

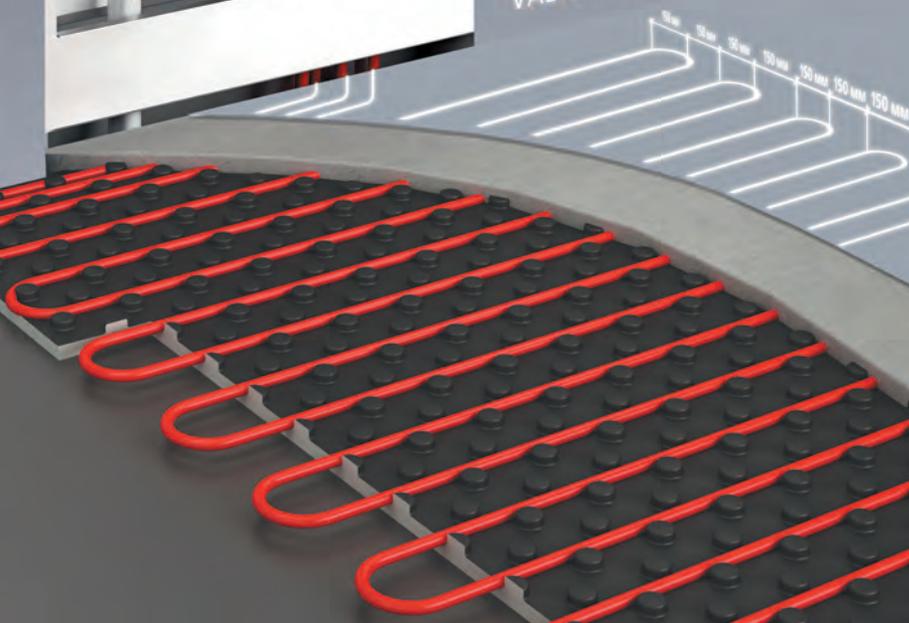


ВОДЯНОЙ ТЁПЛЫЙ ПОЛ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ, НАСТРОЙКА



VALTEC.PRG



www.valtec.ru



ВОДЯНОЙ ТЁПЛЫЙ ПОЛ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ, НАСТРОЙКА
(шестая редакция, исправленная и дополненная)

2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения о тёплых полах

1.1. Преимущества и недостатки напольного отопления	4
1.2. Заблуждения, касающиеся тёплых полов	7
1.3. Возможности напольного отопления	9
1.4. Немного истории	12

2. Конструкции и материалы

2.1. Конструктивные решения водяных тёплых полов	13
2.1. Трубы для устройства тёплого пола	14
2.3. Способы раскладки петель тёплого пола	15
2.4. Устройство краевых зон	19
2.5. Требования к стяжке	20
2.6. Требования к утеплителю	21
2.7. Крепление труб	23
2.8. Армирование стяжки	25
2.9. Требования к чистовому покрытию пола	25
2.10. Паро- и гидроизоляция	26
2.11. Деформационные швы	27

3. Оборудование

3.1. Коллекторы и коллекторные блоки	28
3.2. Дополнительная арматура коллекторных блоков	29
3.3. Коллекторные (распределительные) шкафы	31
3.4. Насосно-смесительные узлы	33
3.4.1. Насосно-смесительные узлы VT.Combi и VT.COMBI.S.180	35
3.4.2. Насосно-смесительный узел VT.Dual	37
3.4.3. Насосно-смесительный узел VT.Valmix	38
3.4.4. Насосно-смесительный узел VT.Technomix	38
3.4.5. Сравнение насосно-смесительных узлов VALTEC	39
3.5. Безнасосные регулирующие узлы для тёплого пола	40
3.5.1. Монтажные комплекты VT.ICBOX	40
3.5.2. Тёплый пол на базе ограничителей температуры прямого действия	43

4. Настройка оборудования

4.1. Балансировка петель тёплого пола	45
4.2. Настройка балансировочного клапана вторичного контура	52
4.3. Настройка балансировочного клапана первичного контура	55
4.4. Подбор насоса	57
4.5. Насосно-смесительные модули системы VT.Varimix	60
4.6. Насосно-смесительные узлы поэлементной сборки	63

5. Автоматическое регулирование напольного отопления

5.1. Задачи автоматического регулирования	65
5.2. Комнатные термостаты	67
5.3. Сервоприводы регулирующих клапанов	88
5.4. Зональный коммуникатор	90
5.5. Погодозависимое регулирование	94
5.6. Контроллер VT.K500	97

6. Расчёт тёплого пола

6.1. Задачи теплотехнического расчёта тёплого пола	101
6.2. Метод коэффициентов	102
6.3. Аналитический метод	105
6.4. Особенности расчёта при использовании краевых зон	108
6.5. Графический метод расчёта	109
6.6. Табличный метод расчёта	112

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Нормативные требования к тёплым полам	114
2. Гидравлические характеристики полимерных и металлополимерных труб	118
3. Коллекторы и коллекторные блоки VALTEC	119
4. Коллекторные шкафы VALTEC	124
5. Таблица подбора коллекторных шкафов VALTEC	126
6. Состав насосно-смесительного узла VT.COMBI	127
7. Состав насосно-смесительного узла VT.DUAL	130
8. Состав насосно-смесительного узла VT.VALMIX	132
9. Состав насосно-смесительного узла VT.TECHNOMIX	133
10. Готовые комплекты для устройства тёплых полов	134

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЁПЛЫХ ПОЛАХ

1.1. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Водяные тёплые полы прочно вошли в арсенал инженерного оборудования дома благодаря созданию ими максимально комфортного для человека и домашних животных температурного режима по сравнению с привычным радиаторным отоплением.

Радиаторное отопление, поддерживая требуемую среднюю температуру воздуха в помещении, даёт далеко не идеальное распределение температур по высоте, так как значительная доля тепловой энергии радиатора передаётся в помещение с помощью конвекции. При этом основной восходящий конвективный поток сосредоточен в прирадиаторной зоне. Он перемещает воздух к потолку, и затем неравномерно распределяет нагретый воздух по объёму помещения.

Зона комфортной температуры (20-21°C) при радиаторном отоплении располагается на уровне груди стоящего человека (150 см). Ниже уровня 40 см от пола температура воздуха не превышает 16-17°C, а припотолочный воздух прогревается до температуры 23-24°C.

Применение напольного лучистого отопления приводит к вертикальному распределению температур, близкому к идеальному (см. рис. 1.1.1).

Напольное отопление не создаёт таких мощных конвективных потоков, как радиаторы, а тем более — конвекторы, так как температура нагревающей поверхности полов намного ниже, чем у традиционных нагревательных приборов. При этом циркуляция пыли в помещении существенно снижается.

С точки зрения интерьера, отсутствие в нём таких казалось бы неизбежных элементов, как стояки и нагревательные приборы, позволяет в полной мере использовать площадь комнаты для размещения элементов мебели и внутреннего убранства.

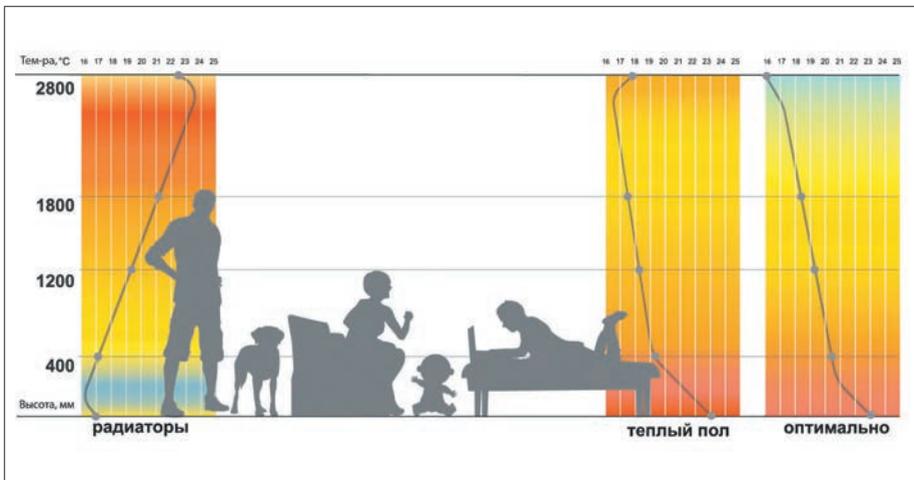


Рис. 1.1.1. Графики распределения температуры по высоте помещения

Кроме водяных тёплых полов в настоящее время достаточно широко применяются и электрические тёплые полы, которые, с точки зрения монтажа, менее трудоёмки. Однако следует иметь в виду, что отопление электричеством — одно из самых дорогих в эксплуатации (**см. таблицу 1.1.1**).

