из помещения или направление ветра за окном поменяется, и этот баланс сместится в ту или иную сторону.

Теперь давайте разберемся, как работает радиатор. За счёт процессов теплопередачи, теплоноситель, который поступает в радиатор, остывает, отдавая тепловую энергию воздуху комнаты. При этом передача тепла от теплоносителя внутри радиатора к комнатному воздуху происходит до тех пор, пока температура теплоносителя выше, чем температура воздуха. В нормальном рабочем режиме, когда радиаторный клапан открыт, в радиатор постоянно поступает горячий теплоноситель, он остывает и заменяется новой порцией горячего теплоносителя. Этот процесс непрерывен.

Предположим, что у нас имеется комната, в которой живет Иннокентий, для которого комфортной температурой считается 23°C. Допустим, что в начальный момент времени в этой комнате тепловой баланс аналогичен третьему случаю, приведенному выше: то есть, теплопотери и теплопоступления равны. В помещении поддерживается температура воздуха 23°C, и она не изменяется. Но, через какое-то время на улице вышло солнце и потеплело, к тому же, Иннокентий включил компьютер. В этом случае теплопотери уменьшились, а теплопоступления увеличились. И тепловой баланс сместится во 2 случай. Температура в комнате начнёт постепенно расти. Через определенное время Иннокентий почувствует, что ему жарко.

И у него будет выбор: закрыть клапан на радиаторе, тем самым уменьшив теплопоступления, либо открыть форточку, увеличив теплопотери. Тем самым он изменит тепловой баланс в 1 случай.

Если Иннокентий выберет первый вариант и перекроет радиатор, то радиатор какое-то время будет продолжать греть воздух, пока теплоноситель внутри него не остынет до температуры окружающего воздуха. Но, так как новой порции горячего теплоносителя не будет поступать, то радиатор останется в таком состоянии. При этом температура радиатора будет равна температуре внутреннего воздуха и по ощущениям радиатор будет холодный (тактильно, металл ощущается более холодным, чем есть на самом деле). Но при этом воздух внутри помещения будет все равно перегрет и будет оставаться перегретым еще какое-то время.

Отсюда мы видим, что в системе отопления является нормой тот факт, что радиатор некоторое время стоит холодным. Мысль о том, что радиатор должен быть всегда горячим, возникла из-за систем отопления домов до 1990 г. постройки (а в некоторых случаях и более поздних). В таких домах хоть и ставили радиаторные клапаны, при помощи которых можно отключить поток теплоносителя, но клапаны эти, как правило, быстро закисали, ломались при частом использовании, а в некоторых случаях их покрывали таким толстым слоем краски, что повернуть его не представлялось возможным (рис.1).



Рис.1 Радиаторный клапан, которым не пользовались уже много лет

В результате, обладатели таких клапанов очень быстро отказывались от регулирования температуры воздуха при помощи этого устройства. Жильцы домов наслаждались горячим радиатором круглые сутки, а чтобы помещение не превратилось в сауну, окна держали открытыми. Отсюда и осела в головах мысль о том, что радиатор должен быть всегда горячим. Кроме того в стране, где отопительный сезон длится $\frac{3}{4}$ года сама, только мысль об отключении отопления вызывает панику, а холодный радиатор в первую очередь ассоцииру-

ется с аварийным отключением отопления. Но, даже если согласиться, что температурой воздуха в комнате лучше управлять при помощи радиаторного клапана, то возникает мысль: - «А что если наш Иннокентий перекроет радиатор и уйдет на работу, забыв его открыть перед уходом?» Конечно же, температура воздуха в комнате вряд ли опустится ниже 0°C, но по возвращении Иннокентию уже скорее всего не захочется снимать куртку дома. К страху оставить включенным утюг добавляется страх оставить закрытыми радиаторы, уж лучше потерпеть жару или нет? Зная «любовь» жильцов к лишним телодвижениям, особенно в уютной домашней обстановке, немецкие инженеры еще в прошлом веке придумали тер-

мостатический клапан. Данный клапан самостоятельно открывается или закрывается, в случае если температура в комнате отличается от требуемой. «Сердцем» термостатического клапана является термоэлемент. Все термоэлементы работают по следующему принципу: внутри термоэлемента находится сильфон со специальной жидкостью. Термоэлемент устроен так, что воздух в комнате обдувает сильфон, и его температура близка к температуре воздуха в помещении. Жидкость внутри сильфона при изменении температуры расширяется или сжимается, вместе с ней расширяется или сжимается сильфон, который, в свою очередь, толкает шток клапана, открывая или закрывая его (рис.2).

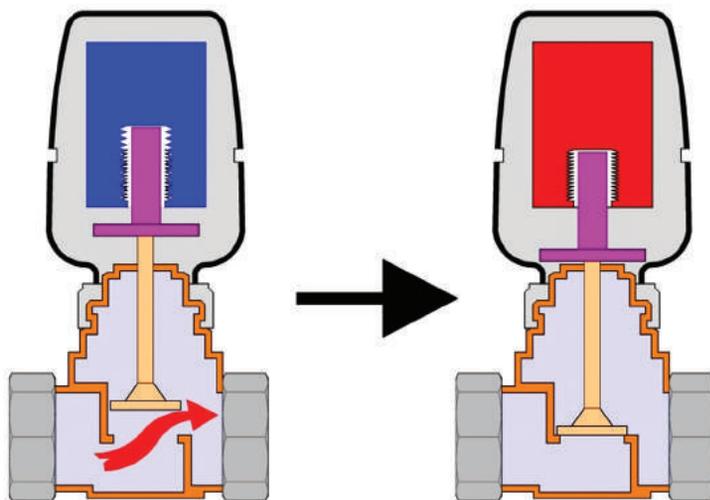


Рис.2 Схема работы термостатического клапана

Чтобы снизить расход тепловой энергии, в СП 30.13330-2012 веден пункт о том, что в многоквартирных домах при новом строительстве на радиаторы следует устанавливать клапаны, обеспечивающие автоматическое поддержание температуры воздуха. Термостатические клапаны как раз и являются такими устройствами, которые могут поддерживать в автоматическом режиме заданную температуру внутреннего воздуха. При этом термостатический клапан регулирует теплоотдачу радиатора, как раз исходя из заданной температуры воздуха, то есть, добивается конечной цели системы отопления. Жалобы на холодный радиатор чаще всего возникают именно в тех помещениях, в которых установлены термостатические клапаны. Позиция «3» термоголовки, как правило, соответствует температуре воздуха 20÷22°C. Если температура будет выше, то логично, что термостатический клапан для предотвращения перегрева этого помещения полностью перекроет поток теплоносителя в радиатор. И радиатор будет холодным до тех пор, пока температура воздуха не опустится ниже. Но если радиатор стоит холодным уже достаточно долго, не является ли это проблемой?

При расчёте систем отопления проектировщик опирается на теплопотери помещения. Так же, в жилых домах он должен учесть и бытовые тепловыделения. Нормативно они составляют 10 Вт/м². Но бытовых тепловыделений в современной квартире намного больше, чем 10 Вт/м². Один только человек выделяет 100 Вт, а кроме него есть компьютеры, бытовая техника, лампочки и прочие электроприборы. Вся эта техника при температуре на улице выше -5°C вполне может отопить помещение и без радиатора. Кроме этого, теплоизоляция в домах закладывается с запасом, и реальные теплопотери, как правило, оказываются меньшими, чем по расчёту.

Отсюда мы видим, что в современных домах радиатор может не включаться неделями, и при этом температура воздуха в помещениях будет на должном уровне. При оценке работоспособности радиатора следует оперировать не его температурой, а температурой воздуха. К слову, автор данной статьи перед её написанием следил за работой своих радиаторов, оснащённых термостатическими элементами в течение недели. Температура на улице все это время была около -5°C. Термоголовки стояли в положении «3». Температура воздуха за все это время в квартире не опускалась

ниже 24°C. При этом, в течение недели по показаниям теплосчётчика теплоноситель так и не поступал в радиаторы. Это конечно является единичным случаем. Для полноценной оценки необходимо статистическое исследование, но, тем не менее, доля бытовых теплоступлений в современных домах достаточна велика.

На рынке существует огромное количество термостатических элементов. Сами термостатические элементы имеют множество параметров. На что стоит обратить внимание при их выборе, чтобы в будущем температура воздуха не «гуляла» в широком диапазоне?

«Знатоки» приводят разные критерии выбора термостата. Часто можно услышать, что главное, чтобы термостатический элемент имел высокую скорость реакции. С одной стороны, в этом есть логика, потому что, если термоголовка будет слишком долго закрывать клапан, то воздух в помещении успеет перегреться.

С другой стороны, температура воздуха в комнате меняется не быстро. Воздух, стены и мебель обладают существенной теплоемкостью, за счёт которой требуется время для того, чтобы воздух приобрел другую температуру.

Для термостатических элементов существует ГОСТ 30815-2002 «Терморегуляторы автоматические отопительных приборов систем водяного отопления зданий». В данном документе определено максимальное время срабатывания 40 минут. Такое время задано, исходя из средней инерции помещений. Иными словами, чтобы термоголовка хорошо регулировала температуру воздуха в помещении, достаточно чтобы время срабатывания было не более 40 минут.

То, насколько инертна система отопления, можно легко проверить. Для этого достаточно полностью отключить отопительный прибор и посмотреть, сколько времени понадобится для изменения температуры. Оценить же скорость реакции термоголовки так же довольно просто. Достаточно открытый термостатический клапан положить в теплую воду или с холода перенести его в теплое помещение и засечь, какое время понадобится клапану, чтобы закрыться (понять, что клапан закрылся, можно просто дунув в него). При этом, как это ни парадоксально, термоэлементы тех производителей, которые громче всех кричат об исключительной скорости реакции, на деле оказываются не такими уж быстрыми.

Помимо скорости реакции у термостатических элементов есть и другие немаловажные характеристики, такие как гистерезис, степень влияния температуры теплоносителя, степень влияния давления и перепада давления теплоносителя, про которые некоторые производители просто умалчивают.

Одним из основных показателей является гистерезис. Термостатический элемент имеет разницу между температурой открытия и температурой закрытия, которая и называется гистерезисом.

Если термоголовка, имеющая гистерезис в 2°C закрылась при температуре 24°C, то начнёт открываться она только тогда, когда температура опустится до 22°C. На рисунке 3 показан пример графика закрытия (зеленый) и открытия (красный) термостата. Как видно из графика, термостат может находиться в разных положениях при одной и той же температуре, и зависит это от того, в какую сторону у него происходило движение сильфона. Гистерезис зависит от конструктивных особенностей термоголовки, наличия трущихся деталей и точности их изготовления.

Как видно из предыдущего абзаца гистерезис как раз в основном и отвечает за точность поддержания температуры в помещении. Минимальный гистерезис приводит к минимальному разбросу температур. Термостатическая головка от компании VALTEC VT.5000 (рис.4) обладает одним из минимальных гистерезисов на Российском рынке, что позволяет ей точно поддерживать температуру воздуха, её гистерезис составляет всего 0,5°C.

Немаловажными характеристиками терморегулятора являются стойкость к давлению и перепаду давления теплоносителя. Данные параметры показывают то, насколько может измениться температура воздуха при изменении давления теплоносителя.

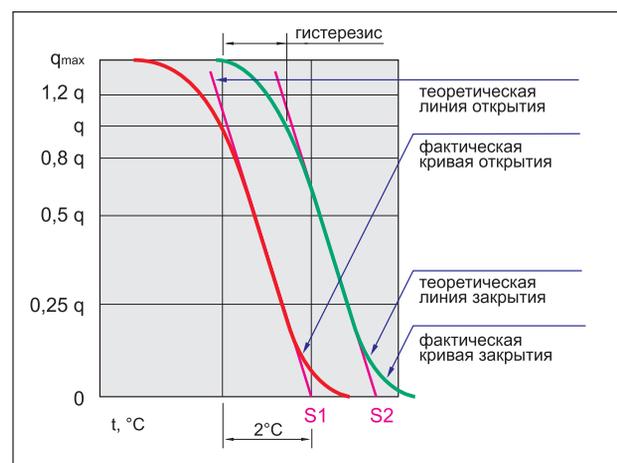


Рис.3 График закрытия и открытия термостатического элемента



Рис.4 Термостатический элемент VT.5000

Если система отопления не оснащена регуляторами перепада давления, перепускными клапанами или насосами с частотным преобразователем, то давление в такой системе неизбежно будет изменяться и влиять на работу термостатического элемента. Величина стойкости к изменению перепада давления показывает, насколько отличается поддерживаемая температура воздуха при минимальном и при максимальном перепаде давления. Термостатическим элементом, обладающим максимальной защитой от изменения давления в системе является термоголовка компании VALTEC VT.1000 (Рис.5) Данный термоэлемент за счёт твердотельного термопатрона способен выдерживать перепады давления до 100 кПа, и при этом его отклонения по температуре будут менее 0,3°C. Такой термостатический элемент рекомендуется устанавливать в тех случаях, когда система не оснащена устройствами стабилизирующими давление.

Не стоит забывать и про эстетическую сторону вопроса. Термостатический элемент должен быть компактным и красивым, чтобы радиаторный узел вписывался в интерьер помещения. Кроме того, поворот ручки должен быть легким и плавным, только в этом случае им будет приятно пользоваться. Компания VALTEC представляет новинку среди термостатических элементов – это компактная и сбалансированная термоголовка, обладающая строгими и элегантными формами VT.1500 (рис.6). Помимо этого, данный термоэлемент обладает хорошими показателями по скорости реакции, гистерезису и влиянию давления.

Кстати, термостатическая головка не единственный элемент, который способен обеспечить поддержание заданной температуры воздуха в помещении, эту функцию можно выполнить при помощи электронной системы автоматике, которая состоит из сервоприводов и термостатов. Подробнее об устройстве подобной системы отопления вы можете прочитать в статье «Создание теплового комфорта в помещении». Так уж вышло, что хорошую работу системы отопления многие люди воспринимают как отклонение от нормы. Задача инженеров и специалистов состоит не только в том, чтобы делать энерго-



Рис.5
Термостатический элемент VT.1000



Рис.6 Термостатический элемент VT.1500

эффективные и надёжные системы отопления, а еще и в том, чтобы доводить до остальных людей информацию о том, как должна работать хорошая система отопления. Только тогда эти решения будут действительно выполнять свою функцию, а не стоять для галочки.

Подробнее о технических особенностях термоэлементов, приведенных в статье, вы можете почитать на официальном сайте производителя www.valtec.ru.

Жигалов Д.В.



Создание теплового комфорта в жилых помещениях

Если человек вкладывает немалые деньги в покупку и отделку квартиры или строительство частного дома, значит стремление к комфортному проживанию ему не чуждо. Однако, не всегда это стремление подтверждается реальными конструкторскими и дизайнерскими решениями. В особенности, это касается внутренних инженерных систем.

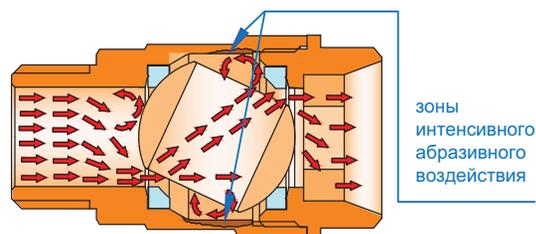
Довольно странно видеть в изысканном интерьере радиатор, подсоединенный к системе с помощью двух обычных шаровых кранов (рис. 1).

Рис. 1 Подключение радиатора с помощью шаровых кранов



То есть, ни проектировщик, ни дизайнер, ни монтажник не подсказали хозяину, что тепловой комфорт помещения тоже не свалится на него с потолка - его надо обеспечить грамотно подобранной и удобной системой терморегулирования. Шаровой кран даст возможность жильцу только полностью перекрыть отопительный прибор, так как регулировать им тепловой поток отопительного прибора нельзя. Этот запрет предписан строительными нормами и обусловлен тем, что шаровой затвор в полуоткрытом положении направляет поток теплоносителя, который может содержать нерастворимые абразивные частицы, на стенку корпуса крана, не рассчитанную на длительное абразивное воздействие (рис. 2).

Рис. 2 Направление потоков в полуоткрытом шаровом кране



Результатом может быть выход шарового крана из строя значительно раньше расчетного срока эксплуатации.

Ручные радиаторные клапаны специально разработаны для регулирования теплового потока от отопительных приборов (рис. 3).

Их вентильная головка аналогична той, что применяется в смесителях (рис. 4).

Таковыми клапанами можно добиться от радиатора требуемой в мощности. И всё бы было замечательно, если бы эта требуемая мощность была постоянной во времени. Но климатические условия за окном постоянно меняются: днём – одна температура наружного воздуха, к вечеру – другая; то квартиру прогревают солнечные лучи, то нет. Получается, что для поддержания желаемой температуры в помещении нужно время от времени подходить к радиатору и перенастраивать клапан. Вряд ли такое положение дел можно назвать «комфортом» (рис. 5).

Чтобы отопительный прибор оперативно реагировал на изменяющуюся температуру воздуха в помещении логичнее установить на радиатор термостатический клапан (рис. 6).

Кстати, требование по установке таких клапанов закреплено в п. 6.4.9. СП 60.13330.2012 «В жилых и общественных зданиях у отопительных приборов следует, как правило, устанавливать автоматические терморегуляторы. Автоматические терморегуляторы допускается не устанавливать при техническом обосновании. При применении декоративных экранов по 6.4.6 терморегуляторы должны иметь термоголовку с выносным датчиком».

Рис. 4 Радиаторный клапан ручной регулировки VT.007.LN

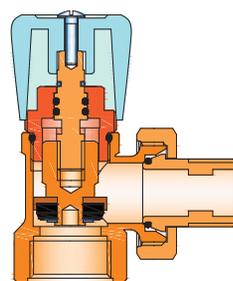


Рис. 5 Карикатура, иллюстрирующая работу с ручным радиаторным клапаном



Рис. 3 Подключение радиатора с помощью ручных радиаторных клапанов

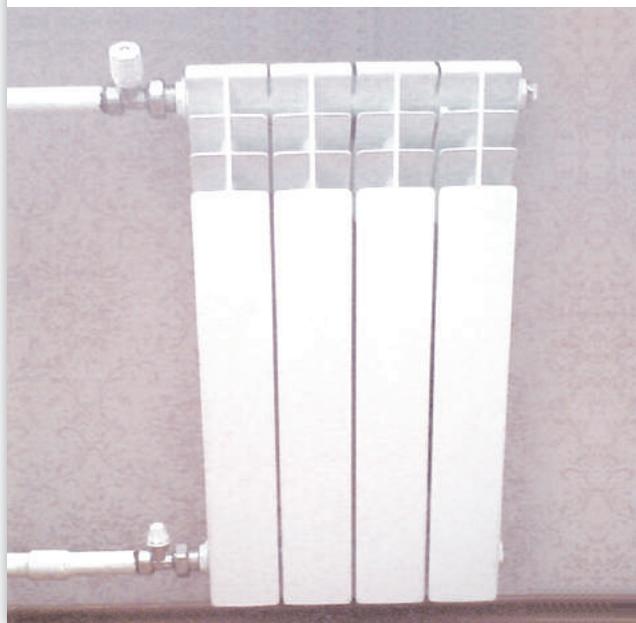
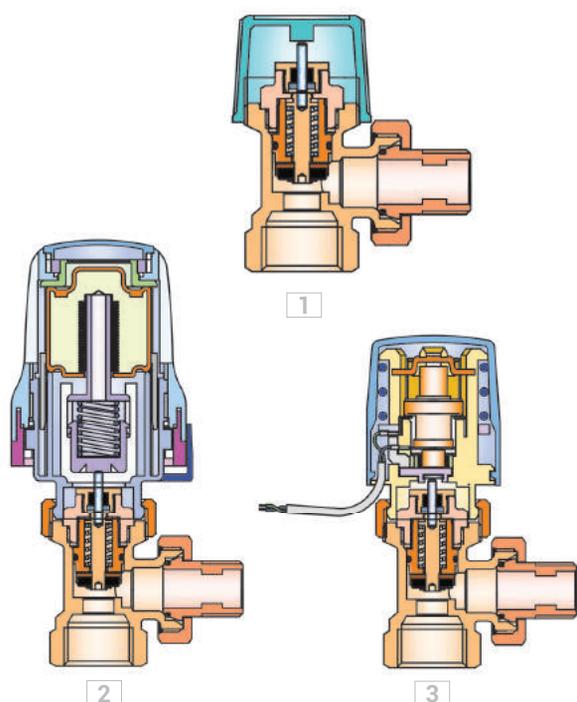


Рис. 6 Установка термостатического клапана на радиаторе



Рис. 7 Способы управления термостатическим клапаном



Термостатический клапан представляет собой запорно-регулирующую арматуру, которая может управляться тремя способами:

- вручную с помощью регулировочного колпачка (рис. 7-1);
- автоматически с помощью термоголовки (рис. 7-2);
- автоматически по команде комнатного термостата (рис. 7-3).

Управление с помощью регулировочного колпачка превращает термостатический клапан в обычный клапан ручной регулировки, поэтому его недостаток очевиден – отсутствие оперативного влияния на температуру воздуха в помещении.

Термоголовка в паре с термостатическим клапаном даёт возможность автоматизировать процесс управления теплоотдачей радиатора. Термочувствительный элемент термоголовки (газонаполненный, жидкостный или твердотельный) при изменении температуры окружающего воздуха воздействует на шток клапана, заставляя золотник перемещаться в ту или иную сторону, соответственно изменяя поток теплоносителя, поступающего в нагревательный прибор.

Здесь необходимо отметить, что прежде чем приобретать термостатический клапан, необходимо выяснить, какая система отопления используется в здании. Дело в том, что большинство предлагаемых на рынке клапанов предназначено исключительно для двухтрубных систем. У них низкая пропускная способность и в однотрубной системе такой клапан не обеспечит достаточного поступления теплоносителя.

Для однотрубных систем используются специальные клапаны повышенной пропускной способности (рис. 8).

Терморегуляторы на основе термостатического клапана и термоголовки, однако, также не лишены ряда недостатков.

Во-первых, термоголовка, как правило, расположена в зоне влияния конвективных тепловых потоков, исходящих от радиатора и подводящих трубопроводов. Соответственно, реагирует она не на изменение температуры воздуха в помещении, а на изменение температуры конвективных потоков, что в большинстве случаев совсем не одно и то же. Если, к тому же, термоголовка закрыта шторой, декоративным экраном или расположена в нише, то способность терморегулятора корректно влиять на температуру воздуха в помещении снижается ещё больше. Даже ширина подоконника существенно влияет на работу терморегулятора. Можно выйти из положения установкой термоголовкой с выносным датчиком (рис. 9), но длина её медной капиллярной трубки ограничена 2-мя метрами и прокладывать эту трубку придётся открыто, что не добавит эстетики в дизайн помещения.

Рис. 8 Термостатический клапан для однотрубной системы VT.034

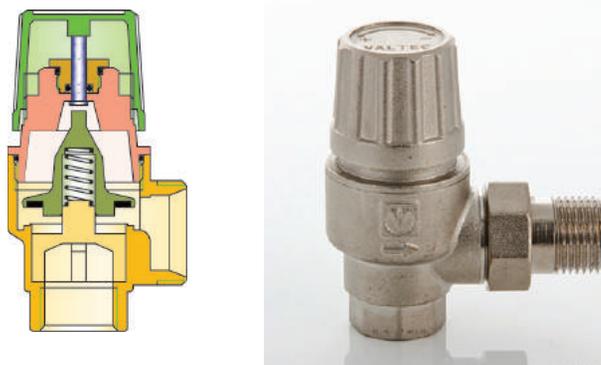


Рис. 9 Жидкостная термоголовка с выносным датчиком VT.5010



Вторым недостатком термоголовок является то, что они поддерживают уровень температуры воздуха в помещении, заданный пользователем, вне зависимости от реальных потребностей в каждый отдельно взятый момент времени. То есть, терморегулятору безразлично, дома находятся жильцы или нет, спят они или бодрствуют. Возможно, и есть щепетильные граждане, которые перед сном или перед уходом на работу перенастраивают термоголовку на пониженный температурный режим. Но в этом случае вряд ли можно назвать такое регулирование полноценно «автоматическим».

Третий существенный недостаток терморегуляторов с термоголовками заложен в самом принципе их работы. При настройке в позицию «3», соответствующую, как правило, температуре воздуха +20°C, золотник термостатического клапана поднят от седла всего на 0,22 мм (рис. 10).

Столь малое сечение проходного канала приводит к увеличению в нём скорости теплоносителя выше допустимой (1,5 м/сек), что вызывает появление шума в системе отопления. Проблема ещё больше усугубляется при загрязнённом теплоносителе.

Избежать шума в радиаторных терморегуляторах, а заодно и разместить термочувствительный элемент в удобной для пользователя зоне поможет использование комнатного термостата. Такие термостаты, управляющие системой отопления жилого помещения, прочно вошли в арсенал современной отопительной техники.

Термостат работает в паре с сервоприводом термостатического клапана (рис. 11; рис. 12), установленного на отопительном приборе или на коллекторе.

Когда температура воздуха в обслуживаемом помещении опускается ниже величины, установленной пользователем, термостат подаёт напряжение на нормально закрытый привод, и клапан открывается, пропуская теплоноситель в отопительный прибор или в петлю тёплого пола.

Как только температура воздуха достигнет значения уставки, напряжение с сервопривода снимается, и циркуляция теплоносителя прекращается до начала следующего цикла.

При работе с нормально открытым клапаном происходит обратная ситуация: при повышении температуры воздуха сверх уставки, подаётся питание на привод, который перекрывает циркуляцию теплоносителя. При этом, термостатический клапан находится либо в открытом, либо в закрытом положении, что исключает появление шума.

Рис. 10 Положение золотника клапана при настройке термоголовки в позицию «3»

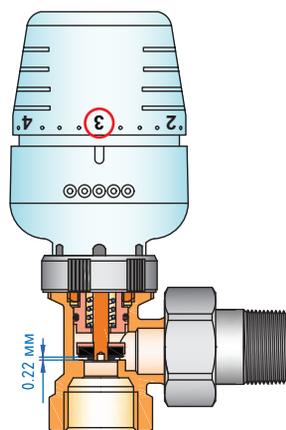


Рис. 11 Сервопривод VT.TE 3042.A



Рис. 12 Схема управления радиатором с помощью комнатного термостата

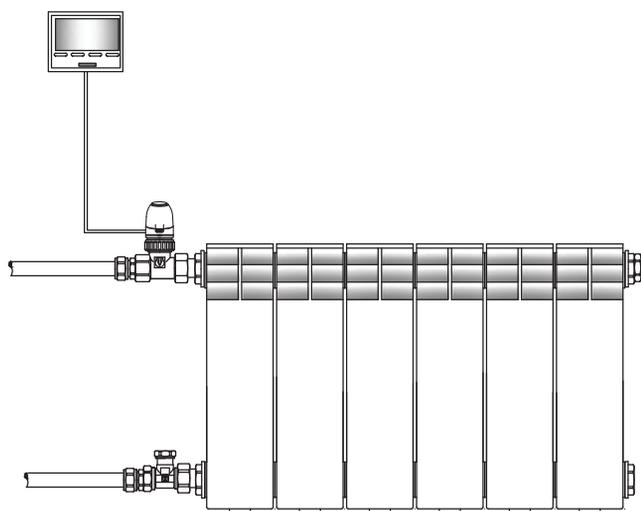


Рис. 13 Комнатные термостаты без функции программирования



VT.AC 602



VT.AC 701

Рис. 14 Хронотермостат VT.AC709



У простейших комнатных термостатов, таких как VT.AC701 и VT.AC602 (рис. 13), есть лишь две функции: измерение температуры воздуха и переключение контактов при отклонении этой температуры от заданной.

Казалось бы, всё просто. Но давайте представим реальный рабочий день обычной семьи. Утром, когда домочадцы поднимаются с постелей, завтракают и собираются на работу, учёбу и т.п., температура воздуха в помещениях должна поддерживаться на уровне 20-22°C. Затем квартира остаётся на попечение кошек и собак, и вполне достаточно, чтобы температура не опускалась ниже 14-15°C. Вечером семья возвращается домой, и до тех пор, пока все не улягутся в постель, нужно снова поддерживать 20°C. Наконец, семья уснула. Для нормального здорового сна температура воздуха в помещении не должна превышать 17°C.