Таблица 1.1.1. Сравнительная стоимость 1 кВт тепловой энергии

Источник тепла	Цена на 01.07.2025 г. в Ленинградской области	Теплотворная способность	Стоимость 1 кВт
Газ природный	9,16 руб./м ³	9,3 кВт/м ³	1,23* руб./кВт
Дрова	2,43 руб./кг	4,2 кВт/кг	0,72* руб./кВт
Пеллеты	8,56 руб./кг	4,7 кВт/кг	2,28* руб./кВт
Уголь	4,15 руб./кг	7,5 кВт/кг	0,69* руб./кВт
Сжиженный газ	48,8 руб./кг	12,5 кВт/кг	4,88* руб./кВт
Солярка	69 руб./кг	11,9 кВт/кг	7,24* руб./кВт
Электроэнергия	6,59 руб./кВт·ч		6,59 руб./кВт
Центральное отопление	3000 руб./Гкал	(1648 кВт/Гкал)	1,82 руб./кВт

Примечание: *КПД теплогенератора принят 80 %.

Пользуясь **таблицей 1.1.1** можно вычислить, что в условиях Санкт-Петербурга, где отопительный период продолжается 200 суток, водяные тёплые полы площадью 100 м² с удельным тепловым потоком 60 Вт/м², подключённые к котлу на природном газе, обойдутся дешевле электрических полов на:

$$200 \times (6,59 - 1,23) \times 24 \times 100 \times 0,06 = 154\,368 \text{ руб./сезон.}$$

Кроме всего прочего, электрические тёплые полы являются источником электромагнитного излучения, пусть даже достаточно слабого, но навряд ли полезного.

Достаточно важным преимуществом тёплого пола является его способность к саморегуляции. Именно относительно низкая температура поверхности пола позволяет данному эффекту проявлять себя в значительно большей степени, чем при радиаторном отоплении.

Эффект саморегуляции можно пояснить на простом примере.

Зависимость изменения теплового потока радиатора от температуры воздуха в помещении можно описать **формулой 1.1.1**:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{t_p - t_1}{t_p - t_2} \right)^{1,3}, \quad (1.1.1)$$

где:

Q_1 и Q_2 — тепловые потоки от радиатора

при условиях соответственно 1 и 2, Вт;

t_p — средняя температура поверхности радиатора, °С;

t_1 и t_2 — температура воздуха при условиях соответственно 1 и 2, °С.

Если принять среднюю температуру радиатора 70 °С, то увеличение температуры воздуха на 1 °С уменьшит тепловой поток от радиатора всего на 2,7 %.

Зависимость изменения теплового потока от тёплого пола выражается **формулой 1.1.2:**

$$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{t_n - t_1}{t_n - t_2} \right)^{1,1}, \quad (1.1.2)$$

где:

q_1 и q_2 – удельные тепловые потоки от тёплого пола при условиях соответственно 1 и 2, Вт/м²;

t_n – средняя температура поверхности пола, °С;

t_1 и t_2 – температура воздуха при условиях соответственно 1 и 2, °С.

Приняв среднюю температуру пола 26 °С, можно рассчитать, что увеличение температуры воздуха на 1°С снизит удельный тепловой поток от пола на 22 %. Если же температура воздуха в помещении пола повысится до 26 °С, то никаких теплопоступлений от пола в помещение вообще не будет.

Основные достоинства и недостатки напольного отопления сведены в **таблицу 1.1.2.**

Таблица 1.1.2. Преимущества и недостатки напольного отопления

№	Преимущества по сравнению с радиаторным отоплением	Недостатки по сравнению с радиаторным отоплением
1	Распределение температур по высоте помещения близко к идеальному	Первоначальные затраты на устройство напольного отопления выше, чем на радиаторное
2	Отсутствие мощных конвективных потоков, вызывающих циркуляцию пыли в помещении	Тёплые полы несколько уменьшают внутренний объём помещения за счёт конструкции «пирога»
3	Не создают опасности термического ожога маленьких детей и людей в неадекватном состоянии	Существует опасность случайного повреждения скрытых в стяжке труб при проведении каких-либо ремонтных работ
4	Отопительные приборы отсутствуют, что позволяет использовать пространство стен для расстановки мебели. Отопительные приборы не «вмешиваются» в интерьер помещения	Часть тёплого пола работает со сниженной эффективностью, если над ним расположена мебель
5	Равномерный прогрев помещения без застойных зон	Не все материалы финишного покрытия пола годятся для использования с тёплыми полами
6	Снижается вероятность простудных заболеваний из-за соприкосновения участков тела с полами, которые имеют высокую теплопроводность (бетон, камень, плитка и т. п.)	Случайное превышение температуры теплоносителя сверх расчётного может повредить финишное покрытие пола
7	Температурная саморегуляция тёплых полов. С повышением температуры воздуха в помещении тепловой поток от пола снижается	—
8	Снижается вероятность аллергических заболеваний, так как снижается концентрация пыли в воздухе	—

1.2. ЗАБЛУЖДЕНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ТЁПЛЫХ ПОЛОВ

Заблуждение 1. Тёплые полы сушат воздух.

При температуре +10°C и относительной влажности 40 % один кубический метр воздуха весит 1,2466 кг и содержит 3,7 г влаги. При нагревании воздуха до 20°C за счёт объёмного температурного расширения вес одного кубометра снижается до 1,2041 кг/м³, а влагосодержание уменьшается до 3,5 г/м³. При этом относительная влажность падает до 20 %. То есть, воздух становится существенно суше. Однако это происходит при любом способе отопления, хоть радиаторами, хоть инфракрасными обогревателями, хоть тёплым полом. Просто воздух расширяется при нагревании, и в одном и том же объёме его становится меньше в весовом выражении. Так что тёплый пол сушит воздух ничуть не больше других источников тепла.

Заблуждение 2. Тёплые полы передают тепло только излучением.

Коэффициент теплоотдачи поверхности пола складывается из коэффициента теплоотдачи излучением α_u и коэффициента теплоотдачи конвекцией α_k . Оба этих коэффициента можно рассчитать **по формулам 1.2.1 и 1.2.2**:

$$\alpha_u = 5,3 \frac{\left(\frac{273 + t_m}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 + t_e}{100}\right)^4}{t_m - t_e}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \quad (1.2.1)$$

$$\alpha_k = 3,6(t_m - t_e)^{0,185}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}, \quad (1.2.2)$$

где:

t_m – температура поверхности пола, °С;

t_e – температура воздуха в помещении, °С

График зависимости этих двух коэффициентов от разности температур $\Delta t = t_m - t_e$ представлен **на рис. 1.2.1**.

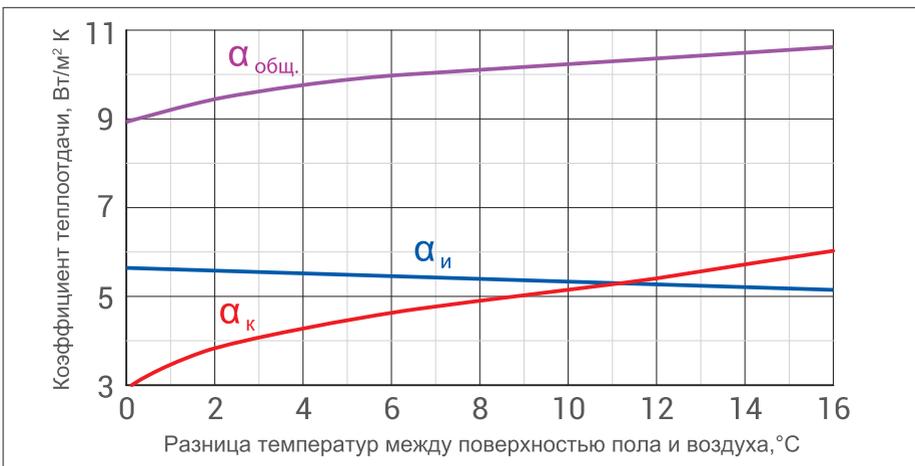


Рис. 1.2.1. Зависимость α_u и α_k от Δt

По этому графику видно, что радиационная составляющая при малой Δt действительно преобладает над конвекционной, но с ростом разницы температур конвекция растёт и, примерно, при $\Delta t = 11^\circ\text{C}$ конвекция и излучение выравниваются. При большей разности температур конвекция начинает отвоёвывать всё большую долю.

Таким образом, утверждение о том, что при тёплых полах отсутствует конвекция, неверно.

Заблуждение 3. Под мебелью петли тёплого пола укладывать не нужно.

Петли тёплого пола желательно укладывать по всей площади помещения, отступив от стен 5-10 см. Дело в том, что, если какой-то участок пола оставить «холодным», то на этом участке может образовываться конденсат, который приведёт к появлению плесени. Тем более, что под мебелью движение воздуха в помещении значительно ниже, чем на открытых участках.

Кроме того, мебель не всегда имеет неизменную «прописку» на одном и том же месте.

Заблуждение 4. Тёплый пол экономит энергию.

Если требуется нагреть жилое помещение, например до 20°C , а теплотери помещения составляют 2000 Вт, то совершенно не важно, каким образом будет подаваться это количество тепла: радиаторами, тёплым полом, инфракрасным нагревателем или печкой. Обмануть физические законы пока никому не удавалось. Сэкономить на обогреве можно, либо увеличив термическое сопротивление ограждающих конструкций, либо использовать для получения тепловой энергии наиболее дешёвое в данный момент топливо (например: природный газ вместо электричества). А самый действенный способ экономии — это грамотная автоматизация отопительного процесса, при которой система будет чутко реагировать на любое изменение внешних и внутренних факторов, подавая в помещение именно то количество тепла, которое требуется в каждый определённый момент.

Заблуждение 5. В спальнях тёплый пол устанавливать нельзя.

Миф, придуманный приверженцами радиаторного отопления. Причем в качестве аргумента используется недостаток радиаторного отопления в неравномерном прогреве помещения, когда на высоте кровати (около 0,5 м) образуется зона пониженной температуры, которая якобы благоприятна для сна.

Простой комнатный хронотермостат с сервоприводом на петли тёплого пола позволит пользователю выбрать на период сна любую желаемую температуру. А вот прикроватные коврики уже не понадобятся.

Заблуждение 6. Тёплый пол вреден для здоровья.

Однако все мы в отпуске ходим по тёплому песочку на пляже и с удовольствием лежим на нём, хотя температура песка может достигать 50°C и выше. Температура же тёплого пола в помещениях обычно всего $26-29^\circ\text{C}$, а на дорожках бассейнов — 31°C .

Да и поговорка о том, где держать голову, а где ноги, тоже отрицает вредность тёплого пола.

1.3. ВОЗМОЖНОСТИ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

В ряде публикаций, посвященных теме напольного лучистого отопления, авторы упорно подталкивают к мысли, что в российских условиях теплые полы могут быть лишь модным дополнением к традиционному радиаторному отоплению. А так ли это на самом деле, и как определить ту границу, до которой напольное отопление может полностью вытеснить радиаторное?

Чтобы получить ответы на эти вопросы для современных жилых зданий, необходимо обратиться к отечественным строительным нормативам.

В своде правил СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий» введено понятие «удельная теплозащитная характеристика здания» ($q_{от}^{TP}$). Эта характеристика численно равна расходу тепловой энергии на 1 м^3 отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в 1°C и имеет размерность $\text{Вт}/(\text{м}^3\cdot^\circ\text{C})$.

В этом же нормативном документе приведены таблицы нормируемой величины $q_{от}^{TP}$ (см. таблицу 1.3.1).

Таблица 1.3.1. Нормируемая (базовая) удельная теплозащитная характеристика здания

Отапливаемый объем здания, м^3	Удельная теплозащитная характеристика, $\text{Вт}/(\text{м}^3\cdot^\circ\text{C})$, при значении ГСОП ($^\circ\text{C}$ сут./год)				
	1000	3000	5000	8000	12000
150	1,206	0,892	0,708	0,541	0,411
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2500	0,486	0,360	0,286	0,218	0,166
6000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15 000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111
50 000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094
20 0000	0,246	0,182	0,145	0,111	0,084

Определяющим фактором при оценке предельных значений удельного теплового потока от элементов системы панельного отопления является максимально допустимая температура поверхности пола (см. таблицу 1.3.2).

Таблица 1.3.2. Допустимые температуры поверхности пола

№	Наименование зоны	Допустимая температура поверхности, $^\circ\text{C}$	
		СП 60.13330.2020	DIN EN 1264 часть 2
1	Постоянное пребывание людей	29	29
2	То же, во влажных помещениях	31	33
3	Временное пребывание людей	31	35
4	То же, во влажных помещениях	35	35

Таблица 1.3.2. Допустимые температуры поверхности пола

(Продолжение)

№	Наименование зоны	Допустимая температура поверхности, °С	
		СП 60.13330.2020	DIN EN 1264 часть 2
5	В дошкольных образовательных учреждениях	23	–
6	Максимальная температура по оси нагревательного элемента	35	–

Для определения максимального удельного теплового потока от тёплого пола (q), можно воспользоваться **формулой 1.3.1**, приведённой в европейском нормативе DIN EN 4725-3 для интервала температур внутреннего воздуха от 18 °С до 25 °С.

$$q = 8.92(t_n - t_o)^{1.1}, \text{ Вт/м}^2, \quad (1.3.1)$$

Где:

t_n – температура на поверхности пола, °С;

t_o – температура воздуха в обслуживаемом помещении, °С.

Приняв температуру внутреннего воздуха +20 °С и используя данные **таблицы 1.3.2**, можно получить значения удельного теплового потока от тёплого пола (без краевых зон) для различных типов помещений (**таблица 1.3.3**).

Таблица 1.3.3. Максимальный удельный тепловой поток от тёплого пола

№	Наименование зоны	Удельный тепловой поток, Вт/м ²	
		по СП 60.13330.2020	по DIN 4725
1	Постоянное пребывание людей	100	100
2	То же, во влажных помещениях	125	150
3	Временное пребывание людей	125	175
4	То же, во влажных помещениях	175	175

Для внутренней температуры воздуха +20 °С и высоте помещения 2,8 м, расчетная зимняя температура наружного воздуха, выше которой тёплый пол полностью покрывает теплопотери, приведена **в таблице 1.3.4**.

Таблица 1.3.4. Температура наружного воздуха, выше которой тёплый пол может полностью компенсировать теплопотери

Отапливаемый объём здания, м ³	Температура наружного воздуха, °С, при значении ГСОП(°С сут./год)				
	1000	3000	5000	8000	12000
150	-10	-20	-30	-46	ниже -65
300	-17	-30	-43	-63	ниже -65
600	-27	-43	-60	ниже -65	ниже -65
1200	-39	-59	ниже -65	ниже -65	ниже -65
2500	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65
6000	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65
15 000	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65
50 000	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65
200 000	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65	ниже -65

Как видно из таблицы, **теплый пол в российских климатических условиях при соблюдении нормативных требований по тепловой защите для большинства зданий способен возместить теплопотери через ограждающие конструкции при расчетной зимней температуре наружного воздуха до минус 65 °С.**

Кроме того, при реальном проектировании должны учитываться следующие факторы:

- повысить средний удельный тепловой поток можно с помощью использования краевых зон с уменьшенным шагом труб или с повышенной температурой теплоносителя;
- планируя отопление помещений с помощью систем встроенного обогрева можно заложить в проект конструкцию ограждающих конструкций, удовлетворяющую возможностям проектной системы отопления. То есть, можно несколько увеличить сопротивление теплопередаче конструкций, тем самым снизив трансмиссионные теплопотери;
- сам человек тоже является своеобразным «теплогенератором», развивая даже в состоянии покоя «тепловую мощность» в 80-100 Вт (в зависимости от массы тела), что добавляет к теплопоступлениям в 5-8 Вт/м² с человека;
- в дополнение к тёплому полу можно использовать фрагментарное «настенное» отопление, при котором температура поверхности стены может достигать 40 °С (п.14.18 СП 60.13330.2020);
- в конце концов, пять суток в году, при которых (по статистическим данным) наблюдается расчётная зимняя температура, можно либо поступиться проветриванием, либо использовать какой-либо дополнительный источник тепла (например, тепловентилятор). Ведь в случае, когда температура наружного воздуха будет ниже расчётной, радиаторное отопление тоже не сможет обеспечить требуемую теплопотребность.

Приведёнными расчётами хотелось бы поколебать бытующее заблуждение, что «севернее Ростова тёплый пол не может конкурировать с радиаторным отоплением». Может, и успешно конкурирует. В скандинавских странах более 55 % жилых домов отапливаются с помощью различных безрадиаторных систем чистого обогрева.

1.4. НЕМНОГО ИСТОРИИ

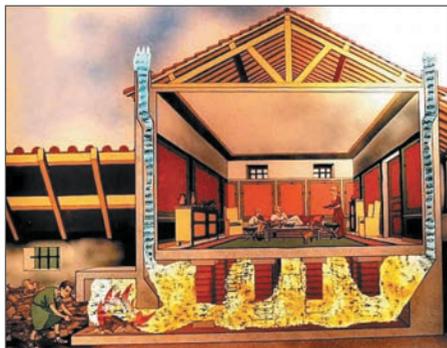


Рис. 1.4.1. Гипокаустум Древнего Рима



Рис. 1.4.2. «Тёплые полы» древних скандинавов

от подвальных печей этого замка пронизывали стены и перекрытия всего здания, а камни, из которых были выложены печи, помогали долго сохранять тепло.