Получается, что жильцу несколько раз в день придётся подходить к комнатному термостату и менять его настройку. Но даже в этом случае комфортная температура наступит не сразу. В зависимости от тепловой инерционности конструкций и использованного отопительного оборудования тепловой эффект проявится лишь через 20-30 минут, а то и позже.

Можно, конечно, ничего не регулировать, а по-старинке открывать и закрывать форточку, установив на термостате стабильные 22°C. Владельцы частных домов, коттеджей и квартир, оборудованных теплосчетчиками такому решению уже сейчас не обрадуются. Ведь платить за «открытую форточку» и нагрев «мирового пространства» им приходится из своего кармана. Тем, у кого теплосчетчики ещё не установлены, можно этот метод использовать, если им нравится бегать к форточкам и хлюпать носом от постоянных сквозняков.

Гораздо разумнее поступит тот, кто вместо обычного термостата установит электронный хронотермостат VT.AC709 (рис. 14).

В двойном выигрыше окажутся обладатели системы теплого пола. Дело в том, что кроме встроенного датчика температуры воздуха помещения, этот хронотермостат комплектуется выносным датчиком температуры теплого пола. Какой из датчиков будет рабочим, выбирает сам пользователь. То есть, регулирование может вестись либо по температуре воздуха помещения, либо по температуре поверхности теплого пола. Если задействовать оба датчика сразу, то регулирование будет вестись по температуре воздуха в помещении, а выносной датчик будет выполнять аварийную функцию. При превышении температуры пола заданной пользователем уставки, прибор разомкнёт контакт подачи напряжения на сервопривод. Такая функция важна там, где используется напольное покрытие, не допускающее перегрева (например: паркет, ламинат, ковролин).

Хронотермостат позволяет программно задавать режимы отопления в разное время рабочих суток и выходных дней. Для этого каждые сутки условно делятся на 6 периодов, время начала каждого из которых задаётся пользователем. То есть, при 5-дневной рабочей неделе надо запрограммировать 6 периодов для пяти суток (рабочих) и 2х6=12 периодов для выходных дней. Для каждого из назначенных периодов задаётся требуемая температура воздуха или пола (при назначении в качестве рабочего выносного датчика).

В любой момент времени хронотермостат позволяет вмешаться в программу и перейти на режим ручного управления. Например, кто-то пришел с работы раньше обычного. Перейдя на режим временного ручного управления, он назначает нужную температуру, и прибор будет её поддерживать до конца текущего программного периода, игнорируя программную настройку, а затем автоматически вернётся к работе по программе.

В обычных комнатных термостатах гистерезис (разницу между температурами размыкания и замыкания контактов) является фиксированной величиной и составляет, как правило, 1°C. Это значит, что при настройке термостата на требуемую температуру воздуха 20°C, подача сигнала на включение отопления произойдёт при температуре 19°C, а отключится сигнал при температуре

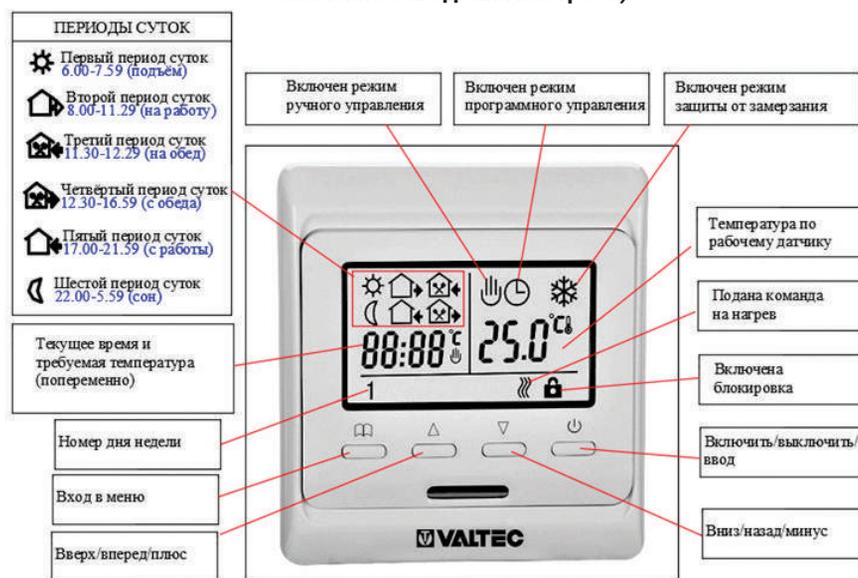
21°C. Кого-то такой перепад устраивает, а кому-то желательно поддерживать температуру более точно. Кому-то, наоборот, желательно, чтобы включение/выключение отопительного контура происходило реже. В хронотермостате **VT.AC709** гистерезис можно настраивать самостоятельно в диапазоне от 0,5 до 10°C.

Многие владельцы обычных комнатных термостатов замечают, что температура воздуха, фиксируемая термостатом, часто отличается от температуры, показываемой обычным комнатным термометром. Причин тому может быть несколько: разная температура в разных точках помещения, нагрев прибора при работе, неверная калибровка и т.п. Приходится держать в уме некую поправку, чтобы постоянно корректировать настройку на эту величину. Хронотермостат **VT.AC709** имеет режим ручной калибровки встроенного датчика в диапазоне $\pm 9,9^\circ\text{C}$. Введённая пользователем поправка, будет всегда учитываться автоматически.

Выносной датчик может использоваться не только для систем тёплых полов, он может устанавливаться на трубопровод. Посредством хронотермостата в этом случае можно программно поддерживать заданную температуру трубопровода в диапазоне от 35 до 95°C.

Программирование и управление хронотермостатом достаточно простое и осуществляется с помощью четырех кнопок (рис. 15).

Рис. 15 Информация, отображаемая на экране и назначение кнопок управления VT.AC709 (синим цветом показано значение заводских настроек)



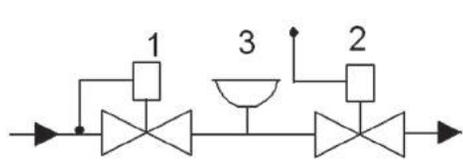
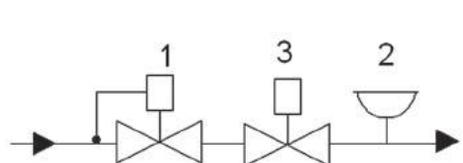
Управление температурой воздуха в помещениях с помощью хронотермостатов является наиболее экономичным, современным и удобным способом поддержания требуемого микроклимата. Подробное описание термостатов, термостатических клапанов, термоголовок и сервоприводов можно найти на сайте www.valtec.ru

Проектирование теплых полов с использованием монтажных комплектов VT.ICBOX



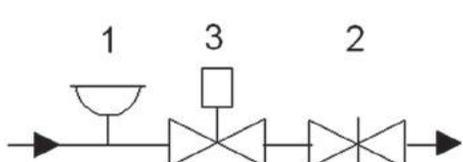
Терморегулирующие монтажные комплекты VT.ICBOX по назначению делятся на два типа :
 Первый тип - комплекты VT.ICBOX 1.0 и 2.0 (таблица 1) предназначены для создания безнасосного контура тёплого пола , состоящего из одной трубной петли длиной не более 100м, присоединенной непосредственно к высокотемпературному стояку или магистрали. Комплекты устанавливаются в конце петли и за счет встроенного терморегулятора ограничивают температуру теплоносителя на выходе из контура. Термостатический клапан, входящий в состав комплектов даёт возможность оперативно регулировать температуру воздуха в обслуживаемом помещении.

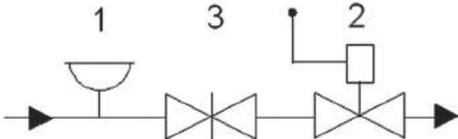
Таблица 1. Терморегулирующие монтажные комплекты VT.ICBOX 1.0 и 2.0

Внешний вид	Тепломеханическая схема	Экспликация
 <p>VT.ICBOX 1.0</p>		1-терморегулятор; 2-термостатический клапан; 3 –воздухоотводчик. Дополнительно приобретается: термоголовка с выносным датчиком VT.5010
 <p>VT.ICBOX 2.0</p>		1-терморегулятор; 2-воздухоотводчик; 3- термостатический клапан Дополнительно приобретается: термоголовка VT.5000

Второй тип - комплекты VT.ICBOX 4.0 и 5.0 (таблица 2) не имеют встроенного терморегулятора , а снабжены только термостатическим и балансировочным клапанами. Они предназначены для терморегулированием группой отопительных приборов, а также могут служить для безколлекторного подключения петель теплого пола к насосно-смесительному узлу или к низкотемпературному контуру дома.

Таблица 2. Терморегулирующие монтажные комплекты VT.ICBOX 4.0 и 5.0

Внешний вид	Тепломеханическая схема	Экспликация
 <p>VT.ICBOX 4.0</p>		1-воздухоотводчик; 2-балансировочный клапан; 3 –термостатический клапан Дополнительно приобретается: термоголовка VT.5000

Внешний вид	Тепломеханическая схема	Экспликация
 <p style="text-align: center;">VT.ICBOX 5.0</p>		<p>1- воздухоотводчик; 2- термостатический клапан; 3- балансировочный клапан. Дополнительно приобретается: термоголовка с выносным датчиком VT.5010</p>

Несмотря на кажущуюся простоту устройства терморегулирующих монтажных комплектов VT.ICBOX, корректная работа теплого пола, выполненного с их использованием во многом зависит от их правильного расчёта, выбора метода укладки петли, конструкции «пирога» пола и гидравлической увязки петли с общей системой отопления здания. Ниже приводятся рекомендации по методам расчета теплых полов с использованием монтажных комплектов, параллельно иллюстрируемые конкретным примером.

1. Расчет теплого пола с использованием VT.ICBOX 1.0 и 2.0

Выбор метода расчета и конструирования теплого пола, создаваемого с использованием монтажных комплектов VT.ICBOX 1.0 и 2.0 зависит в первую очередь от температуры теплоносителя, поступающего в петлю, обслуживаемую терморегулирующим монтажным комплектом.

1.1. Расчет при температуре поступающего теплоносителя до 60°C.

В этом случае стяжка выполняется из обычного цементно-песчаного раствора. Порядок расчета по первому методу следующий:

1.1.1. Определяется расход теплоносителя.

В качестве исходных данных принимаются: расчетная температура воздуха t_g ; температура теплоносителя на входе в петлю t_1 ; площадь помещения S .

Пример 1: Необходимо устроить теплый пол площадью 10 м². Расчетная температура воздуха 20°C. Температура теплоносителя на входе в петлю $t_1=60^\circ\text{C}$.

1.1.2. Определяется позиция настройки терморегулятора IC.BOX.

Позиция настройки определяется в зависимости от начальной температуры теплоносителя в теплом полу, при этом рекомендуется использовать *таблицу 3*.

Таблица 3. Рекомендуемая настройка терморегулятора, при температуре теплоносителя в начале петли до 60°C

Температура теплоносителя на входе в теплый пол, °C	Позиция настройки	Температура теплоносителя на выходе из петли t_2 , °C
55÷60	1	25
45÷55	2	31
Ниже 45	3	40

Пример 1: Выбирается позиция настройки «1» с температурой на выходе $t_2=25^\circ\text{C}$.

1.1.3. Определяется сумма термических сопротивлений слоёв пола над трубами:

$$\sum R = \sum \frac{\delta}{\lambda}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Где:

δ - толщина стяжки, м;

λ - коэффициент теплопроводности стяжки, Вт/м · К.

Для плиточных полов можно воспользоваться *таблицами 4 и 5*.

Таблица 4. Термические сопротивления стяжек

Тип стяжки	Термическое сопротивление R (м ² ·°C/Вт) при толщине стяжки (см)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
цементно-песчаная	0,011	0,022	0,032	0,043	0,054	0,065	0,075	0,086	0,097	0,108
цементно-перлитовая	0,033	0,067	0,1	0,133	0,167	0,2	0,233	0,267	0,3	0,333
цементно-шлаковая	0,017	0,034	0,052	0,069	0,086	0,103	0,121	0,138	0,155	0,172

Таблица 5. Термические сопротивления керамической плитки

Термическое сопротивление R (м ² °C/Вт при толщине плитки (мм))											
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015

Пример1: Слои пола над трубами: цементно-песчаный раствор толщиной 5 см (R₁=0,054 м²·°C/Вт) и керамическая плитка толщиной 8мм (R₂=0,008 м²·°C/Вт). Сумма термических сопротивлений слоёв составит ΣR=0,054+0,008=0,062 м²·°C/Вт.

1.1.4. Определяется средний температурный напор между теплоносителем и воздухом помещения.

Температурный напор определяется по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2} - t_v, \text{ } ^\circ\text{C}$$

Пример1: Температурный напор составляет:

$$\Delta t = \frac{60 + 25}{2} - 20 = 22,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Температура на выходе из петли t₂ принимается по таблице 3 (25°C) в зависимости от выбранной позиции настройки терморегулятора монтажного узла.

1.1.5. Находится средний удельный тепловой поток с поверхности теплого пола и общая тепловая мощность системы теплого пола.

Для нахождения среднего теплового потока можно воспользоваться *таблицей 6.*

Таблица 6. Средний удельный тепловой поток и средняя разница температур воздуха и пола.

ΣR м ² °C/Вт	K Вт/м ² °C	Удельный тепловой поток (Вт/м ²) и перепад температур между полом и воздухом (°C) при температурном напоре (разницей между средней температурой теплоносителя и воздуха)													
		Δt=25°C		Δt=22,5°C		Δt=20°C		Δt=17,5°C		Δt=15°C		Δt=10°C		Δt=5°C	
		q, Вт/м ²	Δtn °C	q, Вт/м ²	Δtn °C	q, Вт/м ²	Δtn °C	q, Вт/м ²	Δtn °C	q, Вт/м ²	Δtn °C	q, Вт/м ²	Δtn °C	q, Вт/м ²	Δtn °C
0,01	9,75	207	17,5	186	17,5	166	14,3	145	17,5	124	11	83	7,6	41	4
0,02	8,88	189	16,1	170	16,1	151	13,1	132	16,1	113	10,1	75	6,9	38	3,7
0,03	8,16	173	14,9	156	14,9	139	12,2	121	14,9	104	9,3	69	6,4	35	3,5
0,04	7,54	160	13,8	144	13,8	128	11,3	112	13,8	96	8,7	64	6	32	3,2
0,05	7,01	149	13	134	13	119	10,6	104	13	89	8,1	60	5,7	30	3
0,06	6,55	139	12,2	125	12,2	111	9,9	97	12,2	84	7,7	56	5,3	28	2,8
0,07	6,15	131	11,5	118	11,5	105	9,4	91	11,5	78	7,2	52	5	26	2,6
0,08	5,79	123	10,9	111	10,9	98	8,9	86	10,9	74	6,9	49	4,7	25	2,6
0,09	5,48	116	10,3	105	10,3	93	8,4	82	10,3	70	6,5	47	4,5	23	2,4
0,1	5,19	110	9,8	99	9,8	88	8	77	9,8	66	6,2	44	4,3	22	2,3
0,11	4,94	105	9,4	94	9,4	84	7,7	73	9,4	63	5,9	42	4,1	21	2,2
0,12	4,7	100	9	90	9	80	7,4	70	9	60	5,7	40	3,9	20	2,1
0,13	4,49	95	8,6	86	8,6	76	7	67	8,6	57	5,4	38	3,7	19	2
0,14	4,3	91	8,3	82	8,3	73	6,8	64	8,3	55	5,2	37	3,6	18	1,9
0,15	4,12	88	8	79	8	70	6,5	61	8	53	5,1	35	3,5	18	1,9
0,16	3,96	84	7,7	76	7,7	67	6,3	59	7,7	50	4,8	34	3,4	17	1,8
0,17	3,81	81	7,4	73	7,4	65	6,1	57	7,4	49	4,7	32	3,2	16	1,7
0,18	3,67	78	7,2	70	7,2	62	5,8	55	7,2	47	4,5	31	3,1	16	1,7
0,19	3,54	75	6,9	68	6,9	60	5,7	53	6,9	45	4,4	30	3	15	1,6
0,2	3,42	73	6,8	65	6,8	58	5,5	51	6,8	44	4,3	29	2,9	15	1,6

ΣR м2 °С/Вт	K Вт/м2 °С	Удельный тепловой поток (Вт/м2) и перепад температур между полом и воздухом (°С) при температурном напоре (разнице между средней температурой теплоносителя и воздуха)													
		Δt=25°С		Δt=22,5°С		Δt=20°С		Δt=17,5°С		Δt=15°С		Δt=10°С		Δt=5°С	
		q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С
0,21	3,3	70	6,5	63	6,5	56	5,3	49	6,5	42	4,1	28	2,8	14	1,5
0,22	3,2	68	6,4	61	6,4	54	5,1	48	6,4	41	4	27	2,7	14	1,5
0,23	3,1	66	6,2	59	6,2	53	5,1	46	6,2	40	3,9	26	2,6	13	1,4
0,24	3,01	64	6	58	6	51	4,9	45	6	38	3,7	26	2,6	13	1,4
0,25	2,92	62	5,8	56	5,8	50	4,8	43	5,8	37	3,6	25	2,6	12	1,3
0,26	2,84	60	5,7	54	5,7	48	4,6	42	5,7	36	3,6	24	2,5	12	1,3
0,27	2,76	59	5,6	53	5,6	47	4,5	41	5,6	35	3,5	23	2,4	12	1,3
0,28	2,68	57	5,4	51	5,4	46	4,4	40	5,4	34	3,4	23	2,4	11	1,2
0,29	2,61	55	5,2	50	5,2	44	4,3	39	5,2	33	3,3	22	2,3	11	1,2
0,3	2,55	54	5,1	49	5,1	43	4,2	38	5,1	33	3,3	22	2,3	11	1,2
0,31	2,48	53	5,1	47	5,1	42	4,1	37	5,1	32	3,2	21	2,2	11	1,2
0,32	2,42	51	4,9	46	4,9	41	4	36	4,9	31	3,1	21	2,2	10	1,1
0,33	2,37	50	4,8	45	4,8	40	3,9	35	4,8	30	3	20	2,1	10	1,1
0,34	2,31	49	4,7	44	4,7	39	3,8	34	4,7	29	2,9	20	2,1	10	1,1
0,35	2,26	48	4,6	43	4,6	38	3,7	34	4,6	29	2,9	19	2	10	1,1
0,36	2,21	47	4,5	42	4,5	38	3,7	33	4,5	28	2,8	19	2	9	1
0,37	2,16	46	4,4	41	4,4	37	3,6	32	4,4	28	2,8	18	1,9	9	1
0,38	2,12	45	4,4	41	4,4	36	3,6	32	4,4	27	2,7	18	1,9	9	1
0,39	2,07	44	4,3	40	4,3	35	3,5	31	4,3	26	2,6	18	1,9	9	1
0,4	2,03	43	4,2	39	4,2	35	3,5	30	4,2	26	2,6	17	1,8	9	1

Примечания к таблице 6:

1. К- коэффициент теплопередачи с учетом коэффициента теплоотдачи поверхности пола.

2. Средний тепловой поток q приведен для шага труб 15 см. При шаге труб 20 см к табличному тепловому потоку следует применять коэффициент 0,94, при шаге 10 см – 1,06.

Пример 1: По таблице 6 для значений Δt=22,5 °С и ΣR=0,062 м²·°С интерполяцией находится средний удельный тепловой поток q=124 Вт/м². Средняя температура поверхности пола - 32°С. Общая тепловая мощность системы теплого пола составит : Q=S·q=10х124=1240 Вт.

1.1.6. Определяется расход теплоносителя в контуре теплого пола:

$$m = \frac{Q}{(t_1 - t_2)c}, \text{ кг/с,}$$

где c- удельная теплоёмкость теплоносителя , Дж/кг·°С.

Пример 1: Расход теплоносителя: $m = \frac{1240}{(60 - 25) \cdot 4187} = 0,0085 \text{ кг/с.}$

1.1.7. Вычисляется скорость теплоносителя и потери давления в контуре теплого пола.

Скорость теплоносителя рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{4m}{\pi d^2 \rho} \text{ м/с,}$$

где: d-внутренний диаметр трубы теплого пола, м;

ρ – удельный вес теплоносителя кг/м³.

Пример 1: Для укладки петли теплого пола решено использовать металлополимерную трубу 16х2,0 с внутренним диаметром 12 мм. Скорость теплоносителя:

$$v = \frac{4 \cdot 0,0085}{3,14 \cdot 0,012^2 \cdot 1000} = 0,075 \text{ м/с}$$

По чертежу определяется длина петли теплого пола. Можно приблизительно определить длину трубы, исходя из площади тёплого пола, разделив площадь пола на шаг трубы с коэффициентом 1,05.

Пример 1: При шаге труб b=0,15 м длина трубы составит:

$$L = \frac{S \cdot 1,05}{b} = \frac{10 \cdot 1,05}{0,15} = 70 \text{ м.}$$

По гидравлическим таблицам находятся линейные потери давления Δp_l.

Для металлополимерных труб можно использовать данные **таблицы 7**.

Таблица 7. Гидравлические потери для МПТ

Расход кг/с	Труба D16x2,0		Труба D20x2,0	
	Δp_i , Па/м	v м/с	Δp_i , Па/м	v м/с
0,0025	3	0,03	1	0,01
0,005	7	0,04	2	0,02
0,0075	14	0,07	4	0,04
0,01	22	0,09	6	0,05
0,0125	31	0,11	8	0,06
0,015	42	0,13	11	0,07
0,0175	54	0,15	14	0,09
0,02	68	0,18	18	0,1
0,0225	82	0,2	21	0,11
0,025	98	0,22	25	0,12
0,0275	115	0,24	30	0,14
0,03	134	0,27	34	0,15
0,0325	153	0,29	39	0,16
0,035	174	0,31	45	0,17
0,0375	195	0,33	50	0,19
0,04	218	0,35	56	0,2
0,0425	242	0,38	62	0,21
0,045	267	0,4	68	0,22
0,0475	293	0,42	75	0,24
0,05	320	0,44	81	0,25
0,055	378	0,49	96	0,27
0,06	440	0,53	111	0,3

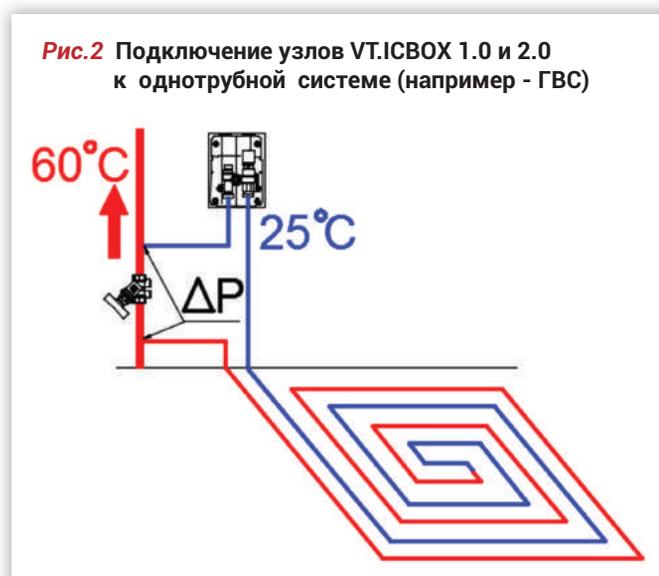
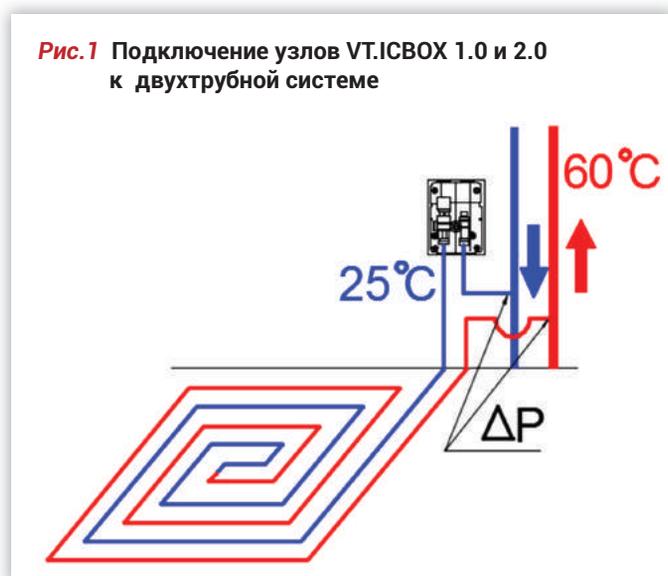
Находятся общие гидравлические потери в петле теплого пола с учетом потерь на термостатическом узле (расчетная пропускная способность $K_{vp}=0,84$ м³/час).

$$\Delta P = L \cdot \Delta p_i + \left(\frac{3,6m}{K_{vp}} \right)^2 \cdot 10^5, \text{ Па}$$

Пример 1. Для трубы D16x2,0 при расходе 0,0085 кг/с линейные потери давления составят $\Delta p_i = 17$ Па/м. Общие гидравлические потери:

$$\Delta P = 70 \cdot 17 + \left(\frac{3,6 \cdot 0,0085}{0,84} \right)^2 \cdot 10^5 = 1323 \text{ Па}$$

Полученный минимальный перепад давлений (располагаемый напор) должен быть обеспечен между точками подключения петли к стоякам или разводящим трубопроводам двухтрубной системы для нормальной работы тёплого пола (**рис. 1**). При меньшем располагаемом напоре теплый пол работать не будет. При подключении пола к стояку однотрубной системы (например к ГВС) этот же перепад давлений должен быть обеспечен на байпасе путём заужения его сечения или установкой балансировочного клапана (**рис. 2**).



На этом расчет теплого пола по методу 1.1. заканчивается.

Укладку петли следует конструировать таким образом, чтобы «горячая» труба чередовалась с «холодной». При этом желательно трубу в начале петли укладывать вне зоны постоянного пребывания людей (вдоль плинтусов, вдоль стен с оконными проемами, вдоль наружных стен). Способ укладки «улиткой» (рис 1,2) предполагает, что участки повышенной температуры располагаются по периметру помещения. Температура пола понижается к центру помещения.

1.2. Расчет при температуре поступающего теплоносителя свыше 60 °С.

В случае поступления в петлю теплого пола высокотемпературного теплоносителя следует использовать три варианта решения:

1.2.1 - часть трубы укладывается по стене с таким расчетом, чтобы на выходе трубы в пол температура теплоносителя не превышала 60°С;

1.2.2 - используется стяжка с теплоизоляционными свойствами (цементно-перлитовая; цементно-шлаковая и т.п.);

1.2.3 - трубопроводы теплого пола укладываются в изоляции.

Каждый из указанных методов предполагает проведение тщательного расчёта.

1.2.1. Расчет при укладке части петли по стене.

1.2.1.1. Рассчитывается тепловая мощность теплой стены по формуле:

$$Q_{cm} = \frac{Q(t_0 - t_1)}{(t_1 - t_2)}, \text{Вт.}$$

где t_0 – температура теплоносителя, поступающего от стояка, °С;

t_1 – температура теплоносителя на переходе в теплый пол, °С;

t_2 – температура настройки терморегулятора монтажного комплекта.

Определяется суммарная нагрузка на петлю:

$$Q_{общ} = Q_{cm} + Q, \text{Вт}$$

Пример 2 : Принимается то же помещение, что и в первом примере, только температура теплоносителя, поступающего от стояка принимается равной 85°С. Предварительные расчеты выполнены в примере 1: определена тепловая мощность пола $Q=1240$ Вт, расход теплоносителя $m=0,0085$ кг/с; температура теплоносителя на переходе к теплomu полу $t_1=60$ °С; температура настройки терморегулятора монтажного комплекта $t_2=25$ °С.

Тепловая мощность, приходящаяся на трубопроводы, уложенные в стену составит:

$$Q_{cm} = \frac{1240(85 - 60)}{(60 - 25)} = 886 \text{Вт}$$

Суммарная тепловая нагрузка на петлю :

$$Q_{общ} = 886 + 1240 = 2126, \text{Вт}$$

1.2.1.2. Длина трубы, укладываемой по стене, вычисляется по формуле:

$$L_{cm} = 1 + \frac{LN(t_1 - t_c) - LN(t_0 - t_c)}{LN(1 - A)}, \text{ где } A = \frac{kb}{cm}$$

k – коэффициент теплопередачи слоёв стены между трубой и помещением (с учётом коэффициента теплоотдачи поверхности стены); Вт/м²·°С (для штукатурки можно принимать *таблицам 8, 9 и 10*).

b – шаг труб, укладываемых по стене, м;

c – удельная теплоёмкость теплоносителя, Дж/кг К.