Ещё одним доказательством древности использования человеком тёплых полов является устройство турецких бань (хамамов), где полы и лежанки подогревались горячим паром.

Начало XX века ознаменовалось изобретением циркуляционного насоса, который дал новую жизнь тёплым полам на основе водяного теплоносителя, трубы которого прокладывались в конструкции пола. До тех пор, пока для обогрева полов использовались медные и стальные трубы и существовала опасность их быстрой коррозии, водяные тёплые полы широкой популярностью не пользовались. В Советском Союзе их применяли в основном в групповых помещениях детских дошкольных учреждений.

С появлением лёгких и долговечных пластиковых и металлополимерных труб сфера применения водяных тёплых полов существенно расширилась.

Обогрев полов в жилищах людей — вовсе не современное изобретение. Уже в 30-40-х годах нашей эры в богатых домах и термах Древнего Рима устраивались так называемые гипокаустумы (подогреваемые снизу). Они представляли собой сеть подпольных каналов, в которые подавался горячий воздух из дровяных печей, подогревая каменные плиты пола сразу нескольких помещений (**рис. 1.4.1**).

Но даже и римляне не были первооткрывателями подобного способа отопления. Как показывают раскопки, ещё в жилищах древних скандинавов (на территории современной Швеции) использовались заглубленные в землю костры, нагретый воздух от которых обогревал жилище, проходя по земляным каналам, перекрытым плетёными щитами из веток (**рис. 1.4.2**).

Широко использовался тёплый пол и в Средневековье, когда строились огромные замки с высотой помещений 10 м и выше. Отличной иллюстрацией этого служат инженерные решения замка Мальброк (Пруссия). Дымоходы

2. КОНСТРУКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ

2.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ВОДЯНЫХ ТЁПЛЫХ ПОЛОВ

При устройстве водяных тёплых полов применяются два основных варианта конструктивных решений:

- «мокрый» способ, при котором нагревательным элементом становится монолитная плита из бетона или цементно-песчаного раствора со встроенными греющими трубопроводами (**см. рис. 2.1.1**);
- «сухой» способ. В этом случае монолитная плита отсутствует, а равномерное распределение тепла от трубопроводов обеспечивается алюминиевыми или стальными оцинкованными теплораспределяющими пластинами (**см. рис. 2.1.2**). Такая конструкция, как правило, используется при деревянных перекрытиях для облегчения общей нагрузки на балки перекрытия.

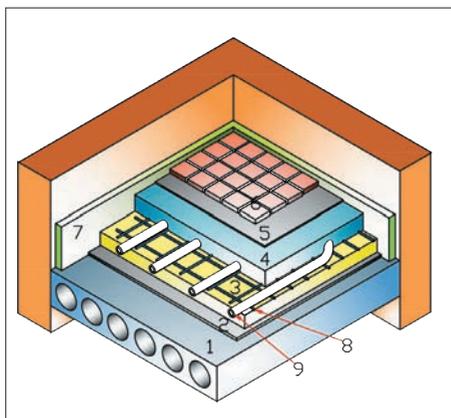


Рис. 2.1.1. Конструкция «мокрого» тёплого пола (пример)

1. Основание (плита перекрытия);
2. Пароизоляция;
3. Слой утеплителя (пенополистирол);
4. Цементно-песчаная или бетонная стяжка;
5. Клеевой слой;
6. Чистовое напольное покрытие;
7. Демпферная лента;
8. Арматурная сетка;
9. Трубы тёплого пола.

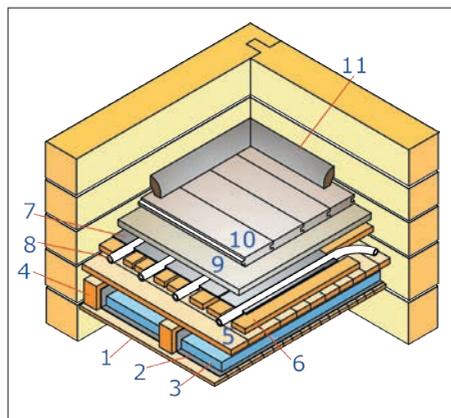


Рис. 2.1.2. Конструкция «сухого» тёплого пола (пример)

1. Подшивка по лагам;
2. Пароизоляция;
3. Слой утеплителя (пенополистирол);
4. Лаги;
5. Чёрный пол;
6. Опорные бруски;
7. Теплораспределительная пластина;
8. Трубы тёплого пола;
9. Слой гвл;
10. Дощатый пол;
11. Плинтус.

Более детальная классификация тёплых полов приведена в ГОСТ Р 60834-2023 «Системы водяного отопления, встроенные в пол. Технические условия».

2.2. ТРУБЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ТЁПЛОГО ПОЛА

Для устройства водяного тёплого пола в квартирах и коттеджах наиболее распространёнными являются трубы на основе структурированного (сшитого) полиэтилена PE-X. В этом материале длинные цепочки макромолекул обычного полиэтилена «сшиты» между собой поперечными связями, что придаёт пластику повышенную прочность и термостойкость. В зависимости от метода сшивки трубы подразделяются на PE-Xa (пероксидный метод), PE-Xb (органосиланидный метод) и PE-Xc (радиационный метод сшивки).

Наиболее удобны в монтаже металлополимерные трубы композиции PE-X/AL/PE-X, в которых между слоями сшитого полиэтилена заключён слой алюминиевой фольги. Благодаря алюминию труба сохраняет приданную ей форму, меньше подвержена температурным деформациям и на 100 % защищена от диффузии кислорода в теплоноситель. Напомним, что наличие кислорода в теплоносителе приводит к коррозии металлических деталей системы.

Не меньшей популярностью при устройстве тёплых полов пользуются также трубы PE-X/EVOH, в которых роль барьерного слоя от проникновения кислорода выполняет тонкий слой этиленвинилгликоля (EVOH).

Трубы из полиэтилена повышенной термостойкости PE-RT дешевле труб PE-X/AL/PE-X и PE-X/EVOH, однако, термостойкость таких труб ниже, так как этот материал занимает промежуточное положение между обычным и сшитым полиэтиленом. Физических поперечных связей между макромолекулами полимера в нём нет, а их взаимное сцепление обеспечивается наличием боковых октеновых ветвей (эффект липучки).

Трубы из PE-X/EVOH и PE-RT не сохраняют приданную им форму, поэтому при раскладке петель тёплого пола их надо немедленно надёжно фиксировать.

В номенклатуре VALTEC присутствуют все перечисленные типы труб (**см. таблицу 2.2.1**).

Таблица 2.2.1. Трубы VALTEC для устройства тёплых полов

№	Эскиз, материал трубы	Длина бухты, м	Наружный диаметр x толщина стенки, мм
1		40; 60; 80; 100; 200	16 x 2,0
		40; 60; 80; 100	20 x 2,0
2		100; 200; 600	16 x 2,0
		100; 200	20 x 2,0

3	PE-Xa/EVOH		200; 100; 500	16x2,2
			200	20x2,8
4	PE-RT		200	16x2,0
			200	20x2,0

2.3. СПОСОБЫ РАСКЛАДКИ ПЕТЕЛЬ ТЁПЛОГО ПОЛА

Шаг петель тёплого пола и диаметр труб должны определяться теплотехническими и гидравлическими расчётами.

Для облегчения задачи выбора шага петель можно воспользоваться практической **таблицей 2.3.1**.

Таблица 2.3.1. Рекомендуемый шаг труб тёплого пола

Удельные тепловой поток, Вт/м ²	Рекомендуемый шаг петель, мм
До 50	200
От 50 до 100	150
Свыше 100	100

Следует учесть, что шаг петель менее 100 мм трудно осуществить на практике из-за маленького радиуса изгиба трубы, а шаг более 250 мм не рекомендуется, так как возникает ощутимая неравномерность прогрева тёплого пола.

Существует несколько способов раскладки петель тёплого пола по помещению (**рис. 2.3.1**). Наиболее предпочтительным вариантом является укладка двойным меандром («улиткой»). По сравнению с раскладкой «змейкой» этот вариант имеет следующие преимущества:

- количество труб на 10-12 % меньше;
- гидравлические потери ниже на 13-15 %. Это объясняется тем, что при двойном меандре значительно меньше «калачей» (элементов поворота трубы на 180°);
- прогрев пола идёт более равномерно по всей площади из-за чередования подающей и обратной труб. Однако из-за этого же при такой раскладке не следует задавать расчётный перепад температур теплоносителя выше 5 °С.

Трубы теплого пола нужно раскладывать таким образом, чтобы теплоноситель сначала поступал к наиболее холодным зонам помещения (окна, наружные стены). Трубы укладываются с отступом от стен и перегородок на 50 мм. Удаление труб от дымоходов, каминов и закрытых шахт должно быть не менее 200 мм.

Для равномерного прогрева греющей плиты тёплого пола трубы должны прокладываться по возможности параллельно друг другу.

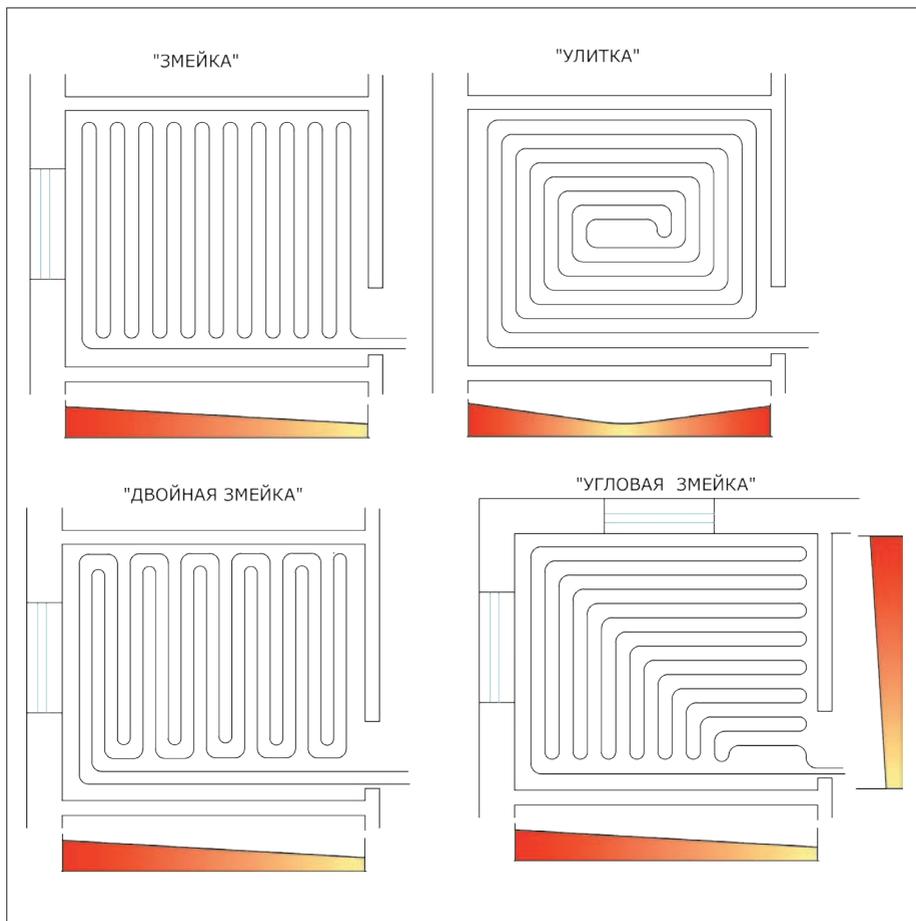


Рис. 2.3.1. Способы раскладки петель тёплого пола

Наращивать петли теплого пола допускается только с применением пресс-фитингов или подвижных (аксиальных) фитингов (при этом сопротивление фитингов включается в гидравлический расчет), т.к. они относятся к неразъёмным соединениям и могут замоноличиваться в строительные конструкции. При установке соединителей в стяжке, рекомендуется изолировать (защитная лента, теплоизоляция) фитинги от прямого контакта с цементным раствором.

Максимальная длина одной петли тёплого пола определяется возможностями циркуляционного насоса. Для коттеджных и квартирных систем экономически целесообразной считается система напольного отопления, расчётные потери давления в которой не превышают 20 кПа (2 м. вод. ст.).

Руководствуясь этим требованием, задавшись перепадом температур теплоносителя, шагом труб и температурой поверхности пола, можно рассчитать максимальную длину одной петли для конкретного типа труб (**таблица 2.3.2**).

Таблица 2.3.2. Максимальная длина петли при шаге труб 150 мм (потери в петле не превышают 20 кПа)

Температура поверхности пола, °С	Максимальная длина петли (м) при перепаде температур теплоносителя 5°С/10°С, для труб размером			
	16x2,2	16x2,0	20x2,0	20x2,8
22	185/286	196/309	324/512	272/420
24	114/178	121/190	200/309	167/260
26	84/134	91/142	152/233	126/196
29	65/101	69/108	114/177	95/147
31	56/88	60/93	98/154	82/128
33	50/78	53/83	88/137	72/114
35	45/70	48/75	79/124	66/103

Для определения длины труб (L, см), необходимых для устройства тёплого пола «змейкой» в помещении можно воспользоваться следующей формулой:

$$L = A + B \left(2,57 - \frac{20}{c} \right) + \frac{AB}{c} - 20, \quad (2.3.1)$$

где:

A – размер длинной стороны помещения, см;

B – размер короткой стороны помещения, см;

C – шаг труб, см.

Для шага трубы 15 см, определение длины труб можно производить **по таблице 2.3.3:**

Таблица 2.3.3. Длина труб при раскладке «змейкой» при шаге труб 15 см

В, см	Размер длинной стороны помещения (А), см											
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
100	870	1640	2405	3170	3940	4705	5470	6240	7005	7770	8540	9305
200	–	3094	4530	5960	7395	8830	10260	11695	13130	14560	15995	17430
300	–	–	6650	8755	10855	12950	15055	17150	19250	21350	23455	25555
400	–	–	–	11540	14310	17075	19845	22610	25375	28145	30910	33675
500	–	–	–	–	17765	21200	24635	28065	31500	34935	38365	41800
600	–	–	–	–	–	25325	29425	33525	37625	41725	45825	49925
700	–	–	–	–	–	–	34215	38980	43745	48515	53280	58045
800	–	–	–	–	–	–	–	44440	49870	55305	60740	66170
900	–	–	–	–	–	–	–	–	55955	62095	68195	74295
1000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	68885	75650	82420
1100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	83110	90540
1200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	98665

Существенно облегчает работу по раскладке труб тёплого пола использование размотчика VT.RT.03 (рис. 2.3.2). Рулон трубы помещается на вращающуюся площадку размотчика, и его уже не требуется катать по всему помещению.

Подводящие участки труб от коллектора до обслуживаемого петлёй помещения следует теплоизолировать с помощью трубной изоляции или гофрокожуха (рис. 2.3.3). Это делается по двум причинам:

- во избежание перегрева пола на участках прокладки подводящих трубопроводов;
- теплотери на подводящих участках, как правило, не учитываются при теплотехнических расчётах тёплого пола, а они, при достаточной удалённости петли от коллектора, могут быть весьма значительны.

После укладки труб следует выполнить исполнительную схему, где указать точную привязку осей труб. Это необходимо, чтобы при дальнейших работах или ремонте не повредить трубу.



Рис. 2.3.2. Размотчик VT.RT.03

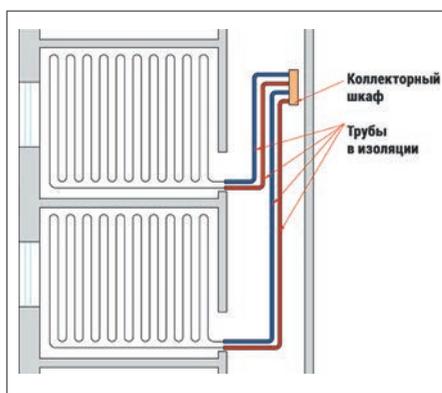


Рис. 2.3.3. Теплоизоляция подводящих участков трубопроводов

2.4. УСТРОЙСТВО КРАЕВЫХ ЗОН

В случае, когда напольное отопление не может полностью восполнить теплопотери помещения, можно попытаться компенсировать недостачу тепловой энергии устройством краевых зон. Краевые зоны — это участки тёплого пола с повышенной температурой поверхности пола, которые устраивают, как правило, вдоль наружных стен на ширину не более 1 м.

Повысить удельный тепловой поток в краевых зонах можно несколькими способами:

- уменьшить шаг труб (**таблица 2.4.1; рис. 2.4.1А**);
- использовать отдельную петлю с повышенной температурой теплоносителя (**рис. 2.4.1В**);
- использовать отдельную петлю с увеличенным диаметром трубы (**таблица 2.4.2**);
- использовать отдельную петлю с повышенной температурой теплоносителя, уменьшенным шагом и увеличенным диаметром труб.