Для шага труб 0,15 м, начальных температур теплоносителя 90°С; 80°С и 70°С и температуре воздуха в помещении 20°С данные о длине труб теплой стены можно принимать по *таблицам 8, 9 и 10*.

Таблица 8. Длина трубы тепловой стены при начальной температуре $t_0=90^\circ\text{C}$

m, кг/с	Толщина штукатурки, см						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
	R м ² °C/Вт						
	0,011	0,017	0,023	0,029	0,034	0,04	0,046
	K Вт/м ² ·°C						
7,94	7,579	7,249	6,947	6,714	6,454	6,213	
0,0025	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,8	7
0,005	10,6	11	11,5	12	12,4	12,8	13,3
0,0075	15,5	16,2	16,9	17,6	18,2	18,9	19,6
0,01	20,4	21,3	22,3	23,2	24	24,9	25,9
0,0125	25,3	26,5	27,7	28,8	29,8	31	32,1
0,015	30,2	31,6	33	34,4	35,6	37	38,4
0,0175	35,1	36,8	38,4	40,1	41,4	43,1	44,7
0,02	40,1	41,9	43,8	45,7	47,3	49,1	51
0,0225	45	47,1	49,2	51,3	53,1	55,2	57,3
0,025	49,9	52,2	54,6	56,9	58,9	61,2	63,6
0,0275	54,8	57,4	60	62,6	64,7	67,3	69,9
0,03	59,7	62,6	65,4	68,2	70,5	73,3	76,1
0,0325	64,7	67,7	70,8	73,8	76,3	79,4	82,4
0,035	69,6	72,9	76,1	79,4	82,2	85,4	88,7
0,0375	74,5	78	81,5	85	88	91,5	95
0,04	79,4	83,2	86,9	90,7	93,8	97,5	101,3

Таблица 9. Длина трубы тепловой стены при начальной температуре $t_0=80^\circ\text{C}$

m, кг/с	Толщина штукатурки, см						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
	R м ² °C/Вт						
	0,011	0,017	0,023	0,029	0,034	0,04	0,046
	K Вт/м ² ·°C						
7,94	7,579	7,249	6,947	6,714	6,454	6,213	
0,0025	4,4	4,5	4,7	4,9	5	5,2	5,3
0,005	7,9	8,3	8,6	8,9	9,2	9,6	9,9
0,0075	11,5	12	12,5	13	13,4	13,9	14,5
0,01	15,1	15,7	16,4	17,1	17,7	18,3	19
0,0125	18,6	19,5	20,3	21,2	21,9	22,7	23,6
0,015	22,2	23,2	24,2	25,2	26,1	27,1	28,1
0,0175	25,7	26,9	28,1	29,3	30,3	31,5	32,7
0,02	29,3	30,7	32	33,4	34,5	35,9	37,2
0,0225	32,9	34,4	35,9	37,5	38,7	40,3	41,8
0,025	36,4	38,1	39,8	41,5	42,9	44,6	46,3
0,0275	40	41,9	43,7	45,6	47,2	49	50,9
0,03	43,6	45,6	47,6	49,7	51,4	53,4	55,4
0,0325	47,1	49,3	51,5	53,7	55,6	57,8	60
0,035	50,7	53,1	55,4	57,8	59,8	62,2	64,6
0,0375	54,3	56,8	59,3	61,9	64	66,6	69,1
0,04	57,8	60,5	63,2	66	68,2	70,9	73,7
0,0425	61,4	64,3	67,2	70	72,4	75,3	78,2
0,045	64,9	68	71,1	74,1	76,7	79,7	82,8
0,0475	68,5	71,7	75	78,2	80,9	84,1	87,3
0,05	72,1	75,5	78,9	82,3	85,1	88,5	91,9
0,055	79,2	82,9	86,7	90,4	93,5	97,2	101
0,06	86,3	90,4	94,5	98,5	101,9	106	110,1

Таблица 10. Длина трубы теплой стены при начальной температуре $t_0=70^\circ\text{C}$

m, кг/с	Толщина штукатурки, см						
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
	R м ² °C/Вт						
	0,011	0,017	0,023	0,029	0,034	0,04	0,046
	K Вт/м ² ·°C						
7,94	7,579	7,249	6,947	6,714	6,454	6,213	
0,0025	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4
0,005	4,8	5	5,2	5,4	5,5	5,7	5,9
0,0075	6,8	7,1	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4
0,01	8,7	9,1	9,5	9,9	10,2	10,5	10,9
0,0125	10,7	11,2	11,6	12,1	12,5	13	13,4
0,015	12,7	13,2	13,8	14,3	14,8	15,4	15,9
0,0175	14,6	15,3	15,9	16,6	17,1	17,8	18,4
0,02	16,6	17,3	18,1	18,8	19,4	20,2	20,9
0,0225	18,5	19,4	20,2	21,1	21,8	22,6	23,4
0,025	20,5	21,4	22,4	23,3	24,1	25	26
0,0275	22,5	23,5	24,5	25,5	26,4	27,4	28,5
0,03	24,4	25,5	26,7	27,8	28,7	29,8	31
0,0325	26,4	27,6	28,8	30	31	32,3	33,5
0,035	28,3	29,7	31	32,3	33,4	34,7	36
0,0375	30,3	31,7	33,1	34,5	35,7	37,1	38,5
0,04	32,3	33,8	35,3	36,8	38	39,5	41
0,0425	34,2	35,8	37,4	39	40,3	41,9	43,5
0,045	36,2	37,9	39,6	41,2	42,6	44,3	46
0,0475	38,2	39,9	41,7	43,5	45	46,7	48,5
0,05	40,1	42	43,9	45,7	47,3	49,1	51
0,055	44	46,1	48,1	50,2	51,9	54	56
0,06	48	50,2	52,4	54,7	56,6	58,8	61

Примечание к таблицам 8,9 и 10:

При шаге труб 0,1 м к результату применяется коэффициент 1,5; при шаге труб 20 см – коэффициент 0,75

Пример 2: Толщина слоя штукатурного раствора перед трубой теплой стены принимается 2см; шаг труб 15 см. По таблице У находим коэффициент теплопередачи $k=7,249 \text{ Вт/м}^2\cdot^\circ\text{C}$.

Определяем длину трубы теплой стены, достаточную для остывания теплоносителя с 85°C до 60°C :

$$L_{cm} = 1 + \frac{LN(t_1 - t_e) - LN(t_0 - t_e)}{LN(1 - A)} = 1 + \frac{LN(60 - 20) - LN(85 - 20)}{LN\left(1 - \frac{7,249 \cdot 0,15}{4187 \cdot 0,0085}\right)} = 16 \text{ м}$$

1.2.1.3. Определяются общие гидравлические потери в петле.

Пример 2: При величине $\Delta p_i=17 \text{ Па/м}$ потери давления в трубе теплой стены составят:

$$\Delta p_{cm} = 17 \cdot 16 = 272 \text{ Па.}$$

Общие гидравлические потери: $\Delta p_{общ} = 272 + 1323 = 1595 \text{ Па.}$

На этом расчет заканчивается. Конструктивно решение с использованием теплой стены будет выглядеть так, как представлено на **рис.3**. Температура теплоносителя в петле будет снижаться в стене до 60°C , и в полу до 25°C , как показано на **рис. 4**.

Рис.3 Использование теплой стены для снижения температуры теплоносителя

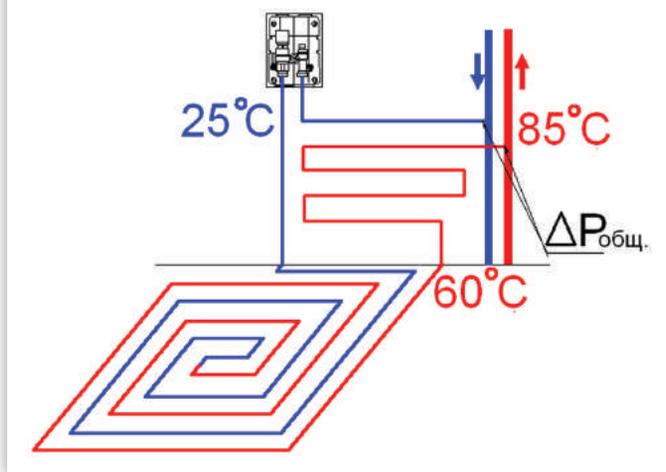
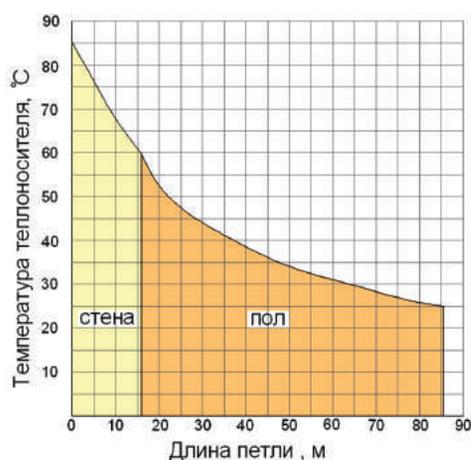


Рис.4 График снижения температуры теплоносителя в примере 2.



1.2.2. и 1.2.3. Расчет при использовании теплоизолирующей стяжки или трубной изоляции

Расчет при этом методе мало чем отличается от расчета по методу 1.1. (при температуре поступающего теплоносителя до 60°C). Однако, при этом рекомендуется придерживаться следующих правил:

- суммарное термическое сопротивление слоёв пола над трубами теплого пола (включая слой трубной изоляции) не должно быть ниже приведенных в [таблице 11](#).

- терморегулятор монтажного узла рекомендуется устанавливать в позицию 3 (40°C).

Термические сопротивления утепляющих стяжек и керамической плитки можно принимать по [таблицам 4 и 5](#). Термическое сопротивление трубной изоляции рекомендуется принимать по [таблице 12](#).

Таблица 11. Минимальные термические сопротивления слоёв пола над трубами

Начальная температура теплоносителя, °C	Минимальное термическое сопротивление, ΣR , м ² °C/Вт
90	0,3
85	0,275
80	0,25
75	0,225
70	0,2
65	0,175

Таблица 12. Термические сопротивления трубной изоляции.

Тип изоляции	Термическое сопротивление R м ² °C/Вт при толщине в мм												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вспененный полиэтилен	0,091	0,121	0,152	0,182	0,212	0,242	0,273	0,303	0,333	0,364	0,394	0,424	0,455
Вспененный каучук	0,079	0,105	0,132	0,158	0,184	0,211	0,237	0,263	0,289	0,316	0,342	0,368	0,395

Для определения среднего удельного теплового потока можно воспользоваться [таблицей 13](#) (стр.11). ▶

Таблица 13. Средний удельный тепловой поток и средняя разница температур воздуха и пола.

ΣR м2 °С/Вт	K Вт/м2 °С	Удельный тепловой поток (Вт/м2) и перепад температур между полом и воздухом (°С) при температурном напоре (разницей между средней температурой теплоносителя и воздуха)									
		Δt=50°С		Δt=45°С		Δt=40°С		Δt=35°С		Δt=30°С	
		q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С	q, Вт/м2	Δtn °С
		0,15	4,12	206	17,4	185	15,8	165	14,2	144	12,6
0,16	3,96	198	16,8	178	15,2	158	13,7	139	12,2	119	10,6
0,17	3,81	191	16,3	171	14,7	152	13,2	133	11,7	114	10,2
0,18	3,67	184	15,7	165	14,2	147	12,8	128	11,3	110	9,8
0,19	3,54	177	15,2	159	13,8	142	12,4	124	11	106	9,5
0,2	3,42	171	14,7	154	13,4	137	12	120	10,6	103	9,3
0,21	3,3	165	14,2	149	13	132	11,6	116	10,3	99	8,9
0,22	3,2	160	13,8	144	12,6	128	11,3	112	10	96	8,7
0,23	3,1	155	13,4	140	12,3	124	11	109	9,8	93	8,4
0,24	3,01	151	13,1	135	11,9	120	10,6	105	9,4	90	8,2
0,25	2,92	146	12,7	131	11,5	117	10,4	102	9,2	88	8
0,26	2,84	142	12,4	128	11,3	114	10,2	99	8,9	85	7,8
0,27	2,76	138	12,1	124	11	110	9,8	97	8,8	83	7,6
0,28	2,68	134	11,8	121	10,7	107	9,6	94	8,5	80	7,4
0,29	2,61	131	11,5	117	10,4	104	9,3	91	8,3	78	7,2
0,3	2,55	128	11,3	115	10,2	102	9,2	89	8,1	77	7,1
0,31	2,48	124	11	112	10	99	8,9	87	7,9	74	6,9
0,32	2,42	121	10,7	109	9,8	97	8,8	85	7,8	73	6,8
0,33	2,37	119	10,6	107	9,6	95	8,6	83	7,6	71	6,6
0,34	2,31	116	10,3	104	9,3	92	8,4	81	7,4	69	6,4
0,35	2,26	113	10,1	102	9,2	90	8,2	79	7,3	68	6,4
0,36	2,21	111	9,9	99	8,9	88	8	77	7,1	66	6,2
0,37	2,16	108	9,7	97	8,8	86	7,9	76	7	65	6,1
0,38	2,12	106	9,5	95	8,6	85	7,8	74	6,9	64	6
0,39	2,07	104	9,3	93	8,4	83	7,6	72	6,7	62	5,8
0,4	2,03	102	9,2	91	8,3	81	7,4	71	6,6	61	5,8

Примечания к таблице 13:

1. К- коэффициент теплопередачи с учетом коэффициента теплоотдачи поверхности пола.

2. Средний тепловой поток q приведён для шага труб 15 см. При шаге труб 20см к табличному тепловому потоку следует применять коэффициент 0,94, при шаге 10 см – 1,06.

Пример 3. Необходимо устроить теплый пол площадью S=10 м². Расчетная температура воздуха t_в=20°С. Температура теплоносителя на входе в петлю t₁=85°С.

По таблице 11 выбирается позиция настройки терморегулятора «3», соответствующая температуре теплоносителя t₂=40°С.

Конструкция тёплого пола принимается следующей: трубная изоляция из вспененного полиэтилена толщиной 6 мм (R1=0,182 м² °С/Вт); стяжка из цементно-шлакового раствора толщиной 6 см (R2=0,106 м² °С/Вт); плитка керамическая толщиной 10 мм (R3=0,01 м² °С/Вт). Суммарное термическое сопротивление ΣR=0,298 м² °С/Вт. Разница между средней температурой теплоносителя и воздуха (температурный напор):

$$\Delta t = \frac{85 + 40}{2} - 20 = 42,5^{\circ}\text{C}$$

По таблице 13 определяется средний удельный тепловой поток q=108 Вт/м². Средняя температура пола t_п=29,5°С. Общая тепловая мощность теплого пола Q=10·108=1080 Вт.

Длина петли L=70м. Расход теплоносителя:

$$m = \frac{1050}{(85 - 40) \cdot 4187} = 0,0056 \text{ кг/с}$$

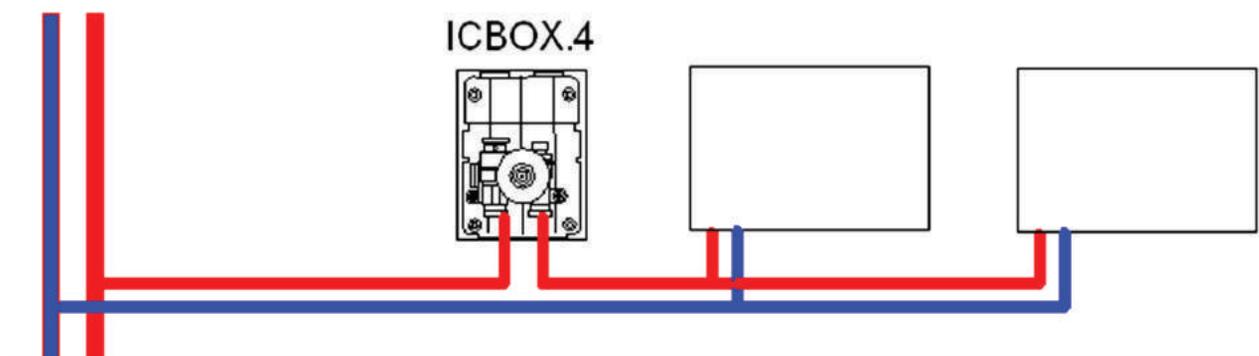
Погонные гидравлические потери $\Delta p_i = 9 \text{ Па/м}$

Общие гидравлические потери: $\Delta P = 70 \cdot 9 + \left(\frac{3,6 \cdot 0,0056}{0,84} \right)^2 \cdot 10^5 = 688 \text{ Па}$.

Таким образом, правильно подобрав конструкцию «пирога» тёплого пола, можно получить эффективную систему встроенного обогрева с требуемыми параметрами по тепловой мощности и по температуре поверхности пола.

2. Устройство теплого пола с использованием комплектов VT.ICBOX 4.0 и 5.0

Рис.5 Терморегулирование несколькими отопительными приборами



Несмотря на то, что основное назначение монтажных комплектов VT.ICBOX 4.0 и 5.0 –терморегулирование несколькими отопительными приборами (см. рис.5), эти комплекты могут использоваться для устройства теплых полов, успешно заменяя собой традиционные коллекторные блоки с термостатическими клапанами.

Такое решение может существенно снизить затраты на устройство системы тёплого пола. Для наглядности сравним две схемы.

На рис.6 представлена широко распространённая схема, в которой насосно- смесительный узел подключён к коллекторному блоку, оснащённому термостатическими клапанами. Для терморегуляции по помещениям, каждый термостатический клапан коллекторного блока управляется электротермическим сервоприводом, работающим по команде от комнатного термостата, тем самым поддерживая заданную температуру в обслуживаемом помещении.

На рис.7. те же помещения оснащены терморегулирующими монтажными комплектами VT.ICBOX 4.0, термостатические клапаны которых управляются термостатическими головками VT.5000. От насосно-смесительного узла вдоль помещений идёт единая магистраль, от которой запитываются петли теплого пола каждого помещения. Гидравлическая балансировка петель осуществляется балансировочными клапанами, входящими в состав монтажного комплекта. Комплекты устанавливаются на входе петель в помещение.

Рис.6 Теплый пол с использованием коллекторного блока

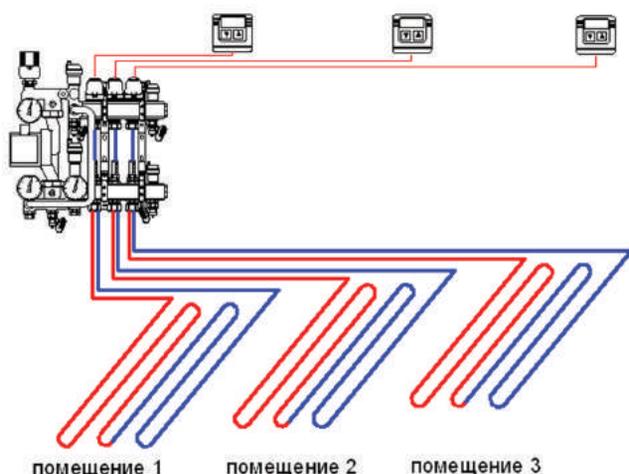
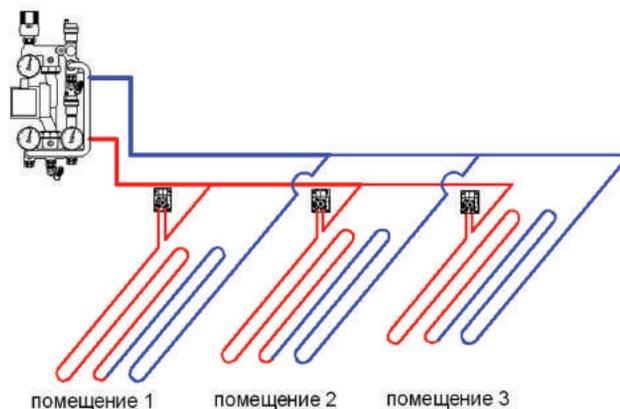


Рис.7 Теплый пол с использованием комплекта VT.ICBOX 4.0



Сравнение стоимости оборудования (по состоянию на декабрь 2016 года) по предложенным вариантам приведено в *таблице 14*.

Таблица 13. Сравнение стоимости вариантов

С коллекторным блоком				С монтажными блоками			
Изделие	К-во	Цена, руб	Стоимость, руб	Изделие	К-во	Цена, руб	Стоимость, руб
Насосно-смесительный узел COMBI	1 шт.	19 539	19 539	Насосно-смесительный узел COMBI	1 шт.	19 539	19 539
Коллекторный блок VT.596	1 к-т	7 321	7 321	Монтажный блок VT.ICBOX 4.0	3 шт.	4 230	12 690
Сервопривод VT.ТЕ3041А	3 шт	2 862	8 586	Термоголовка VT.5000	3 шт.	900	2700
Термостат комнатный VT.AC701	3 шт	3 322	9 966				
ИТОГО			45 412				34929

Кроме экономии стоимости оборудования на 30%, исчезает необходимость прокладки кабелей от термостатов к сервоприводам и уменьшается размер шкафа под смесительный узел. При централизованном приготовлении теплоносителя для тёплого пола потребность в коллекторном шкафу полностью исключается.

Грамотное использование терморегулирующих монтажных комплектов VT.ICBOX, как мы видим, позволяет сделать устройство тёплых полов в помещениях дешевле по затратам и проще в монтаже.

Поляков В.И.

Технология монтажа водяного теплого пола

В статье рассмотрены практические вопросы монтажа теплых полов и наиболее распространенные гидравлические схемы, от самых простых до более сложных, позволяющие добиться максимального комфорта в помещении. Представленные варианты схем реализованы на базе оборудования торговой марки VALTEC.

Наиболее распространенным способом реализации систем напольного отопления являются монолитные полы, выполненные так называемым «мокрым» методом из цементно-песчаного раствора или бетона. Конструкция такого пола представлена на *рис. 1*.

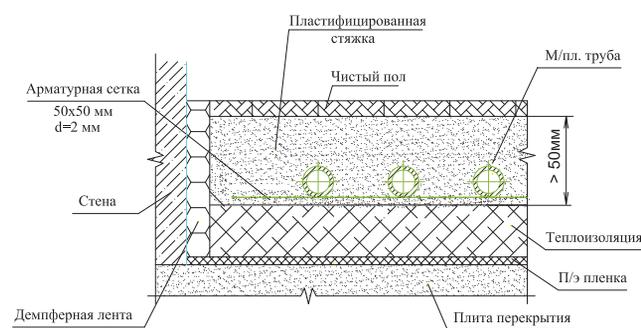


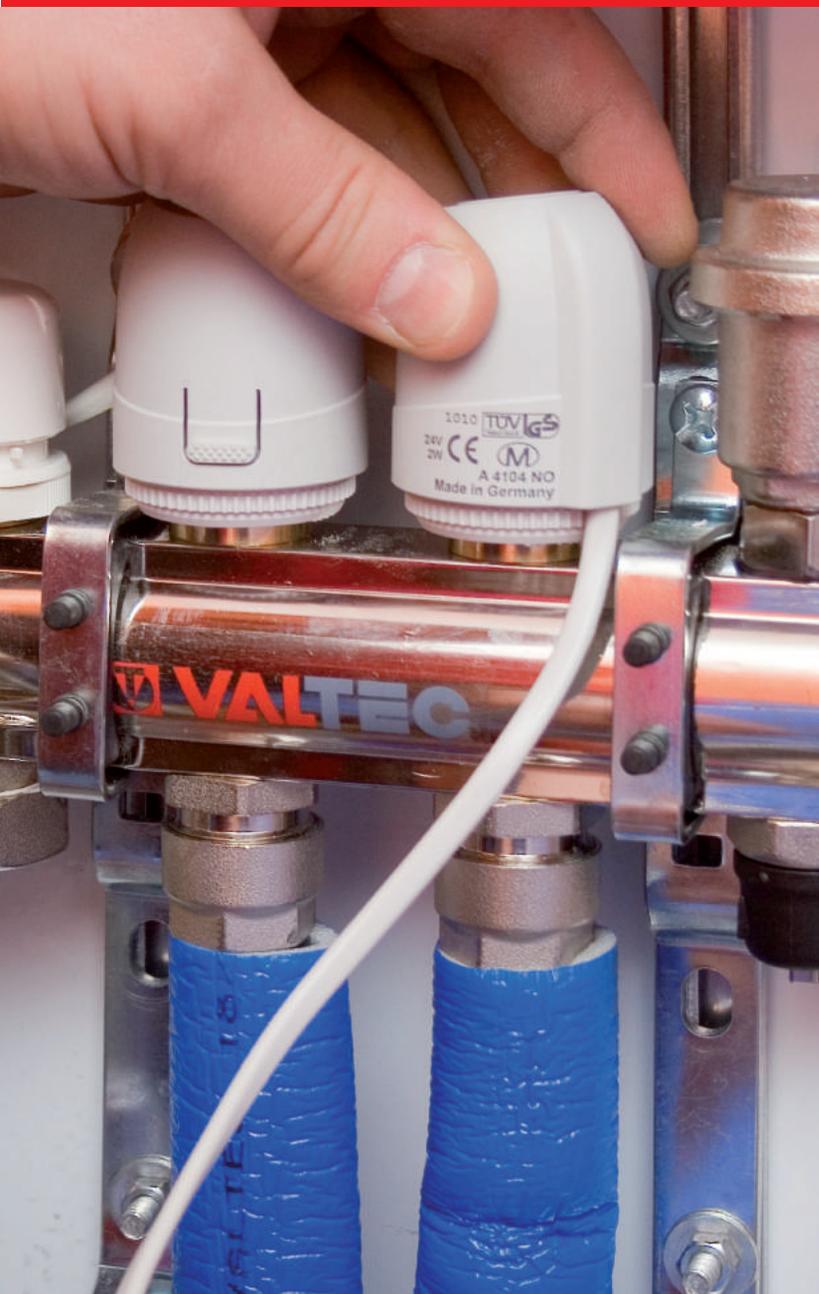
рис. 1 Конструкция теплого пола

Монтаж системы теплых полов начинается с подготовки поверхности. Поверхность должна быть выровнена, неровности по площади не должны превышать ± 5 мм. При необходимости поверхность выравнивается дополнительной стяжкой. Нарушение этого требования может привести к «завоздушиванию» труб.

После выравнивания поверхности необходимо вдоль стен или перегородок уложить демпферную ленту толщиной не менее 5 мм для компенсации теплового расширения монолита теплого пола. Лента должна быть уложена вдоль всех стен и перегородок, обрамляющих помещение, стоек, дверных коробок, колонн, отводов и т.п. Лента должна выступать над запланированной высотой конструкции пола минимум на 20 мм. В дальнейшем она будет закрыта плинтусом.

После установки демпферной ленты на перекрытие укладывается полиэтиленовая пленка для защиты от протекания цементного молока из раствора и слой теплоизоляции для предотвращения утечки тепла в нижележащие помещения. В качестве теплоизоляции используются вспененные материалы (полистирол, полиэтилен и т.п.) или фольгированные теплоизоляционные материалы. Важно, чтобы фольгированные теплоизоляционные материалы имели защитную пленку на алюминии. В противном случае, щелочная среда бетонной стяжки разрушает фольгированный слой в течение 3–5 недель.

Для придания прочности цементно-песчаной стяжки укладывается армирующая сетка. Раскладка труб осуществляется с определенным



шагом и в нужной конфигурации, заданной проектом. При этом рекомендуется подающий трубопровод укладывать ближе к наружным стенам. Существует несколько способов укладки петель теплого пола.

При укладке «одиночный змеевик» (рис.2) распределение температуры поверхности пола неравномерное.

При укладке «улиткой» (рис.3), трубы с противоположными направлениями потоков чередуются, причем наиболее горячий участок трубы соседствует с наиболее холодным. Это приводит к более равномерному распределению температуры по поверхности пола.