Таблица 2.4.1. Влияние шага трубы на изменение удельного теплового потока (по отношению к шагу 15 см при толщине стяжки 30 мм)

Шаг труб, см	7,5	10	15	20	25	30
Изменение удельного теплового потока при прочих равных условиях, %	+8	+5,5	0	-5,0	-10	-14

Таблица 2.4.2. Влияние диаметра трубы на изменение удельного теплового потока (по отношению к наружному диаметру труб 16 мм при толщине стяжки 30 мм)

Наружный диаметр трубы, мм	12	16	20	25
Изменение удельного теплового потока при прочих равных условиях, %	-4	0	-4	-6

Применение отдельных петель с повышенной температурой теплоносителя имеет смысл использовать, когда имеется несколько помещений с краевыми зонами. В этом случае трубопроводы краевых зон можно обслуживать отдельным насосно-смесительным узлом.

В любом случае, температура поверхности пола в краевых зонах жилых помещений не должна превышать 29 °С, а также температуру, на которую рассчитано финишное напольное покрытие.

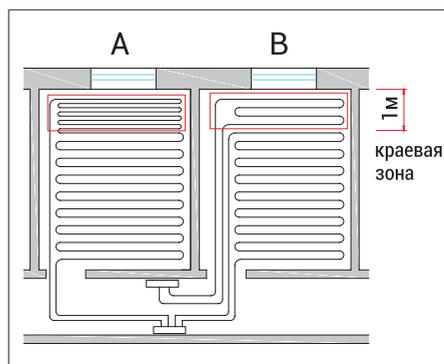


Рис. 2.4.1. Варианты устройства краевых зон тёплого пола

2.5. ТРЕБОВАНИЯ К СТЯЖКЕ

Стяжка тёплого пола должна обладать достаточной плотностью для снижения потерь тепла от трубопроводов, а также иметь достаточную прочность для восприятия нагрузок на пол.

Как правило, стяжка выполняется из цементно-песчаного раствора или бетона с использованием пластификатора.

Пластификатор позволяет сделать стяжку более плотной, без воздушных включений, что существенно снижает тепловые потери и повышает прочность стяжки.

Однако не все пластификаторы годятся для данной цели. Для тёплых полов выпускаются специальные невоздухововлекающие пластификаторы (например, «Силар» (рис. 2.5.1), Kilma Therm), основанные на мелкодисперсных чешуйчатых частицах минеральных материалов с низким коэффициентом трения.

Большинство же прочих используемых в строительстве пластификаторов являются воздухововлекающими, что в результате приведёт к понижению прочности и теплопроводности стяжки.

Как правило, расход пластификатора составляет 3-5 л на м³ раствора или бетона.

Минимальная толщина стяжки над трубами не должна быть меньше 30 мм. В случае, когда нужно выполнить стяжку 20 мм, над трубами должен укладываться дополнительный слой арматурной сетки. Тоньше 20 мм даже армированная стяжка быть не должна.

Причинами появления трещин в стяжке тёплого пола могут быть:

- низкая прочность утеплителя;
- некачественное уплотнение смеси при укладке;
- отсутствие в смеси пластификатора;
- слишком толстая стяжка (усадочные трещины).

Чтобы избежать трещин, следует придерживаться следующих правил:

- плотность утеплителя (пенополистирола) под стяжкой должна быть не менее 35 кг/м³;
- раствор для стяжки должен быть удобоукладываемым (пластичным). Обязательно использовать пластификатор;
- чтобы избежать появления усадочных трещин, в раствор рекомендуется добавить полипропиленовую фибру (рис. 2.5.2) из расчёта 1-2 кг фибры на 1 м³ раствора. Для силовых нагруженных полов для тех же целей используется стальная фибра.



Рис. 2.5.1. Пластификатор «Силар»



Рис. 2.5.2. Фибра полипропиленовая

Стяжка после заливки должна набрать достаточную прочность. Через трое суток в естественных условиях твердения (без подогрева) она набирает 50 % прочности, за семь суток – 70 %. Полный набор прочности до проектной марки происходит через 28 суток. Исходя из этого, запускать «мокрый» тёплый пол рекомендуется не ранее, чем через трое суток после заливки. Нужно помнить, что заливку раствором тёплого пола нужно производить, заполнив трубопроводы пола теплоносителем с давлением не ниже трёх бар.

В таблице 2.5.1 приведены рецепты рекомендуемых растворов для устройства стяжек тёплых полов, устраиваемых «мокрым» способом.

Таблица 2.5.1. Составы цементно-песчаных растворов

Марка раствора	Состав раствора в весовых частях				
	Вода	Цемент ¹	Песок ²	Фибра ПП ³	Пластификатор ³
150	0,55	1	3	0,005	0,012
200	0,48	1	2,8	0,005	0,012
300	0,4	1	2,5	0,004	0,011

Примечания:

1. Марки не менее 400.
2. Крупностью не менее 0,5 мм.
3. Рекомендуемое использование.

2.6. ТРЕБОВАНИЯ К УТЕПЛИТЕЛЮ

Слой утеплителя в конструкции тёплого пола уменьшает потери тепла в нижнем направлении, тем самым повышая коэффициент полезного действия напольного отопления (отношение теплового потока в направлении отапливаемого помещения к общему тепловому потоку от труб тёплого пола).

Кроме теплоизоляционных свойств утеплитель должен обладать прочностью, обеспечивающей восприятие нагрузок от собственного веса вышележащей конструкции пола и полезной нагрузки на пол. Для жилых помещений в наибольшей степени этим условиям удовлетворяют плиты из пенополистирола с плотностью не ниже 25 кг/м³.

Конструкция тёплого пола должна быть рассчитана на восприятие нагрузок, изложенных **в таблице 2.6.1**.

Таблица 2.6.1. Нагрузки на полы

Назначение помещения	Нагрузка, кг/м ²
Чердаки	70
Жилые, учебные, спальные, палаты больниц	150
Офисные, классы, бытовки, кабинеты, лаборатории	200
Обеденные залы в кафе, ресторанах, столовых	300
Места, где возможно скопление людей	400
Архивы, книгохранилища	500

При расчёте толщину слоя утеплителя надлежит определять из условия, чтобы потери тепла в нижнем положении не превышали 10 % от общего теплового потока от труб.



Рис. 2.6.1. Соединение плит «Экопол 20»



Рис. 2.6.2. Соединение плит «Экопол 25»



Рис. 2.6.3. Плита «EasyFix»

Специально для устройства водяных тёплых полов выпускаются теплоизоляционные плиты с выступами для фиксации труб тёплого пола. Соединение плит между собой может выполняться по-разному. Например, в плитах «Экопол 20» соединение плит обеспечивается «пристёгиванием» выпуска кровного полистирольного слоя на соседнюю плиту. (рис. 2.6.1). А такие плиты, как «Экопол 25» и «EasyFix» имеют пазо-гребневое соединение (рис. 2.6.2 и 2.6.3). Плиты «EasyFix» выпускаются, как с покрытием из полистирола, так и без него.

Основные технические характеристики плит «Экопол 25» и «EasyFix» приведены в таблице 2.6.2.

Выступы плит выполнены таким образом, что обеспечивают шаг труб (растер) при прямой укладке кратный 50 мм, и при диагональной укладке – кратный 70 мм.

Способы крепления труб к плитам утеплителя, не имеющим выступов, изложены в следующем разделе.

Таблица 2.6.2. Технические характеристики пенополистирольных плит для тёплого пола

№	Характеристика	Ед. изм.	Значение характеристики для плит:		
			«Экопол 25»	«EasyFix»	
				с покрытием	без покрытия
1	Толщина без выступов	мм	25	20	20
2	Размеры	м	1,2х0,6	1,0х0,5	1,0х0,5
3	Высота выступов	мм	18	20	20
4	Плотность	кг/м ³	25	45...50	45...50
5	Наружный диаметр фиксируемых труб	мм	16	16...20	16...20
6	Коэффициент теплопроводности	Вт/м·К	0,035	0,036	0,036
7	Прочность на сжатие при 10 % деформации	кПа	190	300	300
8	Предел прочности при изгибе	кПа	200	500	500
9	Шумопоглощение	дБ	30	23	23

2.7. КРЕПЛЕНИЕ ТРУБ

Крепление труб тёплого пола может осуществляться различными способами, как «кустарными», так и с использованием специальных крепёжных изделий и инструмента.

При использовании теплоизоляционных плит с выступами («бобышками»), как описано в предыдущем разделе, никакого дополнительного крепления труб не требуется, так как выступы обеспечивают надёжную фиксацию труб на теплоизоляции (**рис. 2.7.1**).

В случае, когда используются плиты без выступов, многие монтажники крепят трубы к арматурной сетке с помощью стяжных пластиковых хомутиков (**рис. 2.7.2**).

Крепление труб к сетке с помощью проволочных стяжек не допускается.

Имеются также специальные пластиковые клипсы, которые рассчитаны на крепление труб к арматурной сетке (**рис. 2.7.3**).