Укладка трубы производится по разметке, нанесенной на теплоизоляцию. Трубы крепятся якорными скобами через 0,3 - 0,5 м, либо удерживаются специальными выступами теплоизоляционных матов. Шаг укладки определяется расчетом и лежит в пределах от 10 до 30 см. Шаг труб не должен превышать 30 см, в противном случае возникнет неравномерный нагрев поверхности пола с появлением теплых и холодных полос. Для удобства расчета расхода трубы в зависимости от шага трубы и площади помещения можно воспользоваться [таблицей 1](#).

Области вблизи наружных стен здания называют «граничными зонами». Здесь рекомендуется уменьшать шаг укладки трубы, для того, чтобы компенсировать потери тепла через наружные ограждающие конструкции. Длину одного контура (петли) теплого пола не рекомендуется принимать более 100–120 м. Предпочтительно, чтобы потери давления в петле не превышали 20 кПа. После раскладки петель, непосредственно перед заливкой стяжки, производится опрессовка системы давлением, в 1.5 раза превышающем рабочее, но не менее 0.6 МПа (п. 5.25 СП 41-102-98).

При заливке цементно-песчаной стяжки труба должна находиться под давлением воды 0,3 МПа при комнатной температуре. Минимальная высота заливки над поверхностью трубы должна быть не менее 3 см (максимальная рекомендуемая высота, по европейским нормам - 7 см). Цементно-песчаная смесь должна быть не ниже марки 150 на цементе марки не ниже 400 с пластификатором. При заливке стяжки рекомендуется использовать виброрейку для удаления воздушных пузырьков. При длине монолитной плиты более 8 м или площади больше 40 м² необходимо предусмотреть деформационные швы толщиной не менее 5 мм, для компенсации теплового расширения монолита. При прохождении труб через швы они должны иметь защитную оболочку длиной не менее 1 м.

Пуск системы теплого пола осуществляется только после полного высыхания стяжки (примерно 4 дня на 1 см толщины стяжки). Температура воды при пуске системы должна быть комнатной. После пуска системы следует ежедневно увеличивать температуру подаваемой воды на 5°C до расчетной рабочей температуры.

Среднюю температуру поверхности пола, согласно

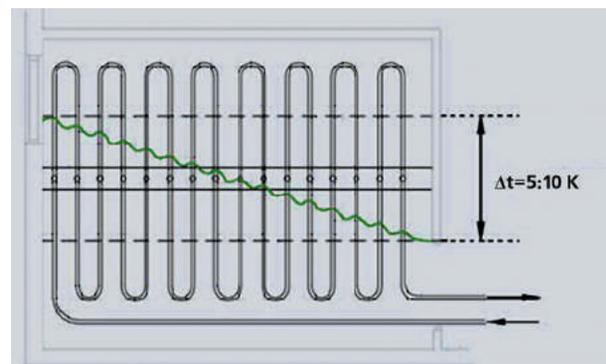


Рис.2 Укладка петель теплого пола «одиночным змеевиком»

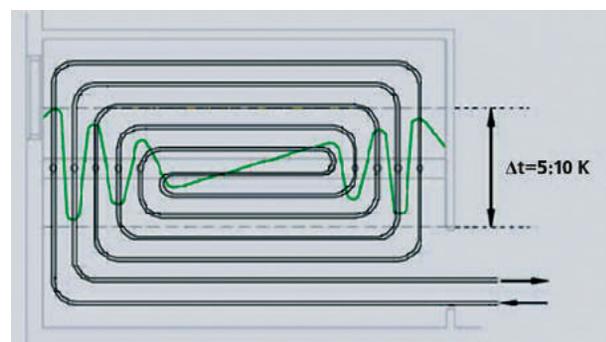


Рис.3 Укладка петель теплого пола «улиткой»

Шаг	Расход трубы на 1м ² , мп
100	10
150	6,7
200	5
250	4
300	3,4

Таблица 1. Расход трубы теплого пола в зависимости от площади помещения

п. 6.4.8 СП 60.13330.2012, рекомендуется принимать не выше:

- 26°C для помещений с постоянным пребыванием людей
 - 31°C для помещений с временным пребыванием людей и обходных дорожек плавательных бассейнов
- Температура пола по оси нагревательного элемента должна быть не более 35°C.

Согласно СП 41-102-98 перепад температуры на отдельных участках пола не должен превышать 10°C (оптимально 5°C).

Далее будут приведены основные схемы для монтажа теплого пола. Схема №1 решена с использованием терморегулирующего монтажного комплекта VT.ICBOX, и позволяет автоматически поддерживать требуемую температуру в помещении.

Схема №1 на базе терморегулирующего монтажного комплекта VT.ICBOX

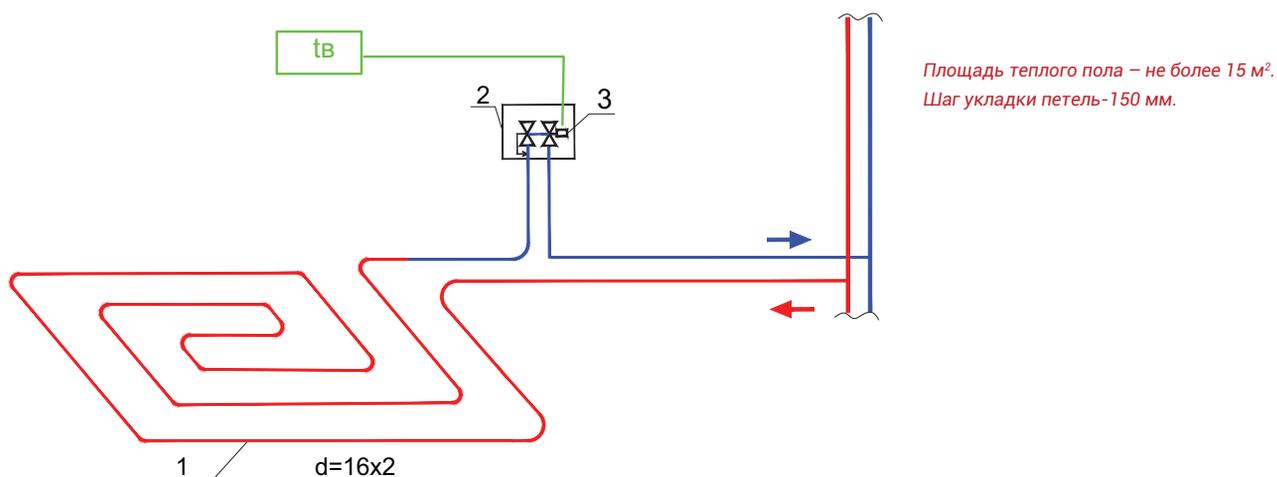


Таблица 2. Спецификация материалов «теплого пола» для схемы №1 (площадь пола 15м²)

№ поз.	Наименование	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб
1	Труба металлополимерная VALTEC PEX-AL-PEX d=16x2	100 м.п.	63 руб./м.п.	6 300
2	Терморегулирующий монтажный комплект VT.ICBOX 1.0	1 шт.	6886	6 886
3	Термостатическая головка с выносным настенным датчиком, VT.5010	1 шт.	1679	1 679
4	Лента демпферная (рулон 25м.)	16 м. (1 рулон)	259 руб./рулон	259
5	Рулонная теплоизоляция VT.HS.FP (рулон 30м ²)	15 м ² (1 рулон)	1620 Руб./рулон	1 620
6	Монтажный комплект (соединители и пр.)	1 к-т.		1 000
	Итого			17 744

* стоимость цементно-песчаной стяжки с пластификатором спецификацией не учтена.

Такая схема используется при теплоносителе в подающем трубопроводе с температурой до 60°C. При более высоких температурах теплоносителя необходимо применять специальные технические решения (частичное использование «теплой стены»; применение поризованных стяжек, теплоизоляция труб). К преимуществам данной схемы относится ее простота и экономичность. Её рекомендуется использовать при укладке теплого пола в небольших помещениях, учитывая, что один монтажный узел VT.ICBOX может обслужить только одну петлю теплого пола протяженностью не более 100 м. Коллектор и насосно-смесительный узел для такой схемы не требуются.

Регулирование температуры теплоносителя в контуре теплого пола осуществляется встроенным терморегулятором, входящим в состав узла VT.ICBOX. При повышении температуры теплоносителя выше

установленного значения, терморегулятор уменьшает расход, тем самым снижая температуру пола. Для устройства теплого пола выпускаются монтажные комплекты VT.ICBOX 1.0 и VT.ICBOX 2.0. Автоматическое поддержание температуры в помещении в узле VT.ICBOX -1.0 осуществляется при помощи сервопривода или термостатической головки с выносным термочувствительным элементом, а в узле VT.ICBOX- 2.0. - только при помощи термоголовки.

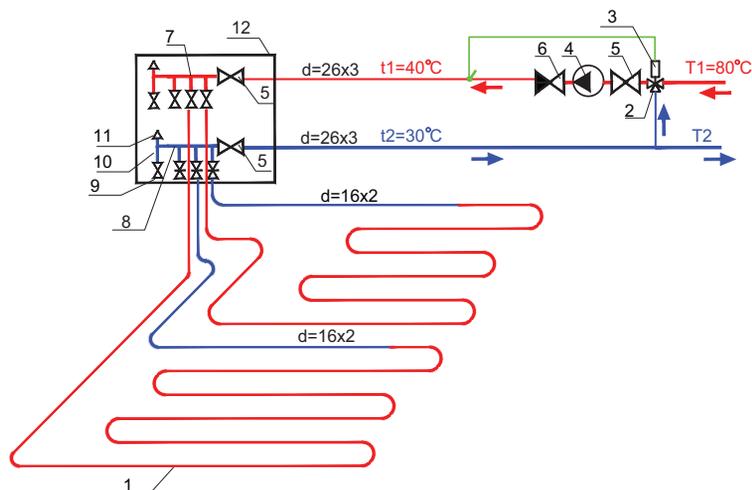
Недостатком систем с узлами VT.ICBOX, при подключении их к высокотемпературной системе отопления, является неравномерность распределения температуры теплоносителя по длине трубы, что приводит к существенным перепадам температуры пола над соседними трубами. Поэтому, при использовании теплого пола на базе комплектов VT.ICBOX, рекомендуется:

- в качестве финишного покрытие пола использовать материалы, стойкие к высоким температурам, например - керамическую плитку;
- использовать толщину стяжки не менее 50 мм над трубой, что исключит скачкообразное колебание температур на поверхности пола.

Чем больше толщина стяжки, тем меньше перепад температур пола между соседними трубами;

- укладывать трубы «улиткой». В этом случае «горячие» трубы равномерно чередуются с «холодными», что позволит избежать наличия перегретых участков пола.

Схема №2 на базе трехходового смесительного клапана VT.MR01, с насосом в контуре теплого пола.



Для схем №2- №5 принято:

- площадь пола - 100м²
- Количество петель - 10 шт.
- Шаг укладки петель- 200 мм
- Количество обслуживаемых комнат - 3

Примечание: Количество петель показано условно.

Таблица 3. Спецификация материалов «теплого пола» для схемы №2 (на 100 м² пола)

№ поз.	Наименование	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб
1	Труба металлополимерная VALTEC PEX-AL-PEX d=16x2	500 м.п.	63 руб/м.п.	31500
2	Трехходовой смесительный клапан VT.MR01	1 шт.	3319	3319
3	Термоголовка с погружным датчиком VT.5011	1 шт.	2860	2860
4	Насос циркуляционный VALTEC VRS 25/6	1 шт.	3628	3628
5	Кран шаровой VT.217.N, 1"	3 шт.	541	1623
6	Клапан обратный VT.161.N, 1"	1 шт.	390	390
7	Коллектор с отсекающими кранами VTc.580.N, 1" x 2 вых.	5 шт.	701	3505
8	Коллектор с регулирующими вентилями VTc.560.N, 1" x 2 вых.	5 шт.	949	4745
9	Кран дренажный VT.430.N, 1/2"	2 шт.	267	534
10	Тройник коллекторный VTc.530.N 1"x1/2"x1/2"	2 шт.	199	398
11	Воздухоотводчик автоматический VT.502.NH, 1/2"	2 шт.	308	616
12	Шкаф коллекторный ШРНГ-3 VTc.541.D.03	1 шт.	2582	2582
13	Лента демпферная (рулон 25м.)	50 м (2 рулона)	259 руб/рулон	518
14	Рулонная теплоизоляция VT.HS.FP (рулон 30м ²)	100 м ² (4 рулона)	1620 руб/рулон	6480
15	Монтажный комплект (соединители и пр.)	1 к-т.		5000
	Итого			67 698

* стоимость цементно-песчаной стяжки с пластификатором спецификацией не учтена.

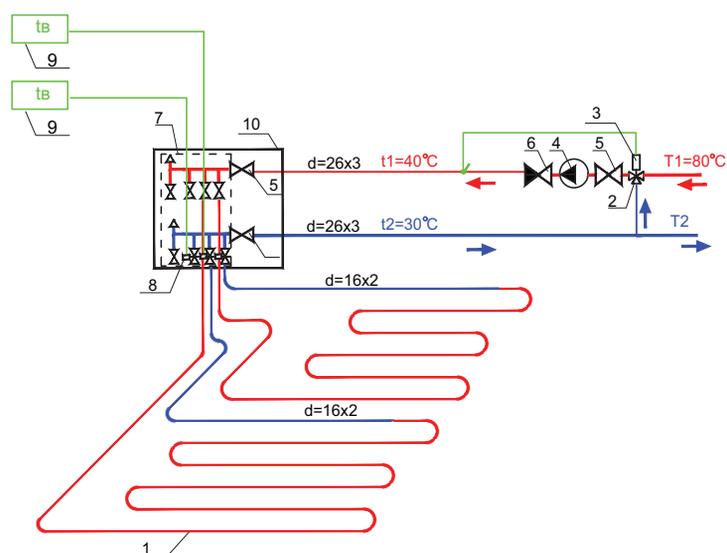
В схеме №2 приготовление теплоносителя с пониженными температурными параметрами осуществляется при помощи трехходового смесительного клапана VT.MR01 (поз.2), управляемого посредством термоголовки с выносным датчиком (поз.3) или сервоприводом, работающим под управлением контроллера. Циркуляцию теплоносителя в контуре теплого пола обеспечивает циркуляционный насос (поз.4). При снижении температуры теплоносителя в контуре теплого пола ниже установленного значения,

клапан пропускает в контур теплого пола требуемую порцию высокотемпературного теплоносителя. Балансировка петель между собой осуществляется регулировочными вентилями, входящими в состав обратного коллектора (поз.8).

Схема является достаточно простой и работоспособной. Регулирование теплоотдачи теплого пола осуществляется настройкой термоголовки или сервоприводом. Автоматическое поддержание температуры в каждом отдельном помещении отсутствует.

Теперь рассмотрим, как изменится стоимость материалов, если требуется автоматически поддерживать температуру воздуха в каждом помещении (схема №3).

Схема №3 на базе трехходового смесительного клапана VT.MR01, с насосом в контуре теплого пола, с автоматическим регулированием температуры воздуха в помещениях.



Для схем №2- №5 принято:

- площадь пола - 100м²
- Количество петель - 10 шт.
- Шаг укладки петель- 200 мм
- Количество обслуживаемых комнат - 3

Примечание: Количество петель и комнатных термостатов показано условно.

Таблица 4. Спецификация материалов «теплого пола» для схемы №3 (на 100 м² пола)

№ поз.	Наименование	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб
1	Труба металлополимерная VALTEC PEX-AL-PEX d=16x2	500 м.п.	63 руб/м.п.	31 500
2	Трехходовой смесительный клапан VT.MR01	1 шт.	3 319	3 319
3	Термоголовка с погружным датчиком VT.5011	1 шт.	2 860	2 860
4	Насос циркуляционный VALTEC VRS 25/6	1 шт.	3 628	3 628
5	Кран шаровой 1" VT.217.N	3 шт.	541	541
6	Клапан обратный 1" VT.161.N	1 шт.	390	390
7	Коллекторный блок из нержавеющей стали со встроенными расходомерами, в сборе 1"x10 вых., VTc.586.EMNX	1 шт.	19 404	19 404
8	Сервопривод электротермический нормально открытый, 220 В, VT.TE.3040A.D.03	10 шт.	2851	28 510
9	Термостат комнатный VT.AC602	3 шт.	267	6 924
10	Шкаф коллекторный ШРНГ-3 VTc.541.D.03	1 шт.	199	2 582
11	Лента демпферная (рулон 25м.)	50 м. (2 рулона)	259 руб./рулон	518
12	Рулонная теплоизоляция VT.HS.FP (рулон 30м ²)	100 м ² (4 рулона)	1620 руб./рулон	6 480
13	Монтажный комплект (соединители и пр.)	1 к-т.		5 000
	Итого			112 738

* стоимость цементно-песчаной стяжки с пластификатором спецификацией не учтена.

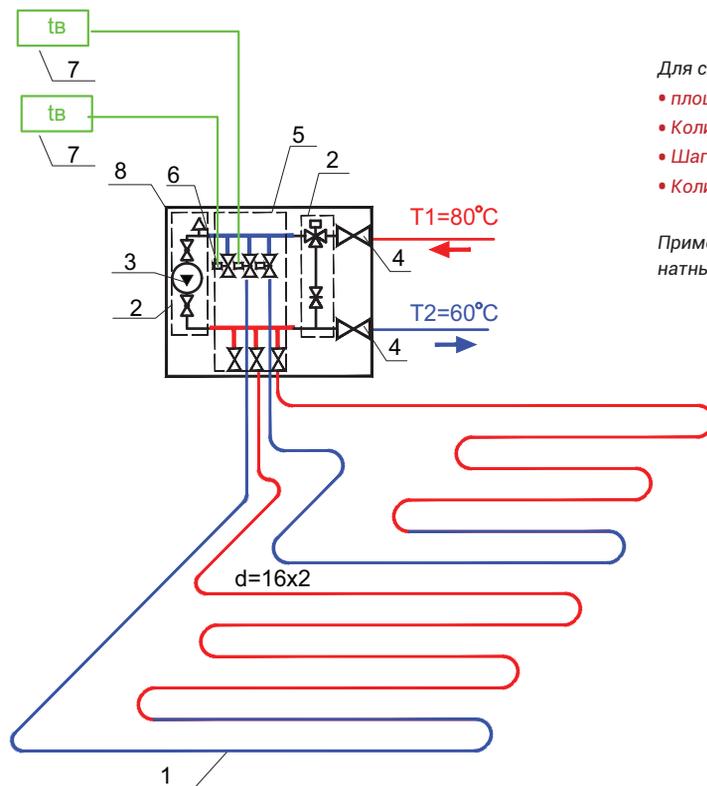
В состав коллекторного блока VTc.586.EMNX (поз.7) входят подающий и обратный коллекторы, автоматические воздухоотводчики и дренажные клапаны. Подающий коллектор укомплектован ручными регулировочными клапанами с расходомерами, которые облегчают процесс балансировки петель между собой. Настройка расходомеров осуществляется по проектным данным. Обратный коллектор укомплектован термостатическими клапанами, на кото-

рые установлены сервоприводы (поз. 8). Сервопривод каждой петли управляется своим комнатным термостатом (поз.9). Термостат устанавливается в каждом отдельном помещении с теплым полом.

Для возможности автоматического регулирования температуры в помещениях могут использоваться коллекторные блоки VTc.589.EMNX, VTc.596.EMNX, а также блоки без расходомеров- VTc.588.EMNX, VTc.594.EMNX.

Далее будут рассмотрены схемы с применением комплектных насосно-смесительных узлов, которые облегчают и ускоряют процесс монтажа и настройки системы. Узлы обеспечивают поддержание заданной температуры и расхода во вторичном циркуляционном контуре, гидравлическую увязку первичного и вторичного контуров, а также позволяют регулировать температуру и расход теплоносителя в зависимости от требований пользователя.

Схема №4 на базе насосно-смесительного узла VT.DUAL, с автоматическим регулированием температуры воздуха в помещениях.



Для схем №2- №5 принято:

- площадь пола - 100м²
- Количество петель - 10 шт.
- Шаг укладки петель - 200 мм
- Количество обслуживаемых комнат - 3

Примечание: Количество петель и комнатных термостатов показано условно.

Таблица 5. Спецификация материалов «теплого пола» для схемы №4 (на 100 м² пола)

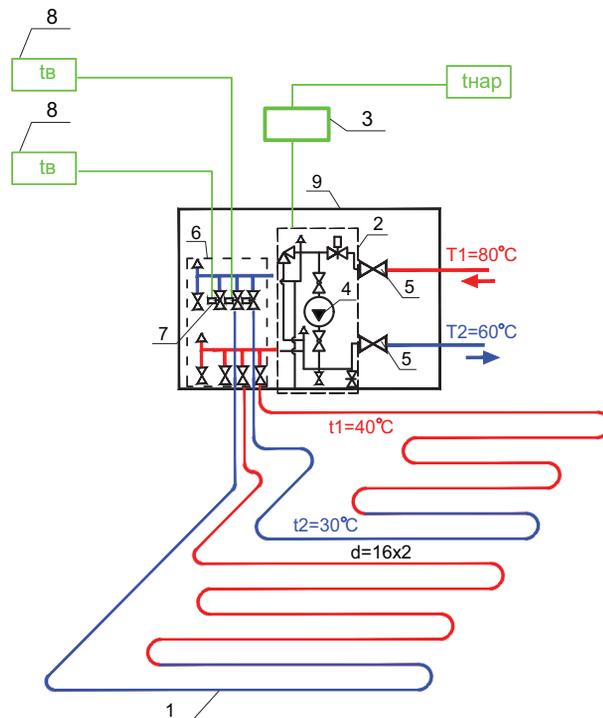
№ поз.	Наименование	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб
1	Труба металлополимерная VALTEC PEX-AL-PEX d=16x2	500 м.п.	63 руб/м.п.	31 500
2	Насосно-смесительный узел VT.DUAL.0	1 шт.	18029	18029
3	Насос циркуляционный VALTEC VRS 25/6-130	1 шт.	3628	3628
4	Кран шаровой 1" VT.217.N	4 шт.	541	2164
5	Коллекторный блок из нержавеющей стали со встроенными расходомерами, в сборе 1"x10 вых., VTc.586.EMNX	1 шт.	19404	19404
6	Сервопривод электротермический нормально открытый, 220 В, VT.TE.3040A.D.03	10 шт.	2851	28510
7	Термостат комнатный VT.AC602	3 шт.	2308	6924
8	Шкаф коллекторный ШРНГ-7 VTc.541.D.07	1 шт.	4900	4900
9	Лента демпферная (рулон 25м.)	50 м. (2 рулона)	259 руб./рулон	518
10	Рулонная теплоизоляция VT.HS.FP (рулон 30м2)	100 м2 (4 рулона)	1620 Руб./рулон	6480
11	Монтажный комплект (соединители и пр.)	1 к-т.		3000
	Итого			125 057

* стоимость цементно-песчаной стяжки с пластификатором спецификацией не учтена.

Принцип работы смесительного узла VT.DUAL (схема №4) следующий: циркуляционный насос (поз. 3) обеспечивает циркуляцию теплоносителя через петли теплого пола. При остывании теплоносителя ниже настроечной температуры, открывается термостатический клапан в составе узла и обеспечивается подпитка вторичного контура теплоносителем из первичного контура с подмесом теплоносителя из подающего коллектора вторичного контура.

В случае превышения заданной температуры вторичного контура, срабатывает предохранительный термостат, останавливая насос. При этом циркуляция теплоносителя во вторичном контуре прекращается, а в первичном она происходит через перепускной байпас. Тем самым узел обеспечивает постоянство расхода в первичном контуре. В случае, когда петли теплого перекрываются, циркуляция теплоносителя вторичного контура происходит через перепускной байпас.

Схема №5 на базе насосно-смесительного узла VT.COMBI.S, с погодозависимым контроллером и автоматическим регулированием температуры в помещениях.



Для схем №2- №5 принято:

- площадь пола - 100м²
- Количество петель - 10 шт.
- Шаг укладки петель - 200 мм
- Количество обслуживаемых комнат - 3

Примечание: Количество петель и комнатных термостатов показано условно.

Таблица 5. Спецификация материалов «теплого пола» для схемы №4 (на 100 м² пола)

№ поз.	Наименование	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб
1	Труба металлополимерная VALTEC PEX-AL-PEX d=16x2	500 м.п.	63 руб/м.п.	31 500
2	Насосно-смесительный узел с возможностью погодозависимого регулирования VT.COMBI.S	1 шт.	20285	20 285
3	Контроллер для смесительных узлов VT.K200.M	1 шт.	12183	12 183
4	Насос циркуляционный VALTEC VRS 25/6-180	1 шт.	3628	3 628
5	Кран шаровой 1» VT.217.N	4 шт.	541	2 164
6	Коллекторный блок из нержавеющей стали со встроенными расходомерами, в сборе 1»x10 вых., VTc.586.EMNX	1 шт.	19404	19 404
7	Сервопривод электротермический нормально открытый, 220 В, VT.TE.3040A.D.03	10 шт.	2851	28 510
8	Термостат комнатный VT.AC602	3 шт.	2308	6 924
9	Шкаф коллекторный ШРНГ-6 VTc.541.D.06	1 шт.	4083	4 083
10	Лента демпферная (рулон 25 м)	50 м (2 рулона)	259 руб./рулон	518
11	Рулонная теплоизоляция VT.HS.FP (рулон 30м ²)	100 м ² (4 рулона)	1620 руб./рулон	6 480
12	Монтажный комплект (соединители и пр.)	1 к-т.		3 000
	Итого			138 679

* стоимость цементно-песчаной стяжки с пластификатором спецификацией не учтена.

Узлы VT.COMBI.S (схема №5) адаптированы для работы с контроллером VT.K200.M, позволяющим производить автоматическое погодозависимое управление температурой теплоносителя вторичного контура по заданному пользователем графику. Контроллер VT.K200.M осуществляет следующие функции:

- измерение и индикация температуры наружного воздуха;
- измерение и индикация температуры теплоносителя;
- поддержание комфортной температуры в помещениях с любой конструкцией теплого пола и при любых климатических условиях.
- обмен данными, программирование прибора по сети через интерфейс RS-485 (интеграция в системы «умный дом»)
- аварийное отключение циркуляционного насоса при достижении теплоносителем предельно допустимой температуры (60 °С).

Схемы № 3, 4, 5 могут также комплектоваться термостатами с датчиком температуры пола VT.AC 709. В этом случае регулирование будет осуществляться по температуре воздуха в помещении, а датчик температуры пола будет играть предохранительную роль. Он отключит подачу в петли теплоносителя при превышении заданной предельной температуры пола. Это важно при покрытии пола из паркета или ламината. Термостат VT.AC 709 можно перенастроить на режим, когда рабочим станет датчик температуры пола, то есть регулирование подачи теплоносителя в петли будет осуществляться именно по нему, а датчик температуры воздуха в помещении станет предохранительным. При достижении температуры воздуха в помещении заданного критического значения сервопривод перекроет подачу теплоносителя в петли, независимо от показаний датчика температуры пола.

Все рассмотренные схемы могут комбинироваться друг с другом и дополняться различным оборудованием. Более подробную информацию можно получить на сайте valtec.ru

Полякова Е.В.

Практические советы по настройке систем напольного отопления

1

БАЛАНСИРОВКА ПЕТЕЛЬ

Монтаж системы напольного отопления, бесспорно, ответственная операция, однако, то, насколько будет комфортно пользоваться готовой системой отопления зависит чаще всего от грамотной наладки. Наладка напольной системы отопления не так сложна, как может показаться на первый взгляд.

По большому счёту, наладка системы отопления состоит из 3-х этапов: Это балансировка петель напольного отопления, настройка насосно-смесительного узла и настройка контроллера при его наличии.

В этой части статьи будет рассказано о методах, которые используются для балансировки петель напольного отопления. Прежде всего, стоит отметить основные заблуждения, которые имеют место при подобной балансировке.

■ Иногда можно услышать то, что правильно сбалансировать систему можно только расчётным способом, т.е., посчитав сопротивление всех петель, вычислив настроечное положение регулирующих клапанов, установить его на коллекторе. Конечно же, проект с грамотным гидравлическим расчётом ускоряет процесс наладки и защищает от ошибок в монтаже. Но, тем не менее, систему напольного отопления можно настроить и без теоретических расчётов, хотя это и займет больше времени.

■ Так же заблуждением считается и то, что расходы воды во всех петлях должны быть одинаковы. На самом деле, расход в первую очередь зависит от тепловой мощности, которую передаёт в помещение каждая конкретная петля.

■ Нередко можно услышать, что систему напольного отопления вообще не надо балансировать, а расходы воды сами выровняются за счёт работы термостатов, контроллеров и прочих элементов автоматики. Это утверждение так же не верно. Дело в том, что рано или поздно наступит момент, когда все петли теплого пола откроются на максимум, и распределение теплоносителя должно быть таким, чтобы вся вода не уходила в одну петлю, а равномерно распределялась по всему отапливаемому контуру.

Итак, система отопления заполнена и испытана, котел запущен, в руках лежит шестигранный ключ, отдавая приятной тяжестью, переходящей в зуд нетерпения. С чего же начать?

В первую очередь стоит определиться с целями и задачами балансировки.

Задача балансировки заключается не в установке требуемого расхода по каждой петле, а в установке соотношения расходов по петлям или баланса расходов. Окончательно расходы уста-

навливаются во время настройки насосно-смесительного узла. При этом, изменяя общий расход через коллектор, соотношение расходов через петли сохраняется.

Так же балансировка отличается в зависимости от того, имеет ли коллекторный блок расходомеры.

Коллекторные блоки VTc.596 (рис.1), VTc.589 (рис.2), VTc.586 (рис.3) оснащены расходомерами, которые значительно ускоряют балансировку и позволяют её осуществить без включения котла, так как показывают в реальном времени расход воды по каждому направлению.



Рис.1 VTc.596
коллекторный блок
из латуни
с расходомерами



Рис.2 VTc.589
коллекторный блок
из нержавеющей стали
с расходомерами



Рис.3 VTc.586
коллекторный блок
из нержавеющей стали
с расходомерами

Распределение расходов необходимо выполнить таким образом, чтобы соотношение расходов по петлям и соотношение требуемых тепловых мощностей совпадали. Для этого желательно знать требуемые тепловые нагрузки на петли. Но даже, если требуемые нагрузки не известны, то можно выставлять расходы пропорционально длинам петель. Как правило, такой подход не даёт большой погрешности, так как петли с большими длинами имеют так же и большие мощности.

Балансировка начинается с того, что выбирается самая длинная петля (или петля с самой большой мощностью, если это известно). Регулирующий клапан на этой петле открывается в максималь-

ное положение, и относительно него будут выставляться расходы всех остальных петель.

Для примера возьмем коллектор с четырьмя петлями. Допустим, что длины петель следующие: 100 м; 75 м; 75 м; и 50 м.

В этом случае настройка начинается с первой петли, имеющей длину 100 м. Она открывается на максимум. Предположим, что при полностью открытом клапане расход на этой петле установился на уровне 4 л/мин.

Расход воды на второй и третьей петле должен быть: $(75/100) \cdot 4 = 3$ л/мин.

Расход воды на четвертой петле должен быть: $(50/100) \cdot 4 = 2$ л/мин (рис.4).

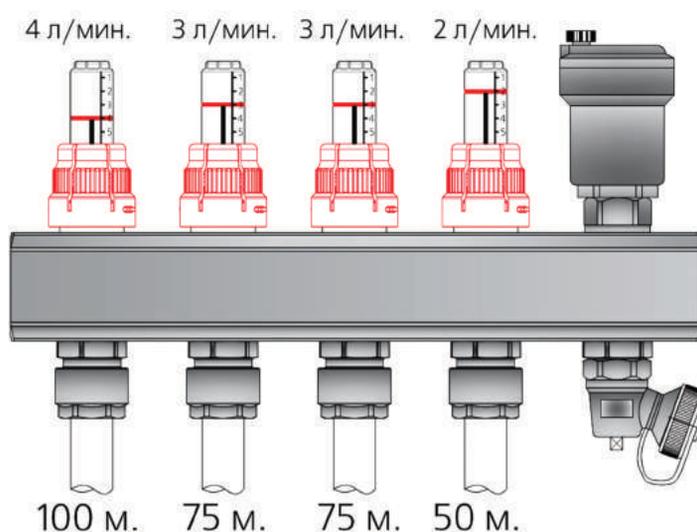


Рис.4
Пример настроек
расхода по длинам
петель

Может получиться так, что при настройке третьей петли расход даже при полностью открытом клапане устанавливается на уровне 2,5 л/мин и не доходит до положенного уровня 3 л/мин. Это значит, что петля имеет большее гидравлическое сопротивление, чем вторая петля той же длины (большее коли-

чество отводов, калачей, подводящих участков). В этом случае эта петля принимается как расчётная, и все остальные петли выставляются относительно нее. Первая петля - на $(100/75) \cdot 2,5 = 3,3$ л/мин, вторая петля - на 2,5 л/мин и четвертая петля на - $(50/75) \cdot 2,5 = 1,6$ л/мин. (рис 5)

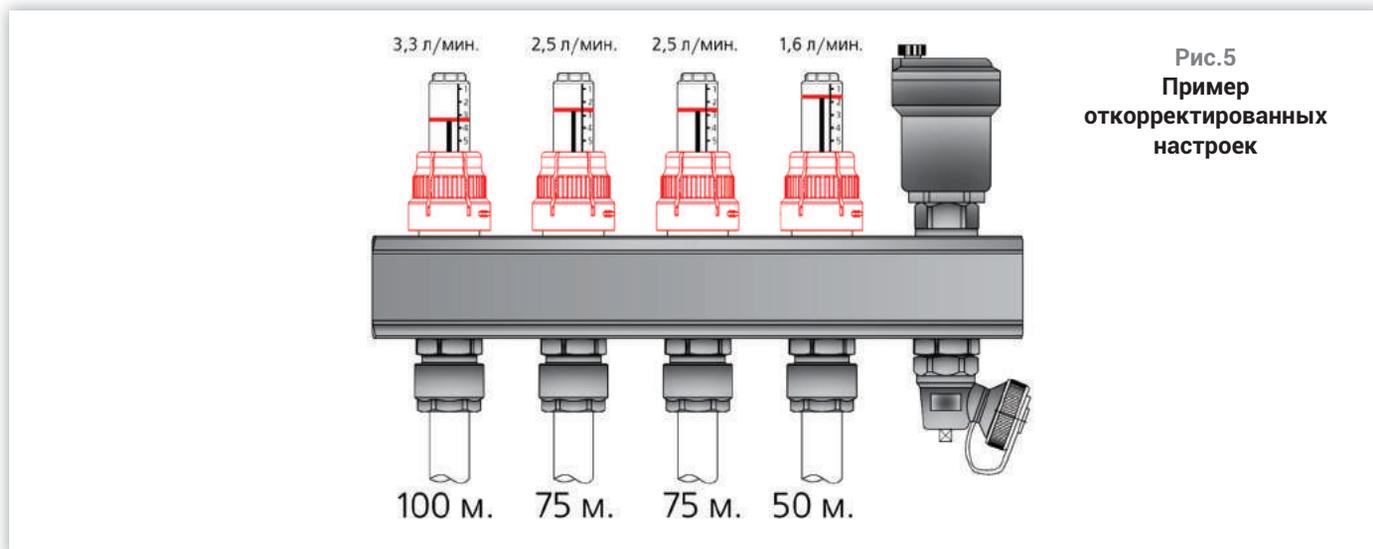


Рис.5
Пример
откорректированных
настроек

После того, как все расходы выставлены, балансировку петель можно считать оконченной и можно приступать к настройке насосно-смесительного узла.

Если настраивать коллекторные блоки без расходомеров, такие как VTc.588 (рис.6) или VTc.594 (рис.7), то о расходах в петлях можно судить только по косвенным признакам.



Рис.6 VTc.588
коллекторный блок
из нержавеющей стали

Рис.7 VTc.594
коллекторный блок
из латуни

Балансировку в этом случае можно осуществить только с включенным котлом и хотя бы с минимальным теплосъёмом в помещении. Желательно, чтобы на улице была температура ниже +5°C. В помещениях не должно быть открытых окон и каких-либо значительных тепловыделений (работающего камина и пр.) Настройка, как и в предыдущем случае, начинается с того, что определяется самая длинная петля. Настраиваемый клапан этой петли открывается в максимальное положение. Затем выставляется настройка всех остальных петель. Настройка выставляется на

глаз, в зависимости от длины петли – короткие петли закрываются чуть сильнее, длинные петли, наоборот, открываются.

Затем систему необходимо оставить прогреваться на несколько часов, пока температура в петлях не стабилизируется, после чего необходимо выполнить оценку правильности выполненной настройки.

Правильность настройки определяется одним из следующих способов:

- по температуре воды в обратном трубопроводе;
- по средней температуре пола.

2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ НАСТРОЙКИ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ ВОДЫ В ОБРАТНОМ ТРУБОПРОВОДЕ

Расход теплоносителя, мощность и разность температур между подающим и обратным трубопроводом взаимосвязаны. Если уменьшить расход теплоносителя в петле, то неизбежно вырастет разность температур. Именно по этой зависимости можно определить правильность настройки.

Если все петли будут иметь одинаковую разность температур между подающим и обратным трубопроводом, то это будет означать, что во всех петлях расход воды соответствует текущей мощности. А так как температура в подающем коллекторе для всех петель одинакова, то выравнивать температуры можно только перед обратным коллектором.

Оценку температуры удобнее всего делать при помощи специального термометра, такого как VT.4615 (рис. 8). Такой термометр вставляется между трубой и обратным коллектором через соединение «евроконус» (рис.9).

Определяется эталонная температура на самой длинной петле, затем все остальные клапаны подстраиваются в зависимости от отклонений от этой температуры. Если температура на петле ниже, чем на эталонной, то это значит, что расход в этой петле тоже низкий, и клапан следует приоткрыть. Если расход, напротив, выше, то клапан следует закрыть. Затем через пол часа данную операцию следует повторить до тех пор, пока температуры воды перед обратным коллектором не будут равны у всех петель.

Рис.8 Коллекторный термометр VT.4615



Рис.9 Термометр VT.4615 установленный перед коллектором



3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ НАСТРОЙКИ ПО СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ПОЛА

Предыдущий способ достаточно прост, но не учитывает финишное покрытие пола. Если в помещениях разное покрытие пола, то для того, чтобы температура поверхности пола в этих помещениях ощущалась как одинаковая, необходимо, чтобы расходы по петлям учитывали этот фактор. Учесть финишное покрытие можно, измеряя температуру поверхности пола в разных помещениях и выравнивая расходы воды по разным направлениям так, чтобы средняя температура поверхности пола в разных помещениях была одинакова. Замерять температуру пола можно разными способами: и контактными термометрами, и пирометрами (рис. 10).

Рис.10 Замер температуры пола пирометром





Рис.11 Настроечный клапан полностью закрыт (выше виден настроечный винт)



Рис.12 Настроечный клапан открыт до упора в фиксирующий винт

Настройка клапанов происходит так же, как и в предыдущем случае. Клапан, обслуживающий петлю, пол над которой имеет температуру выше, чем в остальных помещениях, прикрывается и наоборот - при низкой температуре пола клапан открывается.

Стоит отметить, что замерять температуру пола нужно, как минимум, в шести точках: над трубами, между ними, в начале петли, в середине и в конце петли, и взять среднее значение.

При достижении температуры поверхности пола во всех помещениях близких значений настройку можно считать оконченной.

Для того чтобы настройку клапанов защитить от несанкционированного вмешательства, на коллекторах VTc.594, VTc.588 имеется механизм фиксации настроенного положения. Для фиксации настройки необходимо закрутить фиксирующий винт до упора (рис.11, 12). Винт находится внутри шестигранника. Этот винт ограничивает открытие клапана на текущем уровне и не позволяет ему открыться сильнее. Однако, он позволяет полностью закрыть клапан. Таким образом, после настройки можно закрутить все фиксирующие винты до упора, при этом в дальнейшей эксплуатации можно перекрывать отдельные петли этим же клапаном. Далее, для того чтобы вновь настроить эту петлю, следует просто открыть клапан до упора.

Как видно, настройка петель достаточно простая операция, особенно если использовать удобное оборудование для этого. Настройка насосно-смесительного узла у большинства монтажников не вызывает вопросов, но для уточнения некоторых особенностей можно обратиться к следующей части этой статьи.

Жигалов Д.В.



VALTEC

Практические советы по настройке систем напольного отопления. Часть 2. Настройка насосно-смеситель- ного узла.



Настройка насосно-смесительного узла не так сложна, как может показаться на первый взгляд, достаточно лишь понять, как какое-либо действие влияет на работу всей системы. Можно вычислить его настройку теоретически, об этом можно почитать в статье «Насосно-смесительный узел VALTEC COMBI. Идеология основных регулировок». Однако, теория не всегда сходится с практикой, да и точнее всё-таки провести настройку на месте по показаниям термометров. Для того, чтобы правильно осуществить настройку без расчетов, необходимо иметь включенным котел и хотя бы минимальный теплосъёмом в помещениях. Желательно чтобы на улице была температура ниже +5°C. В помещениях не должно быть открытых окон или каких-либо крупных тепловыделений (работающего камина и пр.).

Начнём с того, что опишем работу насосно-смесительного узла (рис.1; 2):

Горячая вода из патрубка «А» поступает в насосно-смесительный узел, после чего через насос поступает в патрубок «С», который подключается к подающему коллектору системы напольного отопления. Вода, проходя петли систем напольного отопления, делится на два потока. Часть воды идёт на смешение через байпас и клапан байпаса «З». Там она смешивается с новой порцией горячей воды из котла в такой пропорции, чтобы на входе в коллектор получилась необходимая температура воды. Часть потока воды из патрубка «В» отводится обратно в котел через настроечный клапан первичного контура «5» в патрубок D. На термозлементе термостатического клапана «1» либо на контроллере задается требуемая температура воды на входе в систему напольного отопления, при этом термозлемент либо контроллер, отслеживая температуру в точке «4», приоткрывает или прикрывает термостатический клапан «1», увеличивая или уменьшая количество горячей воды из котла, подмешиваемой к общему потоку.

В большинстве случаев для настройки узла достаточно задать на термозлементе либо контроллере требуемую температуру теплоносителя, которую необходимо подавать в теплый пол, и требуемую скорость насоса. Мощность, расход воды и разница температур между подающим и обратным трубопроводом взаимосвязаны между собой. К тому же, разница температур между подающим и обратным трубопроводом, как и температура настройки узла, влияют на среднюю температуру пола и его теплоотдачу.

В целом, мощность любой системы напольного отопления зависит от разницы между температурой воздуха и средней температурой на поверхности пола. Повышая эту среднюю температуру, мы повышаем мощность петли.

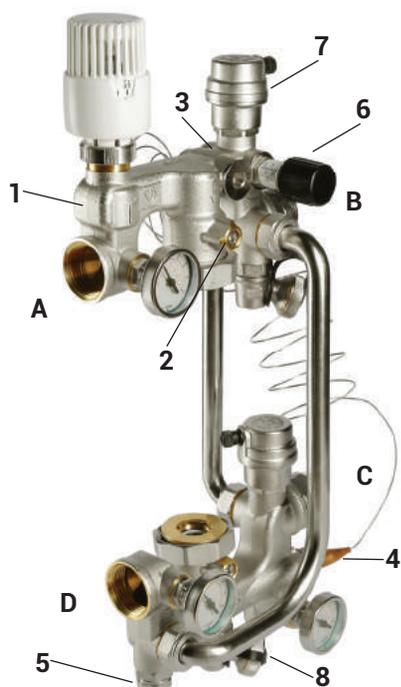


Рис.1 Насосно-смесительный узел COMBI

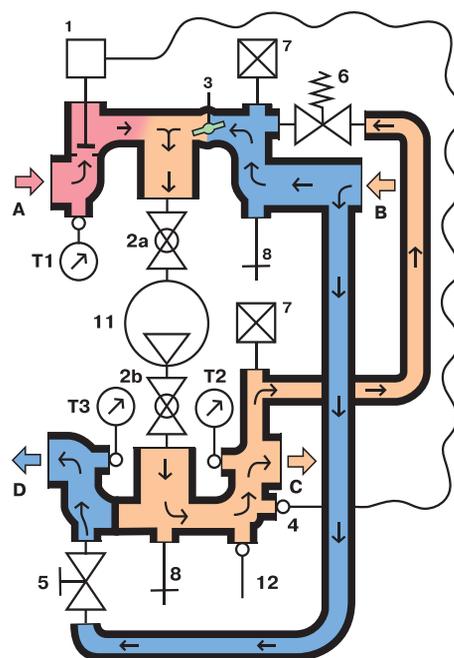


Рис.2 Тепломеханическая схема узла COMBI

Теперь, на примере рассмотрим – от чего зависит эта самая средняя температура пола: Предположим, что у нас имеется петля напольного отопления уложенная «змейкой», в которую подаётся вода с температурой 40°C, при этом из петли возвращается вода с температурой 30°C (рис.3). Допустим при этом, что температуры в точках «А» и «Б» будут 30°C и 25°C соответственно. Средняя температура такого пола будет около 27,5°C, что соответствует мощности 80 Вт/м².

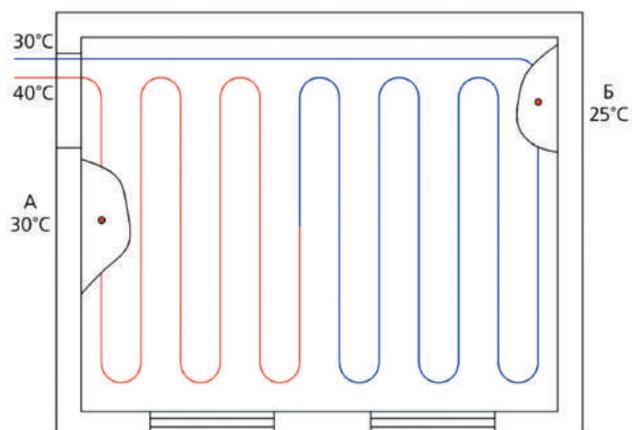


Рис.3 Пример распределения температур при $\Delta T=10^\circ\text{C}$

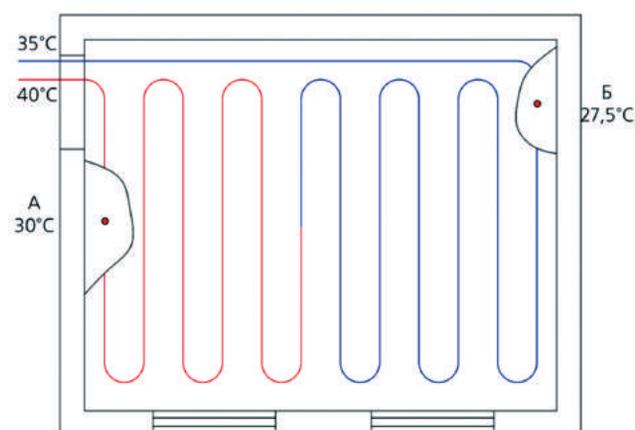


Рис.4 Пример распределения температур при $\Delta T=5^\circ\text{C}$

Но, такая работа пола, возможно, не будет устраивать владельца, так как разница температуры поверхности в точке «А» и в точке «Б» будет велика. И пользователь, стоя в точке «А», будет ощущать перегретый пол, а в точке «Б» будет считать пол холодным. Данную проблему можно решить, увеличив расход воды. Допустим, мы увеличим расход воды в 2 раза. В этом случае температура в обратном трубопроводе будет увеличиваться. Причем при увеличении расхода в 2 раза разница температур между подающим трубопроводом и обратным снизится тоже в 2 раза и составит 40°C на подаче

и 35°C на обратном трубопроводе. В точке «А» и «Б» температуры установятся приблизительно на уровне 30°C и 27,5°C а средняя температура пола вырастет примерно до 29,5°C (Рис. 4). Чтобы снизить среднюю температуру пола до начального уровня и не допустить перегрева, достаточно снизить температуру воды, подаваемую в теплый пол. Если установить термостат на 38°C, то температура в обратном трубопроводе установится примерно на уровне 32°C, температуры в точках «А» и «Б» будут 29°C и 26,5°C. При этом средняя температура пола будет равна около 27,5°C, то есть такая

же, как и в первом примере, но разница температур между точкой «А» и «Б» на поверхности пола будет не столь значительна.

Чтобы выровнять температуру пола можно применять схему «улитка», но ее надо предусмотреть ещё на стадии монтажа.

Исходя из вышеописанных примеров, можно дать следующие рекомендации по настройке расходов и температур пола:

- чем больше расход воды через контуры теплого пола, тем меньше разница температур на поверхности пола во всех помещениях. Мощность насоса (и соответственно расход) выставляется в зависимости от разницы температур на подающем и обратном коллекторе. Для петель, уложенных «змейкой», эта разница должна составлять $3 \div 5^\circ\text{C}$. Для петель, уложенных «улиткой», разница может быть увеличена до $3 \div 10^\circ\text{C}$.

Таким образом, чтобы определить наиболее подходящую настройку насоса, необходимо задаться определенной скоростью насоса, и через полчаса замерить разницу температур между подающим и обратным коллектором. Если разница окажется слишком высокой, то скорость насоса необходимо увеличить, либо установить более мощный насос. Нет ничего страшного в том, если разница темпера-

тур окажется маленькой, в этом случае нагрев помещения будет более равномерным по всей площади

- температура воды, подаваемой в коллектор системы напольного отопления, напрямую влияет на среднюю температуру пола, которая в свою очередь влияет на мощность. Чем выше температура, тем выше мощность. Но необходимо выбирать эту температуру так, чтобы максимальная температура пола не превысила 29°C , иначе перегретый пол будет доставлять дискомфорт.

Но зачем же нужны остальные вентили и клапаны на узле, если достаточно выставить скорость насоса и термoeлемент? Дело в том, что насосно-смесительный узел COMBI за счёт своей конструкции является очень универсальным устройством, способным успешно работать в различных системах. Универсальным его делает наличие дополнительных органов регулирования, которые позволяют расширить зону его работы и увеличить максимальную мощность.

Если требуется внедрить узел в систему со специфическими параметрами теплоносителя или «выжать» из узла максимум возможной мощности, то помимо установки термoeлемента в требуемое положение необходимо так же осуществить несколько простых операций по настройке.

Настройка балансировочного клапана байпаса (рис.5)

Для того чтобы лучше понять, на что влияет настройка этого клапана, рассмотрим две гипотетические ситуации:

1. Из котла к насосно-смесительному узлу поступает теплоноситель с температурой 90°C , при этом термостатический клапан настроен на поддержание температуры теплоносителя на входе в систему напольного отопления 30°C , а из обратного коллектора возвращается теплоноситель с температурой 25°C

Термостатический клапан должен принять такое положение, при котором соотношение расходов теплоносителя с температурой 90°C и 25°C обеспечило температуру на выходе 30°C . (рис.3)

Не сложно догадаться, что такая задача решается обычной пропорцией, и соотношение расходов воды из котла к воде из обратки должно быть 1:12. Иными словами, на каждый литр воды из котла должно приходиться 12 литров воды из обратки.

Если настроечный клапан байпаса настроен в положение близкое к минимуму, то через него и будет проходить минимальное количество теплоносителя. Предположим, что клапан байпаса «3» открыт в такой позиции, что через него в данной системе проходит 12 л/мин. воды.

Тогда термостатический клапан должен закрываться до тех пор, пока расход воды через него не будет равен 1 л/мин. В этом случае на выходе мы получим необходимые нам 30°C с расходом 13л/мин (12 л/мин холодной воды и 1 л/мин горячей).

А если начать открывать клапан байпаса? В этом случае расход теплоносителя через него начнет увеличиваться. Предположим, что, открыв клапан до конца,



Рис.5 Балансировочный клапан байпаса узла COMBI

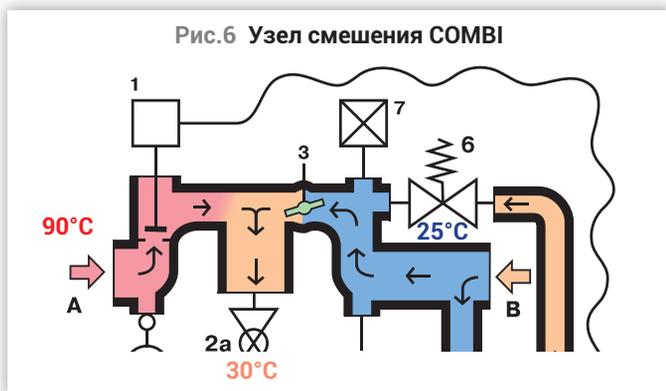


Рис.6 Узел смешения COMBI

мы получим расход 60 л/мин, при этом термостатический клапан займет такую позицию, чтобы пропустить в 12 раз меньше воды, т.е. 5 л/мин. В итоге мы получим те же 30°C, но с расходом 65 л/мин. (60 л/мин холодной воды и 6 л/мин горячей)

Таким образом, мы видим, что при минимальном и максимальном положении клапана байпаса узел поддерживает необходимый расход теплоносителя, но чем ниже настройка клапана, тем меньше расход будет обеспечивать такой узел, а как было сказано выше увеличение расхода через петли обеспечивает более равномерный прогрев помещения.

Отсюда возникает вопрос – а зачем вообще закрывать клапан байпаса, если его закрытие приводит лишь к уменьшению расхода теплоносителя и как следствие уменьшение мощности системы? Чтобы ответить на этот вопрос представим себе другую гипотетическую ситуацию:

2. Допустим, что котел настроен на 60°C, при этом на входе в систему напольного отопления нам необходимо поддерживать 45°C. Температура воды, возвращаемой из обратного коллектора составляет 35°C (рис.7).

Как мы видим, пропорция горячей и холодной воды в этом случае должна измениться. Пропорция воды из котла и из обратки при этих температурах составит 1:1,5. На каждый литр воды из котла должно приходиться 1,5 литров воды из обратки.

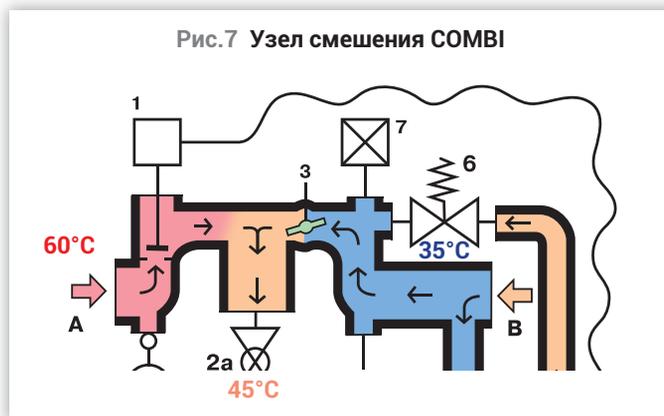
Если настроечный клапан байпаса открыт в максимальное положение, то через него идет максимальный расход. Примем расход такой же, как и в предыдущем примере - 60 л/мин. В этом случае термостатический клапан должен открываться до тех пор, пока расход не будет равен 40 л/мин. Но клапан не может открываться бесконечно, и в какой-то момент он откроется до максимального своего положения.

Если насос, установленный в этой системе, сможет обеспечить максимальный расход через термостатический клапан только 20 л/мин, то узел даже при полностью открытом клапане сможет обеспечить только 41°C на выходе.

Для того, чтобы узел смог обеспечить необходимую температуру 45°C на входе в теплый пол, необходимо закрывать клапан байпаса до тех пор, пока пропорция воды не будет достаточной для того, чтобы обеспечить необходимую температуру теплоносителя на выходе из узла.

Исходя из вышесказанного, можно дать общие рекомендации по настройке этого клапана. В случае если разница температур между температурой теплоносителя, поступающего из котла и температурой настройки узла велика, то клапан необходимо открывать. Если температура теплоносителя из котла близка к требуемой температуре после смешительного узла, то клапан следует прикрывать.

Но как же настроить точно узел в каждом конкретном случае, если температура теплоносителя, поступающая из котла и температура, которую необходимо поддерживать на входе в систему напольного



отопления, не постоянны в течение года? Неужели придётся постоянно его подстраивать?

Конечно же, нет! Задача монтажника - сделать так, чтобы узел смог обеспечить требуемую температуру в любой ситуации, которая может возникнуть во время эксплуатации, обеспечивая при этом максимальный расход теплоносителя. В остальные периоды узел будет поддерживать требуемую температуру теплоносителя за счёт термостатического клапана. По большому счету, монтажник задает максимальный диапазон температур, которые насосно-смесительный узел будет поддерживать. Если монтажник задаст слишком низкий диапазон, то узел не сможет обеспечить требуемую температуру в те моменты, когда из котла идёт теплоноситель с низкой температурой. Если монтажник задаст слишком высокий диапазон, то узел будет работать не на полную свою мощность.