Достаточно удобны в работе пластиковые гарпунные скобы, надёжно фиксирующие трубы к плоской изоляции. Скобы можно устанавливать и вручную (**рис. 2.7.4**), однако, при использовании специального степлера для гарпунных скоб (такера) (**рис. 2.7.5**), процесс крепления труб тёплого пола значительно ускоряется и не требует наклонного положения монтажника (**рис. 2.7.6**).

Расстояние между отдельными точками фиксации труб зависит от материала, из которого выполнена труба (**см. таблицу 2.7.1**).

Можно крепить трубы к изоляции специальными пластиковыми шинными-фиксаторами (**рис. 2.7.7**).



Рис. 2.7.1. Крепление труб между «бобышек» теплоизоляционных плит



Рис. 2.7.2. Крепление труб стяжными хомутиками к сетке

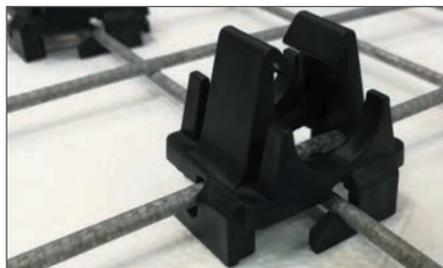


Рис. 2.7.3. Крепление труб к сетке с помощью пластиковых клипс



Рис. 2.7.4. Установка гарпунных скоб вручную

Таблица 2.7.1. Рекомендуемые максимальные расстояния между точками крепления труб тёплого пола

Тип трубы	Расстояния между точками крепления, см	
	на прямых участках	на углах поворота
PE-X/AL/PE-X	50	20
PE-X/EVOH	20	10
PE-RT	30	15

Например, шина SHM.1620 позволяет фиксировать трубы с наружным диаметром 16 и 20 мм. Она представляет собой пластиковый трак длиной 50 см. Шину можно крепить гарпунными скобами к теплоизоляции (**рис. 2.7.8**), а также можно монтировать на бетонное основание с помощью дюбелей. С обоих торцов шины предусмотрены замки для крепления траков между собой по длине. Ширина шины 40 мм, высота — 32 мм. Минимальный шаг укладки трубы при использовании данной шины — 50 мм. Шины SHM.1620 поставляются в упаковках по 20 штук (10 м).

В местах выпуска труб из стяжки для подключения их к коллекторам рекомендуется устанавливать фиксаторы поворота (**рис. 2.7.9**). Это предохраняет сами трубы от повреждения, а стяжку — от растрескивания в местах примыкания к трубам. Особенно актуально применение фиксаторов поворота при использовании труб PE-X/EVOH и PE-RT, так как эти трубы не сохраняют приданную им при монтаже форму без надёжной фиксации. Кроме того, материал PE-X обладает эффектом памяти формы, поэтому при нагревании теплоносителя в них трубы будут стремиться выпрямиться.



Рис. 2.7.5. Такер VT.T.01



Рис. 2.7.6. Крепление труб скобами с помощью такера VT.T.01



Рис. 2.7.7. Крепление труб тёплого пола с помощью шин-фиксаторов



Рис. 2.7.8. Крепление шины гарпунной скобой к теплоизоляции



Рис. 2.7.9. Фиксатор поворота VT.491 из оцинкованной стали (выпускаются для труб Dн16 и Dн20)

2.8. АРМИРОВАНИЕ СТЯЖКИ

Арматурная сетка в конструкции мокрого тёплого пола укладывается поверх слоя утеплителя. Сетка выполняет следующие функции:

- воспринимает растягивающие усилия при прогибах плиты тёплого пола;
- перекрывает каналы в слое утеплителя, когда в конструкции пола проложены трубопроводы других систем (радиаторное отопление, водопровод, канализация) (см. рис. 2.8.1);
- является удобным каркасом для крепления труб тёплого пола.

Ряд импортных производителей поставяет специальную оцинкованную сетку для тёплых полов с размерами ячеей 150x150. В практике отечественного строительства чаще используется кладочная сетка из арматурной проволоки Вр1 Ø5 мм с шагом ячеей 50x50 мм.

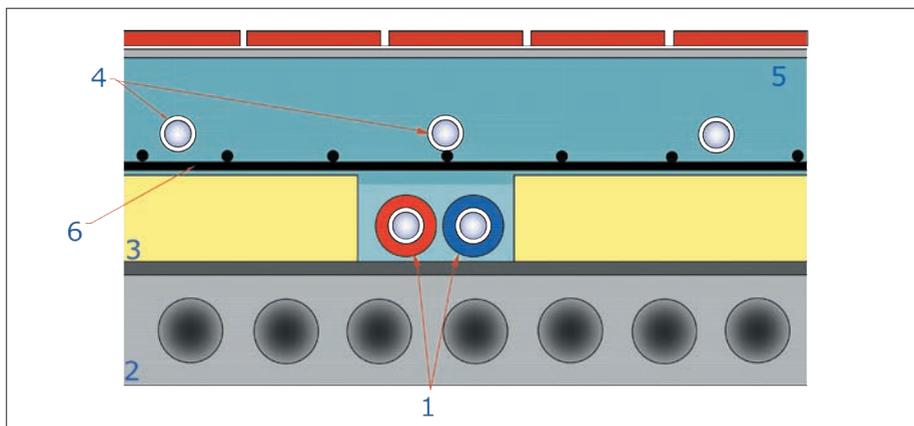


Рис. 2.8.1. Прокладка трубопроводов других инженерных систем в конструкции тёплого пола

1. Трубы радиаторного отопления;
2. Плита перекрытия;
3. Слой утеплителя (пенополистирол);
4. Трубы тёплого пола;
5. Стяжка;
6. Арматурная сетка.

2.9. ТРЕБОВАНИЯ К ЧИСТОВОМУ ПОКРЫТИЮ ПОЛА

Лучше всего эффект тёплого пола ощущается при напольных покрытиях из материалов с высоким коэффициентом теплопроводности (керамическая плитка, бетон, наливные полы, бесосновный линолеум, ламинат и т. п.).

В случае использования ковровина, он должен иметь знак пригодности для использования на тёплом основании (рис. 2.9.1).

Прочие синтетические покрытия (линолеум, релин, ламинированные плиты, пластикат, плитка ПВХ и т. п.) должны иметь знаки об отсутствии токсичных выделений при повышенной температуре основания (**рис. 2.9.2**).

Паркет, паркетные щиты и доски также могут использоваться в качестве финишного покрытия тёплых полов, но при этом температура на поверхности пола не должна превышать 26 °С и в состав смесительного узла обязательно должен входить предохранительный термостат. Надо также учитывать, что влажность материалов покрытия пола из естественной древесины не должна превышать 9 %. Работы по укладке паркетного или дощатого пола разрешается вести только при температуре в помещении не ниже 18 °С и влажности не более 40 %.

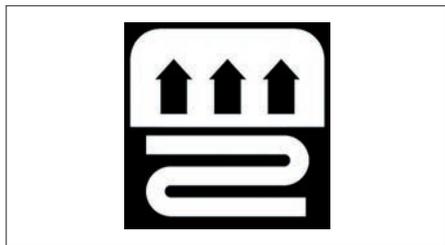


Рис. 2.9.1. Знак пригодности ковровина

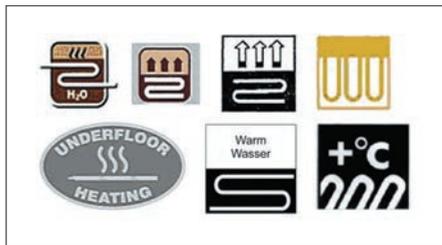


Рис. 2.9.2. Знаки пригодности покрытия пола

2.10. ПАРО- И ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

При «мокром» методе устройства тёплых полов по перекрытиям, если в архитектурно-строительной части проекта не предусмотрено устройство паро – или гидроизоляции, рекомендуется укладывать по выровненному перекрытию слой пергамина для предотвращения протекания через перекрытие цементного молока во время заливки стяжки, а также во избежание образования конденсата между утеплителем и бетонным основанием. Если же в проекте междуэтажная пароизоляция предусмотрена, то дополнительно гидроизоляцию устраивать не обязательно.

Во влажных помещениях (ванные, санузлы, душевые и т. п.), кроме пароизоляции под утеплителем, гидроизоляция устраивается в обычном порядке поверх стяжки тёплого пола.

Многие поставщики элементов систем тёплого пола рекомендуют поверх слоя утеплителя укладывать слой алюминиевой фольги. Выпускаются также готовые фольгированные теплоизоляционные маты и плиты.

В случаях, когда трубы тёплого пола устанавливаются в воздушной прослойке (например, в полах по лагам), фольгирование теплоизоляции позволяет отразить большую часть лучистого теплового потока, направленного вниз, тем самым увеличив КПД системы. Такую же роль играет фольга при устройстве поризованных (газо- или пенобетонных) стяжек.