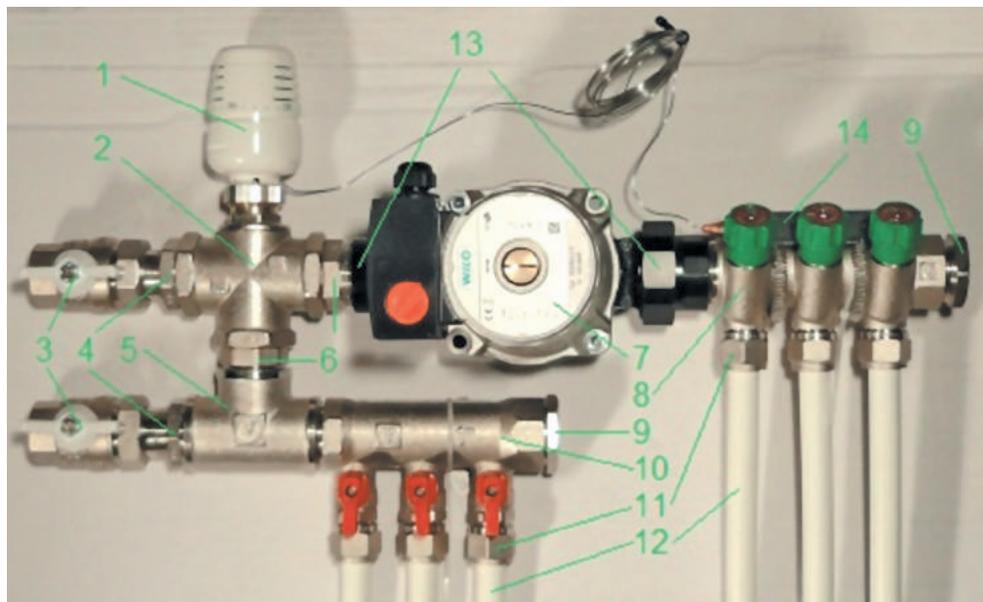
Как уже было сказано выше, золотую середину можно найти, используя расчетные формулы, но можно и следующим образом – надо выставить на котле минимальную температуру, которую он будет поддерживать в течение года. Если котел в течение года будет настроен на одну и ту же температуру, то выставляется именно она. Далее с термостатического клапана снимается термоголовка или сервопривод. Система в таком режиме должна проработать несколько часов, пока температура на входе в теплый пол не стабилизируется. Именно такой и будет максимальная температура, которую узел сможет поддерживать. Если эта температура намного выше той, которая необходима на входе в теплый пол, то клапан байпаса приоткрывается. В большинстве случаев желательно его открыть на позицию «3» и подождать от получаса до часа, после чего опять проверить температуру на входе в систему напольного отопления. Если она опять будет велика, то продолжать открывать клапан. Если температура будет на 2÷5°C выше, то настройку можно считать оконченной. Если же температура после узла оказалась ниже требуемой, то балансировочный клапан байпаса следует зарывать. После окончания настройки на термостатический клапан обратно монтируется термоэлемент или сервопривод. Далее узел будет регулировать требуемую температуру самостоятельно.

Внимательный читатель, возможно, скажет: - «А зачем эти сложности, если можно поставить трёхходовой клапан, у которого не надо настраивать клапан байпаса?». В какой-то степени читатель будет прав – узлы с трёхходовым клапаном устроены таким образом, что при увеличении потока воды из котла одновременно уменьшается поток воды через байпас, что позволяет обойтись без упомянутого выше балансировочного клапана байпаса. Но, к сожалению, на сегодняшний день не существует идеального узла, который бы без настроек и регу-

лировок вписывался бы в любую систему отопления. И насосно-смесительные узлы с трёхходовым клапаном тоже не лишены недостатков, и тем более, их нельзя рассматривать как узлы, не требующие настройки.

На рис.8 представлена схема насосно-смесительного узла собранная на базе трёхходового клапана VT.MR03 (рис.9). Требуемая температура теплоносителя в таком узле достигается за счёт все той же пропорции воды, поступающей из котла и воды, поступающей из обратки.

Рис.8 Насосно-смесительный узел, собранный на базе трёхходового смесительного узла VT.MR03



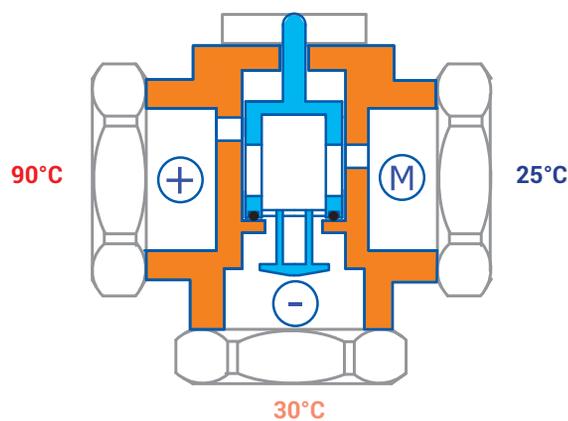
Рассмотрим работу такого узла на тех же примерах, что и в предыдущих случаях.

Из котла к насосно-смесительному узлу поступает теплоноситель с температурой 90°C, при этом термостатический клапан настроен на поддержание температуры теплоносителя на входе в систему напольного отопления 30°C, а из обратного коллектора возвращается теплоноситель с температурой 25°C. Как уже было сказано выше, пропорция воды должна быть 1:12. Иными словами, на каждый литр воды из котла должно приходиться 12 литров воды из обратки.

Трёхходовой клапан за счёт термоэлемента займет такое положение, при котором из котла будет поступать 1 литр воды, а из байпаса будет поступать 12 литров. При этом, если температура воды на выходе из котла, допустим, снизится, то клапан займет новое положение, увеличив расход воды из котла и одновременно с этим уменьшив расход воды из обратного коллектора, таким образом, поддерживая необходимую температуру воды на входе в теплый пол.

К сожалению, в таком совершенном режиме узел работает только в теории. На практике часто встречаются ситуации, когда такой узел подает воду в систему напольного отопления почти без смешения.

Рис.9 Схема трёхходового смесительного клапана VT.MR03



Из-за чего это происходит? Предположим, что в доме, отапливаемом напольной системой отопления, днем стало тепло (солнечная теплая погода) и все петли тёплых полов по сигналам термостатов закрылись. Узел стоит долгое время без расхода, так как все петли отключены. Вечером похолодало, и автоматика запустила работу петель напольного отопления. В течение дня вода, находящаяся

в трубе между котлом и насосно-смесительным узлом, неизбежно остынет. Трёхходовой клапан в начальный момент времени будет находиться в полностью открытом положении (проход воды из котла будет максимально открыт, проход воды из байпаса будет закрыт). Далее, как только горячая вода из котла достигнет трёхходового клапана, он начнет закрываться, но приводы у клапана, как правило, имеют задержку минимум 2÷3 минуты. Всё это время в петли теплого пола будет поступать теплоноситель с температурой близкой к 90°C. Скорость воды в петлях в основном составляет около 0,5 м/с. Таким образом, за 2 минуты до температуры 90°C прогреется по 60 метров всех открытых петель, что, конечно же, не понравится жильцам такого дома.

Кроме описанного выше случая, такая ситуация часто возникает из-за гистерезиса котла при поддержании им определенной температуры. Гистерезис, это разница температуры воды, при которой котел отключается и включается. У некоторых котлов это значение может достигать 20÷30 градусов. Получается, что котел, находясь в выключенном состоянии, не греет воду, и она потихоньку остывает до 60-70°C, затем, когда котел резко включится, может произойти такой же эффект резкого перегрева петель за счёт задержки трёхходового клапана.

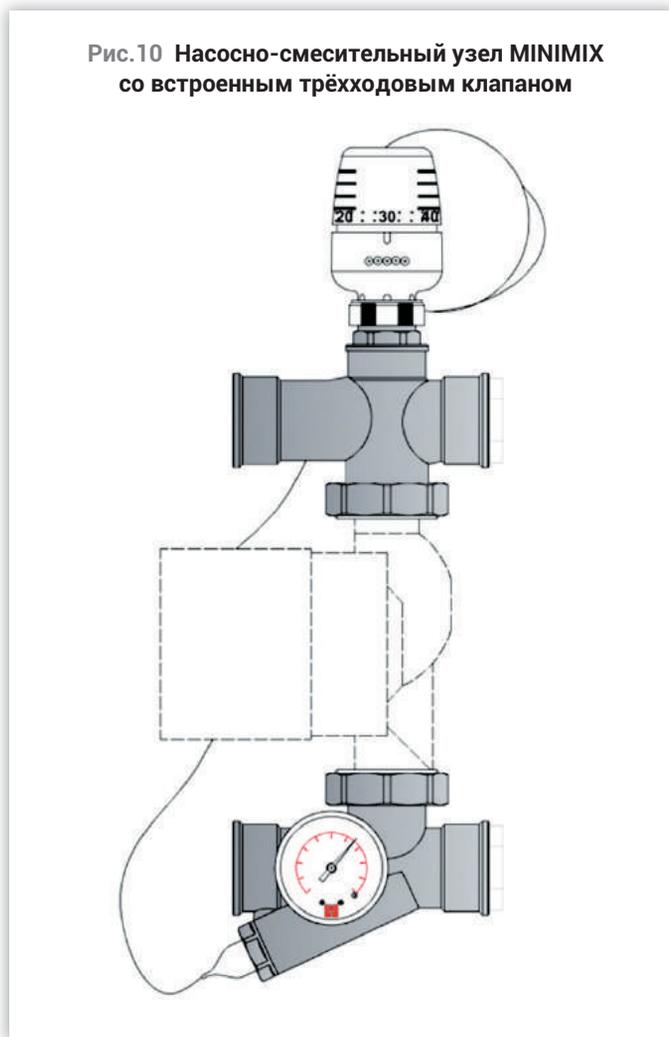
Такие узлы как Combi и ValMIX (рис.14) лишены такого недостатка, так у них смешение происходит постоянно, даже при полностью открытом термостатическом клапане. За счёт этого в этих узлах невозможно резкое увеличение температуры в петлях.

Узлы с трёхходовым клапаном, несмотря на вышеописанный недостаток все же имеют право на существование. Такие узлы хорошо себя зарекомендовали в системах с гидравлической стрелкой. Гидравлическая стрелка выравнивает колебания температур во вторичных контурах.

Установка перепускного клапана в насосно-смеси-

тельный узел с трёхходовым клапаном позволяет так же снять негативный момент, возникающий при остывании воды в трубе между котлом и узлом при длительном простое. Специально для таких случаев VALTEC выпустил готовый узел с трёхходовым клапаном MiniMIX, объединяющий в себе компактность и простоту настройки (рис. 10).

Рис.10 Насосно-смесительный узел MINIMIX со встроенным трёхходовым клапаном



Настройка балансировочного клапана первичного контура (рис.11)

Порой встречается такая ситуация, что при открытии балансировочного клапана байпаса до максимальной позиции ($K_v=5$), температура на выходе из узла все равно остается слишком большой. Можно конечно оставить все как есть, ведь термостатический клапан во время своей работы уменьшит её до необходимого значения. Однако, в таком режиме узел будет обладать недостатками узла с трёхходовым клапаном описанным выше. А именно, при резких колебаниях температур в первичном контуре узел может не успеть среагировать и подать в теплый пол теплоноситель с завышенной температурой.

Происходит это, как правило, из-за котлового насоса с чрезмерной мощностью. За счёт большого напора котлового насоса при открытом термостатическом клапане в узел поступает слишком большой расход котловой воды, для разбавления которой, не хватает расхода обратки даже с открытым балансировочным клапаном на байпасе.



Рис.11 Балансировочный клапан первичного контура узла COMBI

Конечно же, эту проблему с точки зрения энергосбережения лучше решать, уменьшая мощность котлового насоса, но если его мощность выбрана, исходя из обеспечения необходимым расходом удаленных радиаторов, а на насосно-смесительном узле напор оказался большим из-за близкого расположения к насосу, то на выручку приходит как раз балансировочный клапан первичного контура. При помощи него можно ограничить максимальный расход котловой воды. Его настройка схожа с настройкой балансировоч-

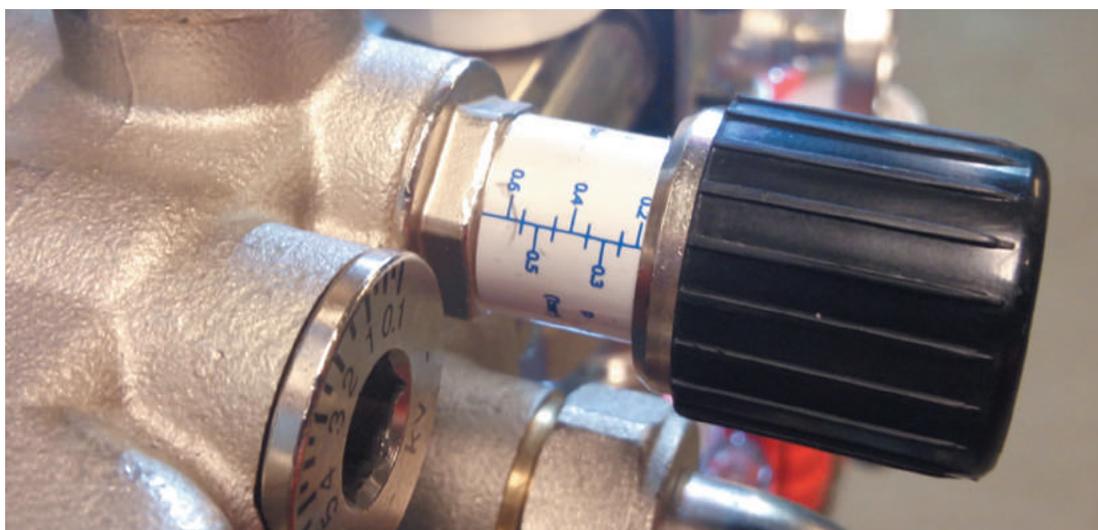
ного клапана байпаса. Если при настройке балансировочного клапана байпаса оказалось так, что он дошёл до максимального значения, при этом температура после узла все ещё слишком велика, то тогда приступаем к закрытию балансировочного клапана первичного контура. Его желательно закрывать постепенно по 0,5 – 1 оборотов, после чего следить за изменением температуры воды после узла. Как только температура после узла станет на 2÷5°C выше требуемой, то настройку можно считать оконченной.

Настройка перепускного клапана (рис.12)

К сожалению, на сегодняшний день многие производители насосно-смесительных узлов пренебрегают данным устройством, более того, многие даже не понимают, зачем перепускной клапан нужен, и вводят в заблуждение коллег сомнениями о его необходимости.

На самом деле, у него несколько функций, он нужен для защиты насоса от работы на «закрытую задвижку», для предотвращения влияния петель теплого пола друг на друга во время регулировки и для поддержания узла в рабочем режиме в течение длительных простоев.

Рис.12 Перепускной клапан узла COMBI



Рассмотрим все эти функции подробнее: Защита насоса от работы на «закрытую задвижку». Если система напольного отопления снабжена системой автоматики и сервоприводы на коллекторе перекрывают движение воды по отдельным петлям по сигналу с комнатных термостатов, то неизбежен случай, когда в тот или иной момент все петли будут в закрытом положении. Циркуляционный насос, который устанавливается в насосно-смесительный узел, как правило, имеет мокрый ротор. Это означает, что ротор насоса вращается в среде воды, и двигатель насоса охлаждается за счёт нее же. Но без циркуляции воды вокруг ротора он начинает перегреваться, из-за чего может произойти его поломка. Насосы VALTEC снабжены защитой от подобного режима работы. В их конструкцию встроен специальный термостат, выключающий насос при достижении электродвигателем температуры 160°C. Однако, если в узел установлен другой насос, то он от такого режима работы может выйти из строя.

Перепускной клапан предотвращает работу на закрытую задвижку следующим образом: как только происходит закрытие сервоприводов, то расход воды в контуре напольного отопления снижается. При снижении расхода воды через насос увеличивается напор. Перепускной клапан устроен таким образом, что при достижении определенного перепада давлений он открывается. Таким образом, как только напор насоса достигнет определенной точки, это будет свидетельствовать о том, что насос работает при расходе близким к нулю. Максимальный напор, развиваемый насосом, указывается непосредственно на корпусе насоса и, как правило, выбирается из ряда 2, 4, 6, 8 метров водяного столба. Если поставить перепускной клапан на давление чуть меньшее максимального напора насоса, то он откроется, как только расход в системе упадет до минимума и предохранит его от перегрева. Конечно же, подобную защиту от «работы на закрытую задвижку» можно осуществить при помощи средств автоматики.

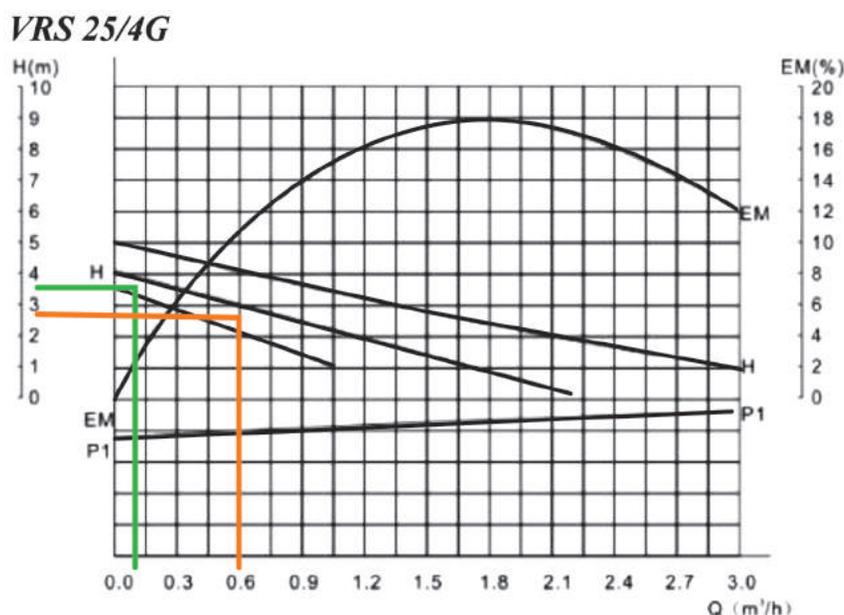
Например, коммуникатор VT.ZC6 отслеживает сигналы от всех термостатов, и, если все термостаты дали команду на закрытие, то он отключает насос и включает его только тогда, когда хотя бы один термостат даст команду на открытие сервопривода. Но данный коммуникатор не решает остальных проблем, которые решает перепускной клапан.

Вторая проблема - это выравнивание потоков теплоносителя и исключение влияния петель друг на друга. Данная проблема заключается в том, что при работе системы автоматике петли будут закрываться сервоприводами независимо друг от друга. При закрытии одних петель, расход воды на оставшихся петлях будет увеличиваться. Увеличение расхода воды происходит за счёт того, что стандарт-

ный трёхскоростной насос устроен таким образом, что при уменьшении расхода, он самостоятельно увеличивает напор, а в петлях теплого пола при увеличении напора создаваемого насосом увеличивается расход. Приведем конкретный пример:

Предположим, что у нас имеется насосно-смесительный узел с насосом 25/4, настроенным на скорость «2». К нему подключен коллекторный блок с пятью выходами. Так же предположим, что длина всех петель одинаковая, и при этом все петли настроены на одинаковый расход 2 л/мин (0,12 м³/час). По графику (оранжевые линии на рис. 13) можно увидеть, что все петли при таком расходе (суммарный расход составит 0,6 м³/час) будут иметь потерю давления 3 м.вод.ст. (или 30 кПа).

Рис.13 График работы насоса VT.VRS25/4



Но что произойдет, если 4 из 5 петель закроют сервоприводы. В этом случае расход воды будет стремиться к расходу через одну петлю, т.е. 0,12 м³/час. Но при этом такой расход будет идти и через насос. Насос же в свою очередь при изменении расхода, увеличит напор до 4 м.вод.ст. (зеленые линии на рис. 13). В свою очередь расход по единственной оставшейся петле увеличится. Данная задача выходит за рамки этой статьи и более подробно описана в статье «**Особенности расчёта систем отопления с термостатическими клапанами**». Стоит отметить, что в результате совместной работы оставшейся петли и насоса в итоге расход и напор установятся в среднем положении. Т.е. расход будет равен примерно 0,3 м³/час. Отсюда мы видим, что расход воды в оставшейся петле увеличится с 2 л/мин до 5 л/мин.

Подобное увеличение расхода повлечет за собой увеличение температуры теплоносителя на выходе из этой петли, что в свою очередь увеличит среднюю температуру пола. Возможно, подобные колебания средней температуры пола для многих

пользователей не являются проблемой, однако в грамотной системе отопления недопустимо, чтобы тепловой режим соседних помещений каким либо образом влиял друг на друга.

В этом случае перепускной клапан работает тем же образом, что и для защиты насоса. При закрытии петель напор насоса начинает расти. Перепускной клапан при увеличении напора открывается и перепускает часть теплоносителя в обратный коллектор. За счёт этого напор и расход теплоносителя остается практически неизменным во всех петлях. Для того чтобы перепускной клапан работал в этом режиме, необходимо его настроить на перепад чуть меньший, чем в первом случае. Если коллекторный блок оснащен расходомерами, то определить настройку достаточно просто. Для этого сначала во всех петлях настраивается требуемый расход теплоносителя. Затем выбирается самая короткая петля либо петля с наименьшим расходом. Как правило, это одна и та же петля. Далее при помощи регулирующих клапанов закрываются все петли кроме выбранной, при этом отслеживается изме-

нение расхода в выбранной петле. Как только все петли будут закрыты, необходимо начать открывать перепускной клапан (уменьшать давление открытия). Клапан открывается до тех пор, пока расход воды в оставшейся петле не вернется к изначальному значению. На этом настройка перепускного клапана считается оконченной. Если после насосно-смесительного узла установлен коллекторный блок без расходомеров, то единственный известный автору статьи способ настройки перепускного – это рассчитать потерю давления в самой длинной петле и выставить это значение на клапане.

Как и ранее, данную функцию может взять на себя система автоматики. А именно - насос с частотным управлением типа VT.VRS25/4EA. У такого насоса есть режим, при котором он автоматически изменяет скорость вращения рабочего колеса при изменении расхода, поддерживая постоянный напор. Но подобные насосы, как правило, дороже обычных трёхскоростных насосов, и их установка требует технико-экономического обоснования.

И наконец, функция поддержания узла в рабочем режиме в течении длительных простоев. Бывают ситуации, особенно в осенне-весенний период, когда средняя температура днём на улице достаточно высокая, и отопление большую часть дня не работает. Ночью температура на улице опускается, и в этот момент отопление включается. Вода в трубах в период простоя днём без циркуляции остывает, и, когда автоматика вечером дает команду на запуск системы, то потребуется некоторое время, пока остывшая вода сменится горячей водой из котла. Если система достаточно объёмная, то нагрев займет некоторое время. В случае же использования перепускного клапана насосно-смесительный узел будет работать и поддерживать температуру воды на заданном уровне в течении всего дня. При этом, если вода в самом узле остынет, то за счёт термостатического клапана узел подаст небольшое количество горячего теплоносителя в контур и оставит температуру на заданном уровне. Узел в любой момент будет готов подать воду с требуемой температурой в контур системы напольного отопления. Как уже было сказано выше, функции перепускного клапана не всегда нужны, и при желании их могут на себя взять другие элементы, такие как коммуникаторы или насосы с частотным преобразователем.

Именно поэтому в 2016 году специалистами компании VALTEC был разработан насосно-смесительный узел VALMIX (рис. 14). Данный узел оптимизирован и имеет более компактный корпус и, в отличие от узла COMBI, не имеет встроенного перепускного клапана. Однако, в этом узле, так же как и в узле Combi, имеется балансировочный клапан байпаса, балансировочный клапан первичного контура, которые позволяют осуществить его настройку практически для любой системы.

Рис. 14 Насосно-смесительный узел VALMIX



В конце статьи я приведу наиболее часто встречающиеся вопросы, не освещенные выше и ответы на них:

Вопрос 1: Почему регулировка температуры воздуха в комнате, отапливаемой теплым полом, осуществляется только в режиме «открыто/закрыто»? Почему нельзя отрегулировать температуру, как на радиаторе - постепенным уменьшением расхода?

Действительно, можно осуществить регулировку систем напольного отопления «вентилем» и снижать мощность теплого пола, снижая расход через петли. Однако к теплomu полу, в отличие от радиаторов, предъявляются дополнительные требования. Одно из таких требований - это распределение температур на поверхности пола. В случае, если разница температур по поверхности пола будет слишком высока, она будет явственно ощущаться человеком, что будет доставлять дискомфорт. Разница температур на поверхности пола зависит от шага укладки трубопроводов и разности температур воды на входе и выходе из петли теплого пола. И, если шаг трубы во время эксплуатации вряд ли поменяется, то разность температур - это величина не постоянная, и зависит она в основном от расхода. Уменьшение расхода в 2 раза приведет к тому, что разница температур теплоносителя увеличится в 2 раза.

Отсюда следует, что, если пытаться регулировать температуру воздуха в комнате изменением расхода, то неизбежно возникнет ситуация при которой человек будет явственно ощущать холодные и теплые участки на своём полу, что не допустимо.

Конечно же, идеальным вариантом регулирования температуры внутреннего воздуха было бы изменение температуры теплоносителя на входе в петлю в зависимости от температуры внутреннего воздуха. Однако для реализации такого способа насосно-смесительный узел необходимо будет ставить на каждую комнату отдельно, что сопряжено уже с большими затратами.

Вопрос 2: *У меня установлен насосно-смесительный узел и контроллер VT.K200. По графику регулирования контроллер должен поддерживать на входе в систему напольного отопления температуру 30°C. А у меня по факту термометр на самом контроллере показывает температуру 35°C. Почему так происходит?*

В этом случае ситуация с завышенной температурой связана с тем, что балансировочный клапан байпаса закрыт сильнее, чем это требуется. Проверить это легко – если в тот момент, когда после узла завышена температура, сервопривод полностью закрыт (цилиндр сервопривода находится в нижнем положении) (рис.15,16), то это значит, что контроллер и так уже полностью перекрыл подачу горячей воды в насосно-смесительный узел и в данный момент просто находится в режиме ожидания пока температура в контуре теплого пола опять не опустится до необходимого уровня.



Рис.15 Сервопривод в закрытом положении



Рис.16 Сервопривод в открытом положении

Это произошло из-за того, что перед узлом резко выросла температура воды из-за запуска системы после простоя, либо из-за резкого пуска котла. Клапан не смог молниеносно среагировать на подобные изменения, и узел «зачерпнул» слишком много горячей воды.

Данная проблема решается увеличением позиции настройки балансировочного клапана байпаса и, если он и так настроен в максимальное положение, то балансировочным клапаном первичного контура.

Жигалов Д.В.

Преимущества погодозависимого регулирования системы отопления загородного дома



На данный момент существует различные, а порой даже противоречивые мнения по поводу необходимости применения погодозависимого регулирования в системе водяного отопления частного дома. Действительно, на сегодняшний день практически во всех сферах человеческой жизнедеятельности мы можем встретить системы автоматизации, которые призваны оптимизировать тот или иной процесс. Однако возникает вопрос: всегда ли это будет целесообразно? В преимуществах и недостатках погодозависимого регулирования мы постараемся разобраться в данной статье.

Для начала, необходимо определить, какие функции призвана выполнять автоматика системы отопления. Выделим две основные:

- обеспечение максимально комфортных условий для проживающих;
- экономия тепловой энергии.

Комфортные условия обеспечиваются не только погодной автоматикой. Для обеспечения оптимальной температуры воздуха внутренних помещений используется целый комплекс инженерных решений, и погодная автоматика является одной из существенных составляющих этого комплекса. Дело в том, что за параметры микроклимата, как правило, отвечают комнатные термостаты, работающие по датчикам температуры внутреннего воздуха и обеспечивающие непосредственную регулировку системы отопления. Однако, уже разбиралось ранее, что применение одних лишь термостатов (если мы говорим про сугубо автоматический режим) не совсем оправдано, так как всегда имеется задержка между изменением температуры наружного воздуха и последующим изменением температуры внутреннего воздуха, а также инерционность самой системы отопления (особенно это касается теплых полов). Учитывая все вышеперечисленные факторы, оказывается, что система начинает работать в прерывистом импульсном режиме с периодическим запозданием. И тут к нам на помощь приходит та самая погодозависимая автоматика, включающая в себя контроллер, который по датчику температуры наружного воздуха будет постоянно корректировать температуру теплоносителя и обеспечивать необходимые параметры.

Комфорт - это конечно хорошо, однако возникает вопрос целесообразности именно постоянной корректировки температуры теплоносителя. Зачастую можно встретиться с таким мнением, что необходимо и достаточно разовой подстройки системы в течение какого-либо периода, либо при резком изменении температуры наружного воздуха.

При этом регулировку можно производить вручную, и, используя различные системы дистанционного управления, избегать излишних «наворотов» в своих инженерных системах, упрощая их эксплуатацию.

Для того, чтобы разобраться в данном вопросе подробнее предлагаю перейти ко второй функциональной части погодозависимого регулирования – экономия энергетических ресурсов.

Конечно, если вы спросите - какой вид регулировки подачи теплоносителя будет самым энергоэффективным, то можно сразу, не задумываясь, ответить – автоматический. Тем самым можно сразу закончить данную статью. Но тут же возникает вопрос, не просто связанный с энергоэффективностью, а с тем, на сколько уменьшаются реальные затраты на выработку тепловой энергии от применения погодозависимой автоматики, и насколько данные меры целесообразны. Многие производители приводят различные цифры, говоря об экономии, однако реальных, подтвержденных расчетом или экспериментом данных, практически, не найти. Возможно, это связано с тем, что достаточно сложно заранее подсчитать, какой реальный эффект будет от данной системы, ведь в расчёт включается большое количество переменных. Все эти переменные связаны с реальным режимом эксплуатации системы водяного отопления и количеством часов пребывания людей в доме.

Таким образом, эффект от применения погодозависимого регулирования мы можем определить двумя способами. Первый способ это экспериментальный, второй – расчетный.

В данной статье мы как раз будем использовать метод номер два, и для этого зададимся исходными данными. Для примера, возьмем дом (рис. 1), расположенный в Ленинградской области, имеющий конструктивные характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 Основные характеристики здания.

Наименование параметра	Значение	Ед. Изм
Общая жилая площадь здания	372	м ²
Объем здания	1116	м ³
Площадь оконных проемов	24	м ²
Площадь дверных проемов	4	м ²
Характеристики ограждающих конструкций:		
Стена наружная		
Штукатурка, $\lambda=0,87$ Вт/ м·К	30	мм
Газобетонные блоки, $\lambda=0,14$ Вт/ м·К	300	мм
Утеплитель, $\lambda=0,053$ Вт/ м·К	100	мм
Облицовочная керамика, $\lambda=1$ Вт/ м·К	10	мм
Пол по грунту		
Насыпка из щебня, $\lambda=0,26$ Вт/ м·К	220	мм
Плита железобетонная, $\lambda=1,11$ Вт/ м·К	350	мм
Пенополистирол, $\lambda=0,043$ Вт/ м·К	100	мм
Плитка, $\lambda=0,38$ Вт/ м·К	10	мм
Перекрытие чердака		
Плита железобетонная, $\lambda=1,11$ Вт/ м·К	300	мм
Утеплитель, $\lambda=0,047$ Вт/ м·К	200	мм
Доска, $\lambda=0,18$ Вт/ м·К	30	мм

Рис. 1 Фасад здания



Для начала, определим расчетные тепловые потери нашего здания при температуре наружного воздуха $t_n = -26^\circ\text{C}$. Для расчета тепловых потерь через каждую ограждающую конструкцию будем использовать формулу:

$$Q_{\text{огр}} = k \cdot A \cdot (t_v - t_n) \cdot n \cdot (1 + \sum \beta) \text{ Вт},$$

Где k – коэффициент теплопередачи ограждения, $\text{Вт}/\text{м}^2\text{K}$;

A – площадь ограждающей конструкции, м^2 ;

t_v и t_n – температура внутреннего и наружного воздуха соответственно, $^\circ\text{C}$;

n – коэффициент уменьшения расчетной разности температур;

β – коэффициент, учитывающий добавочные тепловые потери сверх основных.

Таким образом, величина максимального значения тепловых потерь при минимальной температуре наружного воздуха составит 14 891 Вт, или 14,9 кВт.

Однако, за счет изменения температуры наружного воздуха процесс теплоотдачи переходит в динамику. Для того, чтобы оценить необходимую тепловую нагрузку для нашего здания, в зависимости от температуры наружного воздуха, предлагается произвести ряд расчетов, последовательно подставляя в исходную формулу переменные значения темпе-

ратуры наружного воздуха, в результате чего мы сможем получить зависимость, изображенную на **рис. 2**.

Обратите внимание, что данный график имеет некоторый изгиб, что говорит о нелинейной зависимости температуры и мощности. Данная нелинейная зависимость будет у каждого здания своя за счет индивидуальных конструктивных особенностей.

Помимо представленной выше характеристики нам потребуются значения температур наружного воздуха в течение всего отопительного периода. Для этого воспользуемся архивом данных для Ленинградской области в период 2015-2016 г. Конечно, существуют нормы, исходя из которых каждый год в определенное время начинается отопительный период, однако, если мы рассматриваем частный дом, то он наступает, как правило, при первом резком похолодании. Проанализировав изменение температуры в течение года, был сделан вывод, что отопительный период предположительно начался 5 октября 2015 г и закончился 30 апреля 2016 г. Таким образом, продолжительность отопительного периода составила 7 месяцев, что вполне нормальный показатель для данного региона.

На **рис. 3** представлен график изменения температуры воздуха в течение всего отопительного периода.

Рис. 2 График зависимости необходимой тепловой мощности от температуры наружного воздуха.

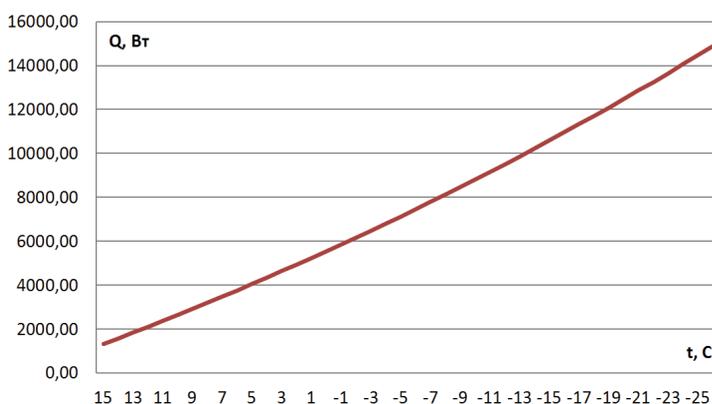
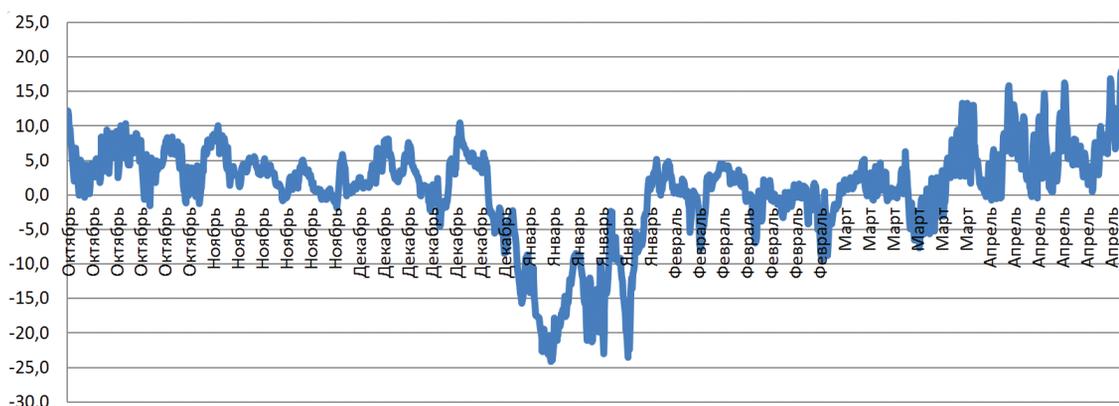


Рис. 3 Изменение температуры наружного воздуха в период с 5.10.2015 по 30.04.2016 в Ленинградской области.



Заручившись исходными данными, переходим к расчету эффекта от применения погодозависимой автоматики.

Принцип работы данного вида регулирования следующий. Датчик температуры наружного воздуха фиксирует изменения температуры и посылает сигнал на контроллер. Контроллер обрабатывает полученную информацию и по определенному алгоритму вычисляет необходимую температуру теплоносителя в системе отопления. Сигнал от контроллера поступает на исполнительный механизм смесительного клапана, и тот, в свою очередь, открываясь или закрываясь, обеспечивает необходимую температуру теплоносителя в обслуживаемом контуре. Отметим, что при этом происходит качественная регулировка, при которой общий расход теплоносителя в системе остается постоянным, т.к. регулирование заключается в степени подмешивания горячего теплоносителя к остывшему. Снижение подмеса горячего теплоносителя приводит к повышению температуры теплоносителя, возвращаемого в греющий (котловой) контур. Это вызывает либо выключение горелки, либо снижение подачи топлива на горелку. Так образуется экономия энергоресурсов, которую и хотелось бы оценить.

ДЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО РАСЧЕТА ЗАДАДИМСЯ СЛЕДУЮЩИМИ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ:

Первый режим работы – постоянная корректировка температуры теплоносителя по датчику наружного воздуха (автоматический режим).

Для расчета затраченной тепловой энергии мы будем вести расчет, учитывая изменения температуры наружного воздуха каждые 3 часа. Данный расчет будет произведен на каждый день в течение всего отопительного периода.

Второй режим работы – в данном режиме мы учтем изменения температуры наружного воздуха по дням

в течение месяца. Предполагается, что это тот самый режим, когда у хозяина есть возможность вручную или удаленно подстраивать температуру теплоносителя каждый день. Логика данного регулирования следующая. При просмотре прогноза погоды или реальном ощущении холода человек выставляет необходимую температуру, однако главным критерием будет являться не экономия ресурсов, а желание не замерзнуть. Однако, при повышении температуры на 2-4°C вероятность того, что хозяин сразу же пойдет прикрывать регулятор стремится к нулю. Таким образом, расчет данного вида регулирования будет производиться по минимальной температуре наружного воздуха в течение дня. Расчет выполняется так же, для всех дней отопительного периода.

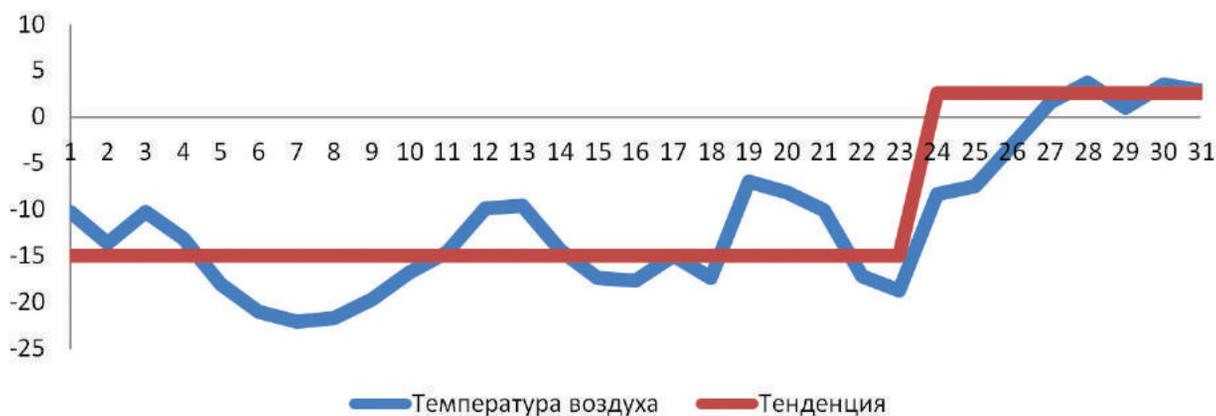
Третий режим работы – предполагает собой ручную подстройку системы в момент резкого изменения температуры наружного воздуха. Для наглядности обратимся к графику, представленному на **рис. 4**.

Из графика видно, что в промежутке с 1 по 23 число включительно, температура наружного воздуха колебалась в диапазоне от -10°C до -20°C, имея среднее значение -15°C. Затем тенденция пошла вверх и мы наблюдаем среднее значение в районе +2,5°C.

Очевидно, что именно в такой момент, любой здравомыслящий человек постарается снизить температуру теплоносителя тем методом, который ему доступен, к примеру, регулировкой мощности котла. И так, при расчете третьего режима работы системы отопления мы будем задаваться минимальными значениями температуры наружного воздуха внутри тренда.

Четвертый режим работы – полное отсутствие какого-либо регулирования температуры теплоносителя. Предполагается, что система отопления работает на полной мощности в течение всего отопительного периода.

Рис. 4 Тенденция изменения температуры наружного воздуха.



Результаты расчета потребленной тепловой энергии за отопительный период для различных видов регулирования сведены в **таблицу 2** и график, представленный на **рис 5**.

Далее, мы можем подсчитать необходимое количество топлива:

$$G_{\text{газа}} = \frac{Q}{q_n \cdot \eta} \cdot 3600 \text{ м}^3,$$

Где: Q – расход тепла за отопительный период, кВт·ч;

q_n – низшая теплота сгорания газа кДж/м³;

η – КПД котла.

Для расчета принимает среднее значение низшей теплоты сгорания для природного газа = 38 231 кДж/м³ и среднее значение КПД котла = 0,92.

Расчет финансовых затрат ведется путем умножения полученного объема топлива на величину стоимости 1000 м³ природного газа, взятого по данным розничных цен на газ за период 2015-2016 г. Стоимость 1000 м³ газа составляла 5636,09 руб. Для определение среднемесячных затрат делим полученное значение на количество месяцев в отопительном периоде:

$$A = \frac{G_r \cdot B}{n} \text{ руб.},$$

Где: G_r – необходимое количество топлива, м³;

B – стоимость 1000 м³ природного газа;

n – количество месяцев в отопительном периоде.

Полученные результаты сведены в **таблицу 3**.

Таблица 2. Потребленная энергия в зависимости от способа регулирования.

Режим работы	Количество потребленной энергии за отопительный период	Единицы измерения
Автоматический режим	27093,27	кВт·ч
Регулировка по дням	30431,89	кВт·ч
Регулировка по периоду	34091,8	кВт·ч
Отсутствие регулирования	76123,5	кВт·ч

Рис. 5 График зависимости тепловой мощности от температуры наружного воздуха при различных режимах работы системы отопления.

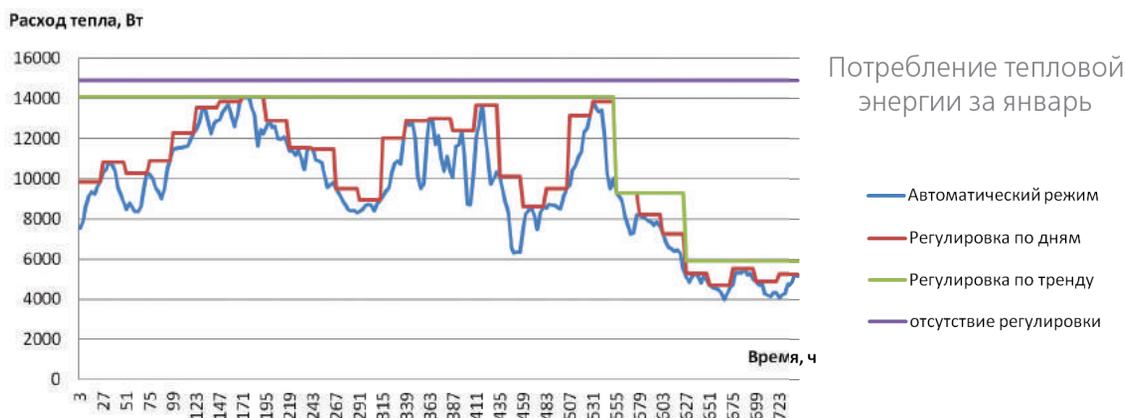


Таблица 3. Расчет экономии энергоресурсов при каждом виде регулирования.

Режим работы	Количество потребленной энергии, кВт·ч	Количество топлива, м ³	Затраты, руб	Среднемесячные затраты, руб	Экономия, %
Автоматический режим	27093,27	2773,25	15627,25	2232,5	64,4
Регулировка по дням	30431,89	3114,99	17553,28	2507,6	60
Регулировка по периоду	34091,8	3489,62	19664,38	2809,19	55,2
Отсутствие регулировки	76123,5	7791,97	43908,46	6272,6	0

Как видно из приведенной таблицы, режим работы, при котором отсутствует регулировка, принят за 100%. Экономия при полностью автоматическом режиме составила 64,4%. Необходимо отметить, что увеличение экономического эффекта будет осуществляться за счет использования, к примеру, режима работы по периодам присутствия/отсутствия жильцов, которые настраиваются индивидуально.

Приведем расчет сроков окупаемости применения погодозависимого контроллера **VALTEC K200.M** (цена декабря 2016 года – 7999 руб.) совместно с сервоприводом **VT.TE 3061** (цена декабря 2016 года – 5974 руб.)

Срок окупаемости рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{Z_m \cdot N_o}{Z_{бр} - Z_a} = \frac{(7999 + 5974) \cdot 7}{43908,46 - 15627,25} \approx 3,5 \text{ мес.}$$

Где: Z_m – затраты на модернизацию системы отопления, руб;

N_o – количество месяцев в отопительном периоде;

$Z_{бр}$ – затраты за отопительный период при отсутствии регулировки, руб;

Z_a – затраты за отопительный период при наличии погодного регулирования, руб.

Как видим, в этом случае мероприятия по энергосбережению окупаются уже в течении первой половины отопительного периода.

Проанализировав вышеприведенные расчеты и графики, необходимо отметить, что погодозависимое регулирование – это вполне оправданная мера, которая позволяет не только повысить степень комфорта, но и сэкономить достаточно существенный процент денежных средств. Конечно, данный расчет был выполнен с учетом ряда допущений и предположений, однако все они были взяты в рамках адекватных значений, что позволяет оценить порядок цен. В любом случае погодозависимая автоматика является полноценным оправданным решением, которое движется в ногу со временем.

Бобров А.А.

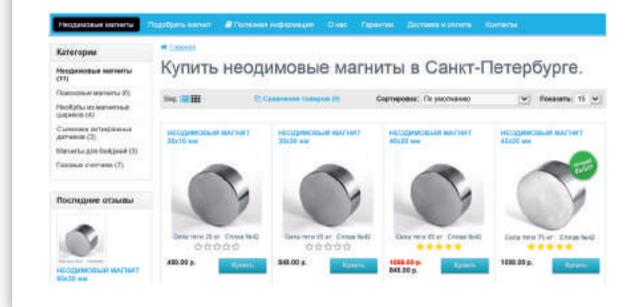
Обману-ка я ... соседа??

С появлением закона об энергосбережении и возможностью устанавливать в квартирах счетчики воды, жители не могли нарадоваться на существенную экономию средств, получившуюся от бережливого пользования природными ресурсами.

Но вот появились и средства для «корректировки расхода» счетчиков, а проще говоря, для искажения их показаний или полной остановки, и восторгу граждан вообще не стало предела!

Интернет-сайты пестрят предложениями покупки неодимовых магнитов и других средств обмана (**Рис. 1**)

Рис. 1 Фрагмент страницы с сайта, предлагающего магниты для остановки счетчиков воды



Благое намерение государства приучить граждан к экономии ресурсов, и надежда на то, что каждый будет оплачивать только то, что он реально потребил, ни к чему не приводят. Всё больше и больше людей начинает блокировать работу своих счётчиков.

Но вот кто кого обсчитывает? Граждане рассуждают примерно так: «Государство обманывало меня, а теперь я обману государство».

Какая ошибка! Ни государство, ни ресурсоснабжающая организация (далее - Водоканал), ни управляющая компания, не теряют ни копейки от такого шарлатанства! Почему?

Все очень просто. Управляющая компания дома, или ТСЖ, расплачивается с Водоканалом по общедомовому счетчику воды, установленному в водомерном узле. Этот счетчик показывает количество реально потребленной воды всем домом, а не «честно украденной» гражданами.

Далее, при расчете с жильцами, управляющая компания, определяет разницу значений между показанием домового счетчика и суммой показаний всех квартирных узлов учета, делит эту разность на всех жильцов и вписывает в квитанцию с пометкой «на общедомовые нужды».

Таким образом, все жильцы дома, добросовестные и не очень, все равно оплачивают то, что они якобы украли у государства.

Для иллюстрации вышеизложенного, приведем два примера оплаты водопотребления. Для обоих примеров используются следующие исходные данные:

Имеется жилой дом с количеством жителей 100 чел. Расход потребленной домом воды (холодной и горячей), согласно показаниям общедомового счетчика ХВС, составил 1000 м³/месяц. В том числе, на ГВС - 400 м³/месяц, на ХВС - 600 м³/месяц.

Пример №1. Все жители дома честно оплачивают количество потребленной воды, согласно показаниям своих квартирных узлов учета (**Таблица 1**).

Таблица 1
Фрагмент счета на оплату коммунальных услуг для квартиры с одним жильцом

Вид платежа	Тариф	Расход	Стоимость	Изм. размера оплаты		Мера соц. поддержки	Начислено
				Сумма	Осн.*		
КОММУНАЛЬНЫЕ УСЛУГИ							
ХВС (инд.потребл.) куб. метр	23,13	3,5	80,95	-	-	-	80,95
ХВС (общед. нужды) куб. метр	23,13	0,2	4,62	-	-	-	4,62
ГВС (инд.потребл.) куб. метр	92,51	2,5	231,27	-	-	-	231,27
ГВС (общед. нужды) куб. метр	92,51	0,1	9,25	-	-	-	9,25
ИТОГО							326,11

Примечание: Расходы приняты ориентировочные, для иллюстрации соотношения индивидуального и общедомового потребления воды.

Пример №2. Половина жителей дома честно оплачивает количество потребленной воды (**Таблица 2**), а другая половина остановила свои водосчетчики (**Таблица 3**).

Таблица 2
Фрагмент счета на оплату коммунальных услуг для квартиры с одним жильцом, честно оплачивающим количество потребленной воды

Вид платежа	Тариф	Расход	Стоимость	Изм. размера оплаты		Мера соц. поддержки	Начислено
				Сумма	Осн.*		
КОММУНАЛЬНЫЕ УСЛУГИ							
ХВС (инд.потребл.) куб. метр	23,13	3,5	80,95	-	-	-	80,95
ХВС (общед. нужды) куб. метр	23,13	3	69,39	-	-	-	69,39
ГВС (инд.потребл.) куб. метр	92,51	2,5	231,27	-	-	-	231,27
ГВС (общед. нужды) куб. метр	92,51	2	185,02	-	-	-	185,02
ИТОГО							566,63

Расходы воды на общедомовые нужды в **Таблицах 2 и 3** вычислены следующим образом:

- сумма показаний со всех квартирных узлов учета ХВС:=300 м³/месяц
- общедомовые нужды на ХВС (разница между показаниями общедомового счетчика ХВС и суммой показаний квартирных узлов учета) = 600-300=300 м³/месяц.
- расход воды на общедомовые нужды ХВС на одного жителя =300/100=3 м³/месяц/чел.

По той же методике рассчитывается расход на общедомовые нужды ГВС.

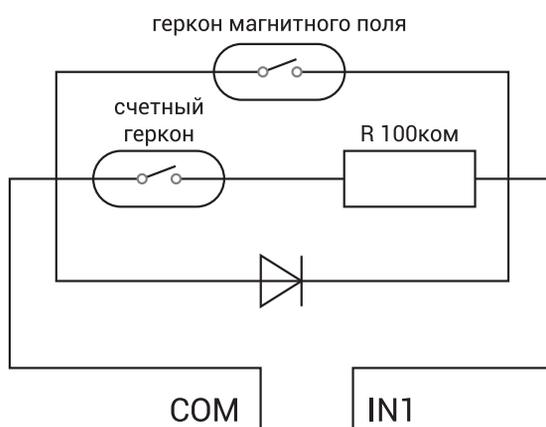
Таблица 3
Фрагмент счета на оплату коммунальных услуг для квартиры
с одним жильцом, остановившим водосчетчик

Вид платежа	Тариф	Расход	Стоимость	Изм. размера оплаты		Мера соц. поддержки	Начислено
				Сумма	Осн.*		
КОММУНАЛЬНЫЕ УСЛУГИ							
ХВС (инд.потребл.) куб. метр	23,13	0	0	-	-	-	0
ХВС (общед. нужды) куб. метр	23,13	3	69,39	-	-	-	69,39
ГВС (инд.потребл.) куб. метр	92,51	0	0	-	-	-	0
ГВС (общед. нужды) куб. метр	92,51	2	185,02	-	-	-	185,02
ИТОГО							254,41

Рис. 2 Водосчетчик VLF-IC



Рис. 3 Электрическая схема счетчика VLF-IC



Из представленных таблиц можно сделать следующие выводы:

- 1. Платить за воду все равно придется, даже при остановленных водосчетчиках.**
- 2. Чем выше процент аферистов в доме, тем больше плата за воду в строке «на общедомовые нужды».**
- 3. Больше всего от аферы с водосчетчиками страдают законопослушные граждане, так как им приходится платить и за себя, и «за того парня».**

Итак, надеясь надуть государство, сосед обманывает соседа! Не по-товарищески как-то получается!

Именно поэтому правоохранительные органы не предпринимает никаких мер по блокировке сайтов, продвигающих различные средства для остановки водо- и других счетчиков. Хотите обманывать друг друга? На здоровье!

Но существуют ли все-таки способы защиты честных граждан от жуликоватых соседей?

Да. Сегодня на рынке присутствуют счетчики, способные регистрировать случаи воздействия на них магнитных полей и передавать информацию о таком воздействии в сеть диспетчеризации здания.

Например, водосчетчики VALTEC VLF-IC с импульсным выходом и формирователем сигнала о воздействии магнитного поля (**Рис.2**)

Эти счетчики имеют два геркона (прим.: геркон - пара ферромагнитных контактов). Первый геркон служит для передачи в систему сбора данных информации о количестве воды, потребленной жителями квартиры. Второй геркон отвечает за индикацию и передачу в сеть сигнала, возникающего при воздействии на счетчик магнитного поля (**Рис.3**).

Принцип действия данной схемы следующий: при обычной работе импульс определяется переходом состояния от 100кОм (геркон замкнут) до 1Мом (геркон разомкнут). При воздействии внешнего магнитного поля замыкается второй геркон и сопротивление на выходе становится равным «0».

Счетчики VALTEC VLF-IC разработаны специально для использования в автоматизированных системах сбора данных. Например, они прекрасно интегрируются в беспроводную систему диспетчеризации VALTEC CASCAD, включающей в себя два основных

компонента: радиопреобразователи импульсов VT.D100 и концентраторы сигналов VT.J100 (Рис.4).

Принцип работы системы следующий: счетчики VALTEC VLF-IC по проводной схеме подключаются к радиопреобразователю импульсов VT.D100 (Рис.5,7) который по радиоканалу передает информацию на концентратор VT.J100 (Рис.6), и далее - на сервер учета управляющей компании. Интересно, что в качестве «ретрансляторов» радиосигнала выступают ближайшие исправные радиопреобразователи других соседних квартир (технология D-Mesh).

Рис. 4 Принципиальная схема работы беспроводной системы диспетчеризации VALTEC CASCAD

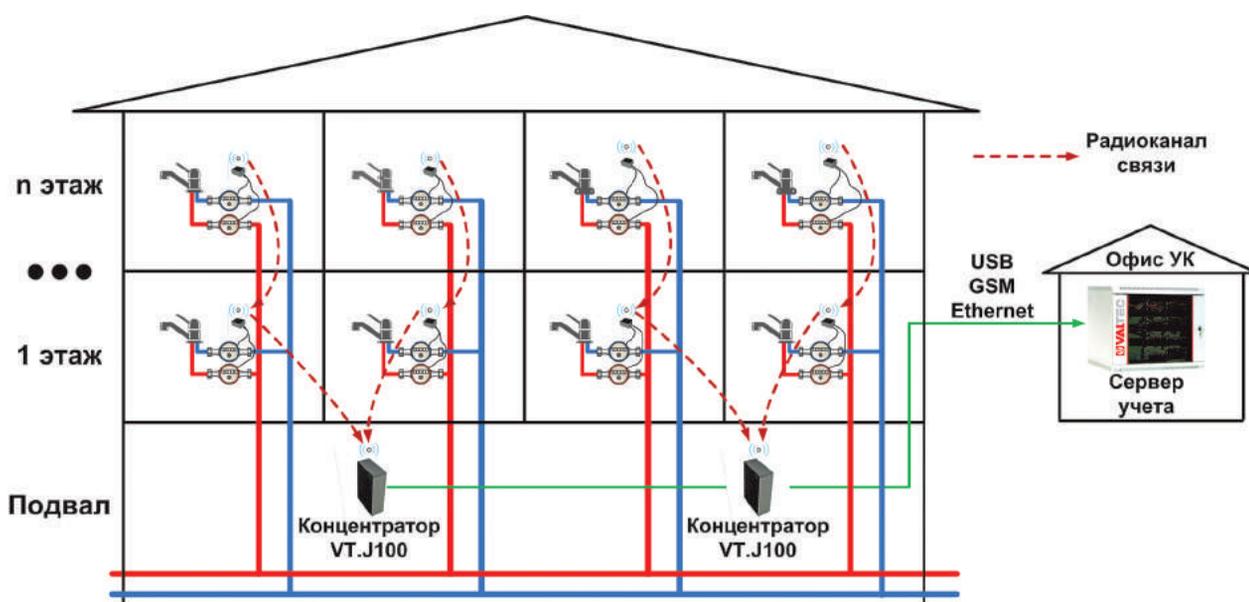


Рис. 5 Радиопреобразователь импульсов VT.D100



Рис. 6 Радиоконцентратор VT.J100



Рис. 7 Подключение приборов учета к преобразователю VT.D100

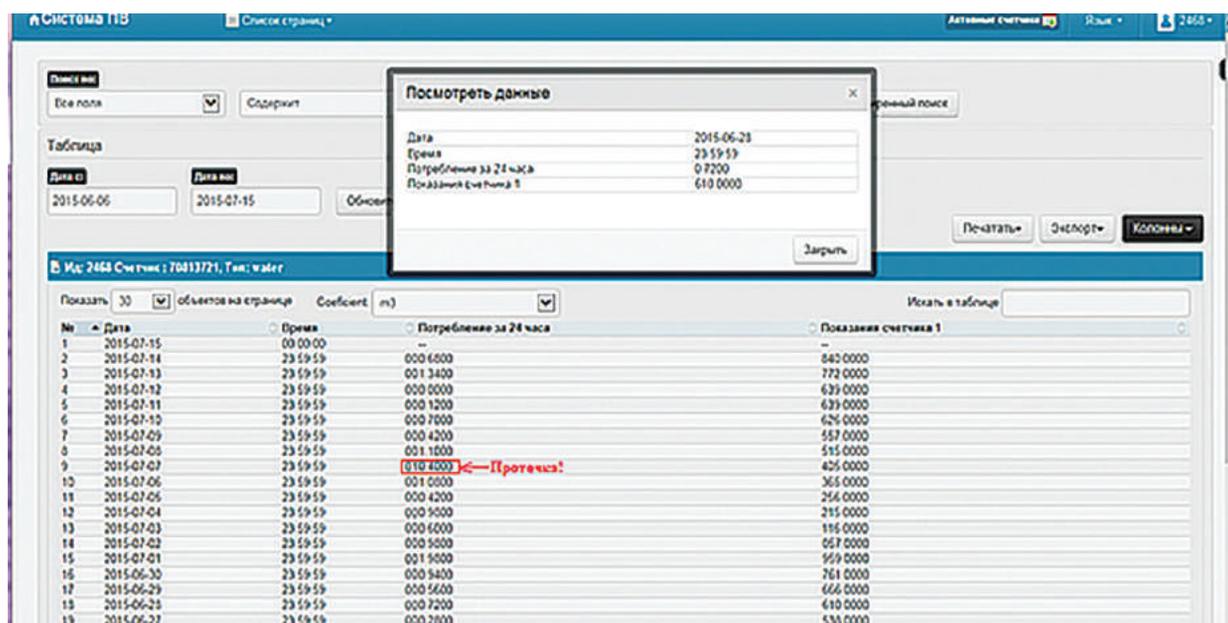


Основные возможности, обеспечиваемые системой VT.CASCAD:

- формирование отчетов о потреблении ресурсов;
- контроль воздействия магнитного поля на узлы учета;
- доступ к данным о потреблении с АРМ (автоматизированное рабочее место) через Web-браузер;
- легкость вычисления случаев занижения показаний и кражи ресурсов;
- выяснения мест «небаланса» потребления (например, из-за протечек).

Информация по потребленным ресурсам предоставляется жителям и сотрудникам управляющей компании двумя способами, либо через локальную сеть здания (например, подключенный к серверу ноутбук), либо через Web по сети интернет (Рис.8).

Рис. 8 Web-интерфейс системы учета данных VT.CASCAD



Любой житель, обладая паролем доступа, может просмотреть информацию об учитываемых ресурсах.

Для управляющей компании доступны показания всех своих абонентов.

Возможно использование для обработки данных программы «PW», которая так же работает через интернет или локальную сеть.

Интерфейс программы «PW» позволяет анализировать потребление энергоресурсов по каждому

абоненту, в том числе получать данные о «суточном потреблении», «часовом потреблении» «потреблении за отчетный период».

Кроме того, данная система позволит вычислить нарушителей, и управляющая компания сможет начислить им счет за воду по нормативному расходу на человека, или распределить количество украденной воды поровну между всеми нарушителями, не затрагивая интересы добропорядочных жильцов.

Система диспетчеризации обладает и еще одним удобством: она позволяет управляющим компаниям снимать показания со всех приборов учета одновременно в один учетный день. Ведь существует и такая проблема, как снятие показаний с квартирных счетчиков жильцами в разные дни, что создает дополнительные сложности при взаиморасчетах между ними и управляющей компаний. По этой причине, даже если и нет воровства с помощью различных манипуляций с приборами учета, сумма показаний квартирных узлов учета никогда не будет равна показаниям общедомового счетчика воды.

Именно одновременное считывание показаний со всех счетчиков воды в доме показывает реальную картину водопотребления.

Ниже представлен приближенный расчет стоимости системы диспетчеризации VALTEC CASCAD для жилого 120 квартирного дома с 240 приборами учета (Таблица 4).

Когда же жителям следует задуматься над тем, не пора ли установить контроль над незаконным потреблением воды в доме? Видимо тогда, когда сумма к оплате воды в строке «на общедомовые нужды» начнет приближаться к сумме, «за индивидуальное потребление». Это будет означать, что количество жуликов-соседей превысило «предельно-допустимые» нормы.

Решение о замене существующих в доме счетчиков, на счетчики с формирователем сигнала о воздействии магнитного поля и об установке единой системы сбора данных должно приниматься на общедомовом собрании жильцов.

Ну а для управляющих компаний, установка автоматизированных систем сбора данных, кроме значительного облегчения работы по взаиморасчетам, позволит также избежать и возникновения конфликтных ситуаций с жильцами.

Таблица 4
Стоимости системы диспетчеризации VALTEC CASCAD

Оборудование	Кол-во, шт.	Цена, руб.	Стоимость, руб.	Стоимость на квартиру, руб.
Квартирный счетчик воды VALTEC VLF-IC	240	1207	289 680	2414
Преобразователь импульсов VT.D100	120	6 795	815 400	6795
Концентратор VT.J100	1	48 825	48 825	407
Сервер с ПО VT.Miniserver	1	102 375	102 375	853
Итого			1 256 280	10469

Примечание:

1. Расчет стоимости оборудования приближенный. Для полного понимания цены требуется разработка проекта системы диспетчеризации.
2. Цены действительны на ноябрь 2015 года.

Полякова Е.В.

Котлы, химия, физика и трехходовые клапаны

Рис. 1 Схема твёрдотопливного котла.

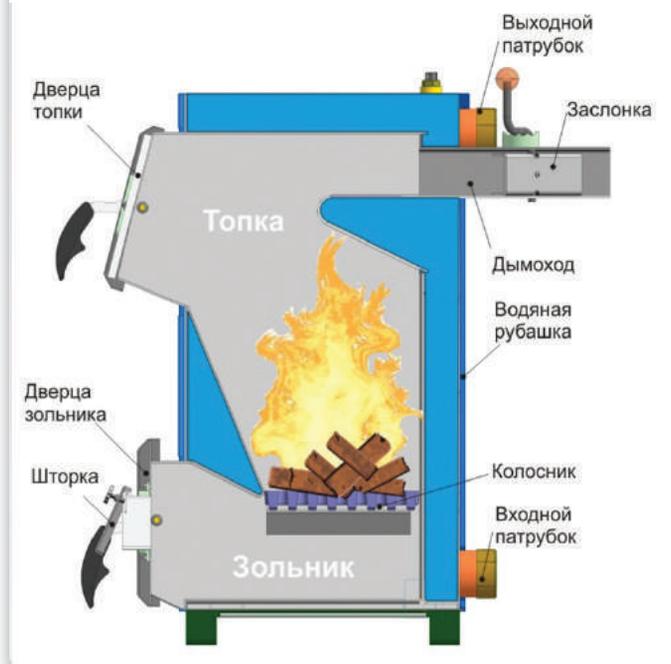
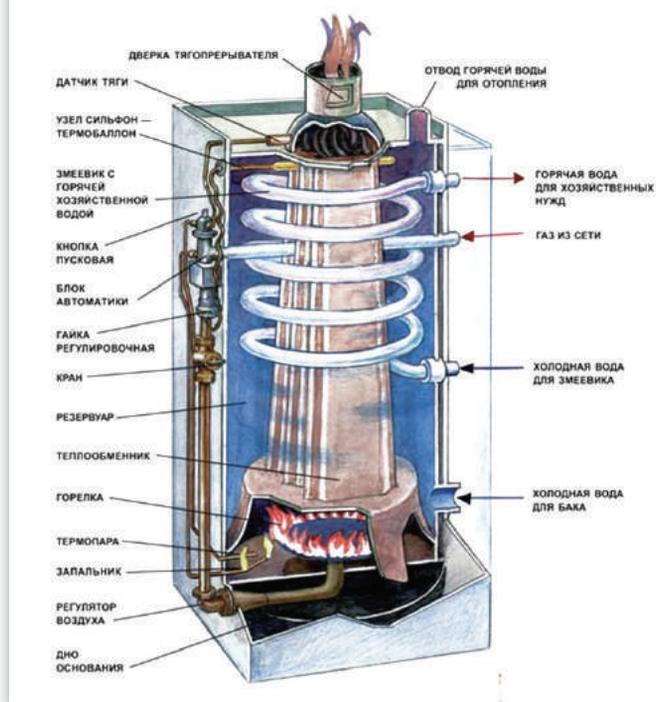


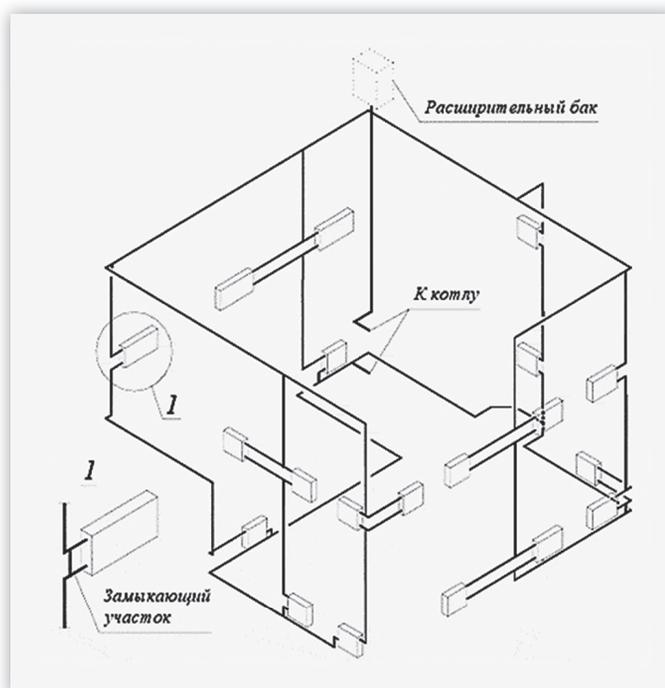
Рис. 2 Схема газового котла



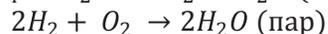
При проектировании систем отопления, особенно в частных домах, часто можно столкнуться с такой ситуацией: проект выполнен на очень высоком уровне, все сноски на месте, размерные привязки расставлены, раскладка трубопроводов выполнена и сбалансирована, гидравлические расчеты сведены в таблицы. Но вот открывается страница с общей схемой системы отопления, и на месте её "сердца" стоит лишь обозначение "существующий источник тепла" или просто "котёл".

Чаще всего в качестве источника тепла в частных домах (и иногда даже в квартирах) устанавливают газовые котлы. Немного реже, но, тем не менее, ещё один встречающийся вариант – твердотопливные. Рассмотрим их принципиальные схемы (рис. 1, 2).

Как можно увидеть, общий принцип работы этих котлов при должном упрощении схож между собой. Холодный теплоноситель приходит в котел, при помощи теплообменника нагревается до требуемой температуры и поступает дальше в систему отопления. На первый взгляд всё просто и логично, но в данном случае есть определенные нюансы, которые требуют пристального внимания к себе. Так что же может пойти не так?



Для ответа на этот вопрос необходимо углубиться в химию протекающих процессов. Природный газ, что сжигается в горелках и благодаря которому происходит нагрев воды, на 70-98% состоит из метана (CH_4), но кроме этого он же содержит и другие вещества, входящие в его состав, такие как: водород (H_2), сероводород (H_2S), углекислый газ (CO_2), азот (N_2) и другие включения. При сжигании такой газовой смеси происходят следующие химические реакции:



В данной реакции, H_2O в виде пара уходит через дымоход, предусмотренный котельным оборудованием, тогда же, как CO_2 – диоксиду углерода (он же углекислый газ), что 1,5 раза тяжелее воздуха, намного сложнее покинуть камеру сгорания. В ней данный газ имеет возможность вступить в следующую реакцию:



Так откуда же в камере сгорания может взяться жидкая вода, благодаря которой образуется

H_2CO_3 – угольная кислота?

Для рассмотрения этого вопроса необходимо отступить немного назад и рассмотреть схему и принцип работы системы отопления с физической точки зрения.

В идеальном варианте, параметры теплоносителя системы отопления могут выглядеть как на **рисунке 3**.

Однако такая система будет иметь только после прогрева всех помещений и вхождения всех элементов в рабочее состояние. Ведь если рассмотреть случай, когда система только запускается и все помещения ещё холодные, то можно увидеть на **рисунке 4**.

Для нагрева помещений в самом начале работы системы будет затрачиваться куда больше тепла, чем в момент, когда эти помещения уже будут прогреты и необходимо только поддерживать заданную температуру. Соответственно, теплоноситель, возвращающийся обратно в котел, при запуске непрогретой системы, имеет гораздо меньшую температуру. Именно в этот момент котельное оборудование наиболее подвержено опасности.

Рис. 3 Схема системы отопления с рабочими параметрами теплоносителя.

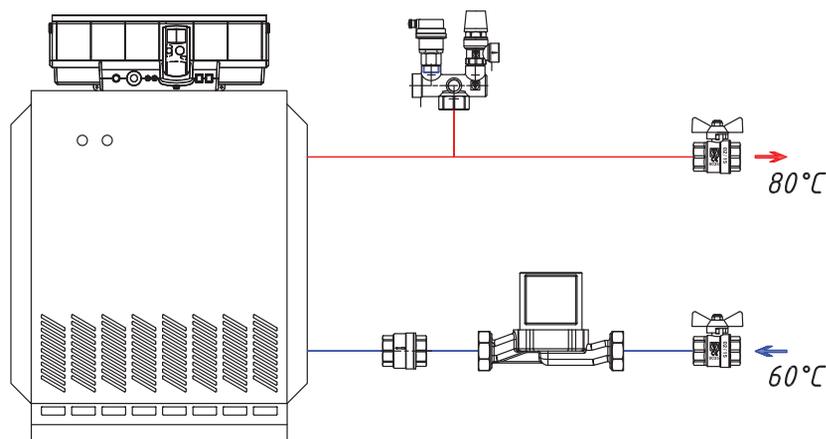
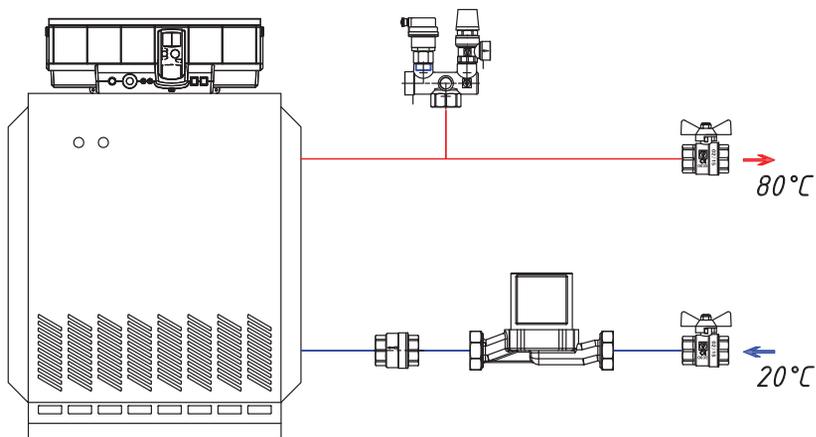
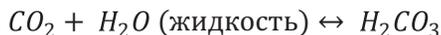


Рис. 4 Схема системы отопления с параметрами теплоносителя при запуске.

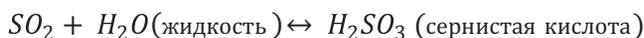


Из-за большого перепада температур в обратном трубопроводе и камере сжигания, на поверхности теплообменного аппарата конденсируется влага, которая в свою очередь имеет прямой доступ к продуктам сгорания газа.



Именно этот конденсат, выступивший на стенках теплообменника, при взаимодействии с CO_2 образует H_2CO_3 , известную как угольная кислота.

Кроме того, если обратить внимание на другие продукты сгорания, то можно увидеть образование следующих веществ:



А при высоких температурах, которые обеспечивает горелка газового котла, возможна следующая реакция:

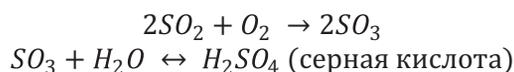


Рис. 5 Трехходовой термостатический смесительный клапан VT.MR02



Таким образом, из безвредного конденсата, выступающего на пластинах теплообменника, получаются достаточно едкие (хотя и не сильно концентрированные) кислоты, разъедающие элементы котла, приводя его в полную негодность. Всё вышеописанное так же справедливо и для твердотопливных котлов, поскольку при сгорании древесины (в разном процентном отношении, в зависимости от её типа) выделяются всё те же: окись углерода (CO_2), пары воды (H_2O), сернистый газ (SO_2) и азот (N_2). Соответственно все химические реакции в камере твердотопливного котла будут происходить схожим образом.

Следует отметить, что для чугунных теплообменников, часто используемых в твердотопливных котлах, так же присутствует и другая проблема: из-за большого перепада температур на подаче-обратке, тело чугунного теплообменника из-за свойств материала (высокая теплопроводность, но низкая пластичность) может просто растрескаться, приведя всё котельное оборудование в полную негодность.

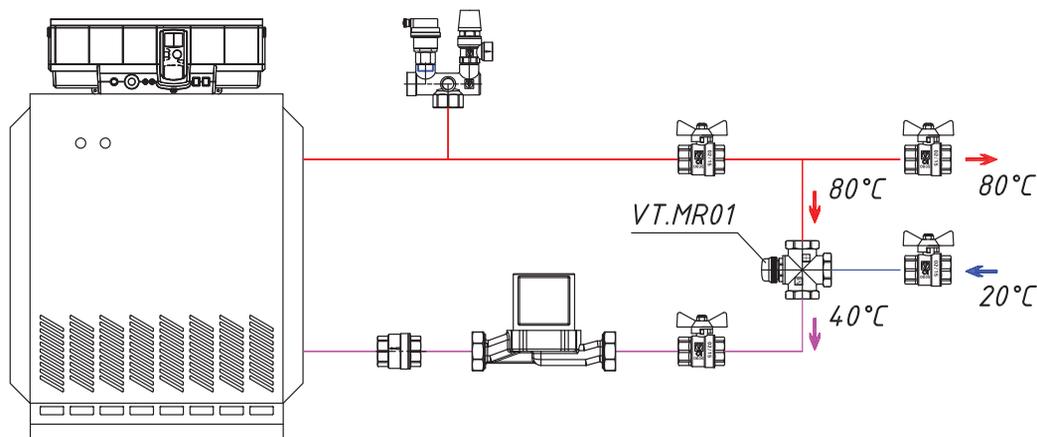
Существует изрядное количество способов для защиты котельного оборудования от значительного перепада температур. Одним из самых простых является установка трехходового клапана.

Задача и принцип его работы заключается в том, чтобы удержать температуру теплоносителя в требуемых пределах на момент запуска системы путем подмеса более горячей воды к более холодной. Количество подмешиваемого теплоносителя определяется степенью открытия клапана. Регулировать подъем штока, благодаря которому осуществляется открытие/закрытие клапана, возможно как вручную, так и при помощи термоголовок либо сервоприводов, в зависимости от требований системы.

Ассортимент термостатических трехходовых клапанов **VALTEC** обозначен серией **MR** (рис. 5), в которую входит три клапана, отличающихся конструктивно и технически.

Чтобы разобраться в принципе их работы, рассмотрим схемы с применением данных клапанов, как на рисунке 6.

Рис. 6 Схема системы отопления с использованием клапана VT.MR01.



Технически клапан **MR01** имеет нерегулируемый байпас, т.е. часть теплоносителя даже при поднятом положении штока (термоголовка или сервопривод ещё не отработали на заданную температуру) будет циркулировать через всю систему и подмешивать часть холодного теплоносителя, пришедшего из вторичного контура.

Однако можно заметить, что установка данного клапана позволила уменьшить перепад температур на входе/выходе из котла с 60°C до 40°C . Как было указано выше: чем меньше значение перепада температур, тем меньше конденсата будет появляться на стенках теплообменника. Тем не менее, значение в 40°C всё ещё велико и для его уменьшения рассмотрим следующую схему на **рисунке 7**.

Клапан **VT.MR02** выполнен таким образом, что весь теплоноситель будет циркулировать по

малому контуру. Таким образом, теплоноситель, поступающий из котла, приходит обратно в котёл, защищая теплообменник как от большого перепада температур, так и от его следствия – конденсата. В данном случае поставленная нами задача избавление от конденсата – уже решена.

Но, как и во многих других схемах, в данной нет предела совершенству. Для регулирования движения потоков теплоносителя в данной схеме нет другого варианта, кроме как делать это вручную. Но каждый раз ходить к котлу и перенастраивать клапан на ту или иную позицию слишком трудозатратно, да и всегда есть вероятность про это забыть.

Поэтому клапаны так же снабжены возможностью подключения арматуры, избавляющей нас от этой обязанности (**рис. 8**).

Рис. 7 Схема системы отопления с использованием клапана VT.MR02.

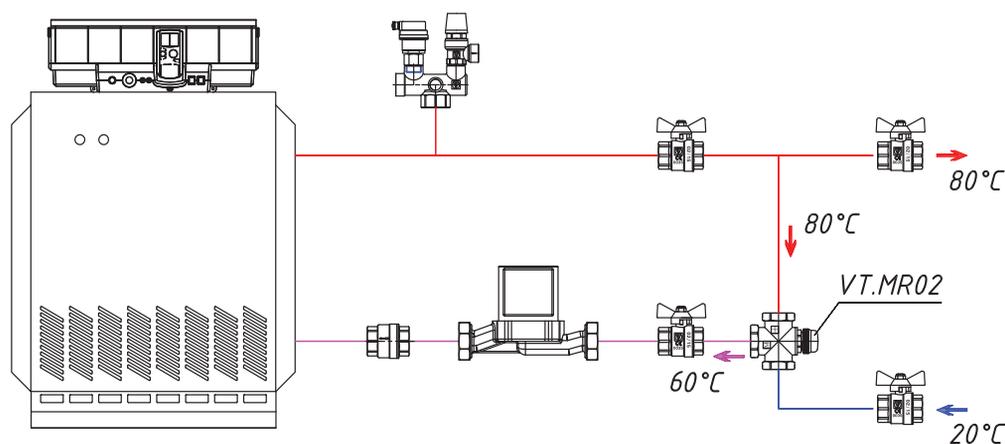
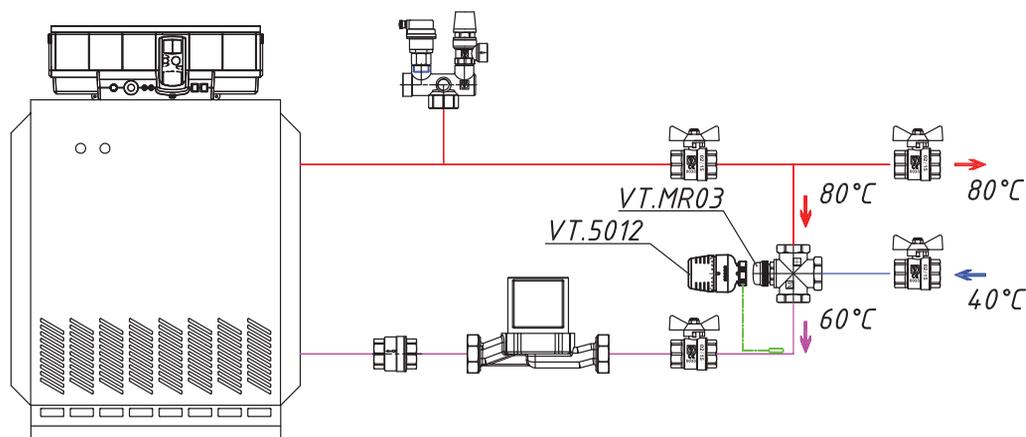


Рис. 8 Схема системы отопления с использованием клапана VT.MR03 и термоголовки с выносным датчиком VT.5012.



В данной схеме (рис. 8 стр. 91) был использован клапан VT.MR03 (рис. 9), имеющий регулируемый байпас, что не дает теплоносителю поступать из вторичной системы до тех пор, пока клапан находится в открытом положении. Для того чтобы регулировать температуру поступающего теплоносителя и автоматически производить открытие/закрытие клапана, когда эта температура будет изменяться, на клапан VT.MR03 была установлена термоголовка с выносным датчиком VT.5012. При помощи этого датчика на термоголовку будет поступать информация о температуре теплоносителя, приходящего в обратный трубопровод первичного контура и по достижению заданного значения (60°C – рабочее значение температуры обратного теплоносителя) клапан будет закрываться и пускать теплоноситель во вторичный контур, непосредственно к отопительным приборам.

Рис. 9 Трехходовой смесительный клапан VT.MIX03



Таким образом, в момент запуска системы трехходовой клапан пустит весь теплоноситель на прогрев котельного оборудования, для избежания завышенного значения перепада температур, что может повлиять на работоспособность оборудования. Когда же котельный контур прогреется до рабочих температур – трехходовой клапан автоматически переключится на снабжение остальной системы отопления.

Кроме того, для больших котельных установок, у которых расход теплоносителя превышает значение 10 м³/ч, в ассортименте VALTEC есть клапаны серии VT.MIX. Назначение данного клапана схоже с серией MR – смешение или разделение потоков. Клапаном серии MIX можно управлять как вручную при помощи ручки, установленной на клапане, так и с помощью сервоприводов (рекомендуемая модель VT.M106).

В заключении хочется отметить, что не всегда увеличение количества элементов в системах – ведут к их надежности. Однако существуют технические решения, позволяющие существенно повысить рабочий ресурс оборудования и сделать ещё один шаг к комфорту и надежности систем отопления, подающих тепло в наши дома.

Павлов С.А.