Если же стяжка выполняется из плотной цементно-песчаной смеси, фольгирование теплоизоляции может быть оправдано только в качестве дополнительной

гидроизоляции, так как отражающие свойства фольги в этом случае себя проявить не могут из-за отсутствия границы «воздух / твёрдое тело».

Нужно иметь в виду, что слой алюминиевой фольги, заливаемый цементным раствором, обязательно должен иметь защитное покрытие из полиэтиленовой пленки, в противном случае под воздействием высокощелочной среды цементного раствора ($\text{pH} = 12,4$) алюминий быстро разрушится.

2.11. ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ

Толщина деформационного шва в тёплых полах, выполненных по «мокрому» методу, рассчитывается, исходя из коэффициента линейного расширения цементно-песчаной стяжки $\alpha_{cm} = 13 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

Для помещений с длинной стороной менее 10 м достаточно использовать шов толщиной 5 мм.

Деформационные швы в «мокрых» тёплых полах заполняются эластичным материалом расчётной толщины. Рекомендуется использовать для швов демпферную ленту из вспененного полиэтилена.

В общем случае расчёт шва в «мокром» тёплом полу ведётся по формуле:

$$b = 0,55 \times L, \quad (2.11.1)$$

где:

b – толщина шва в мм;

L – длина помещения в метрах.

В случае использования в качестве шовного материала типовой ленты из вспененного полиэтилена толщиной 5 мм, необходимо устраивать деформационные швы в следующих местах:

- вдоль стен и перегородок;
- при размере плиты пола более 40 м^2 ;
- по центру дверных проемов (под порогом). Если тёплый пол расположен с двух сторон дверного проема, то демпферная лента под порогом укладывается в два слоя;
- при длине пола свыше 8 м;
- в местах входящих углов.

Трубы, пересекающие деформационный шов, должны быть проложены в гофрокожухе на расстоянии по 200 мм по обе стороны от шва. Идеальным является решение, когда труба пересекает шов под углом близким к 45° (рис. 2.11.1).

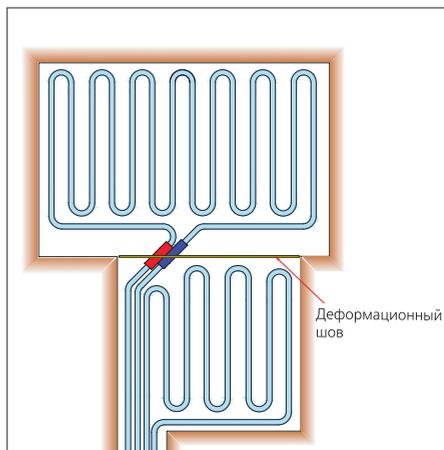


Рис. 2.11.1. Деформационный шов в помещении с входящими углами

3. ОБОРУДОВАНИЕ

3.1. КОЛЛЕКТОРЫ И КОЛЛЕКТОРНЫЕ БЛОКИ

Система напольного отопления может содержать до нескольких десятков петель, подключение которых рациональнее всего производить при помощи распределительных коллекторов и коллекторных блоков полной заводской готовности.

Для квартирных и коттеджных систем напольного отопления используются коллекторы с диаметрами условного прохода 3/4" и 1". Диаметр коллектора рассчитывается из условия, чтобы скорость теплоносителя в нём не превышала 1,5 м/с.

При подборе диаметра коллекторов можно воспользоваться **таблицей 3.1.1**.

Таблица 3.1.1. Диаметры коллекторов в зависимости от подключаемой тепловой мощности

Диаметр коллектора, дюйм	Тепловая мощность при расчётном перепаде температур, кВт		Расход теплоносителя, кг/с
	5 °С	10 °С	
3/4"	9,86	19,72	0,471
1"	15,43	30,86	0,737
1 1/4"	25,25	50,50	1,206

Коллекторы тёплых полов должны иметь в своём составе арматуру для отключения каждой отдельной петли, арматуру для выравнивания перепадов давления по петлям, устройство для выпуска воздуха и осушения системы. При оснащении системы комнатными термостатами в состав коллекторов включаются регулирующие клапаны, на которые устанавливаются электротермические сервоприводы.

На **рисунке 3.1.1** приведены примеры коллекторных блоков с расходомерами (**А** – VT.596) и с балансировочными клапанами (**В** – VT.594).

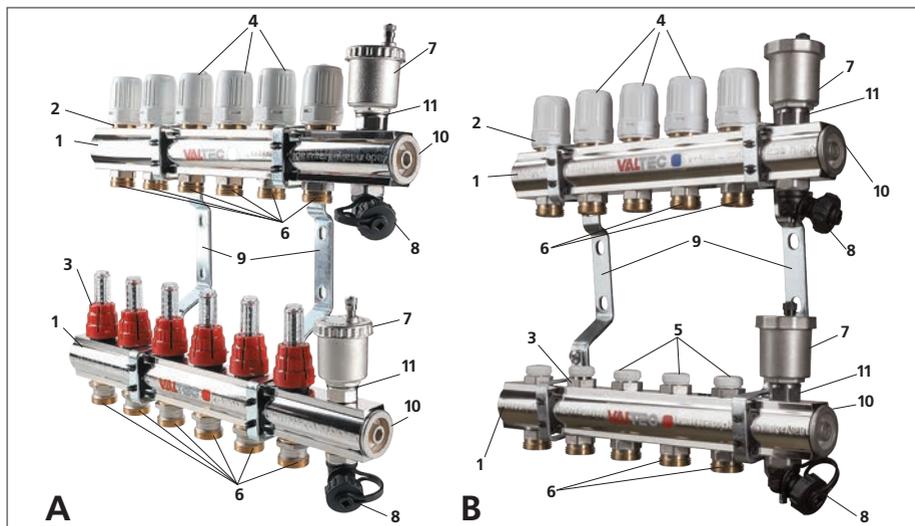


Рис. 3.1.1. Латунные коллекторные блоки VT.596 и VT.594

Блоки имеют в своём составе:

- подающий (с красной меткой) и обратный (с синей меткой) коллекторы **1**, с присоединёнными патрубками выходов **6**, к которым подключаются трубы петель тёплого пола;
- на обратном коллекторе установлены регулирующие клапаны **2** с колпачками ручной регулировки **4**. Колпачки могут быть заменены электротермическими приводами, работающими по командам комнатных термостатов. Термостаты и сервоприводы в комплект поставки коллекторных блоков не входят, и должны приобретаться отдельно;
- подающий коллектор оснащён либо регулировочными клапанами с расходомерами (ротаметрами) **3А**, либо ручными балансировочными клапанами **3В**, которые закрыты защитными резьбовыми заглушками **5**. С помощью клапанов на подающем коллекторе производится выравнивание перепадов давлений в петлях. Если этой балансировки не производить или сделать её некорректно, поток теплоносителя большей частью направится в менее протяжённую петлю, а требуемый расход в более длинных петлях не будет обеспечен;
- оба коллектора в блоках оборудованы автоматическими поплавковыми воздухоотводчиками **7** с отсекающими клапанами **11**. Отсекающий клапан позволяет демонтировать воздухоотводчик, не сливая теплоноситель из системы;
- дренажные краны **8** служат для спуска теплоносителя из коллекторов;
- коллекторные блоки крепятся к стене или распределительному шкафу с помощью пары сдвоенных кронштейнов **9**. Оси коллекторов разнесены по горизонтали (обычно на 32 мм), что даёт возможность свободно пропускать трубы верхнего коллектора позади нижнего.

Краткие сведения об изделиях для коллекторных систем торговой марки VALTEC приведены **в приложении 3**.

3.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА КОЛЛЕКТОРНЫХ БЛОКОВ

В зависимости от выбранного типа коллекторного блока и насосно-смесительного узла, для удобной и длительной эксплуатации, коллекторы и коллекторные блоки могут быть оснащены дополнительным оборудованием.

В том случае, когда выбраны насосно-смесительные узлы без перепускного клапана, при закрытии всех петель коллектора насос будет работать «на закрытую задвижку», то есть, вся энергия, потребляемая насосом, будет тратиться на нагрев самого насоса. Это неизбежно сократит срок его эксплуатации. Чтобы избежать подобного явления, рекомендуется установить на коллекторный блок байпас с перепускным клапаном. Проходной байпас VT.0667T (**рис. 3.2.1**) устанавливается между коллекторным блоком и насосно-смесительным узлом. Он имеет встроенный термометр, который можно установить как на подающий, так и на обратный тройник. Тупиковый байпас VT.0666 (**рис. 3.2.2**) не имеет патрубков для термометра, и он устанавливается в торец коллекторного блока.

Перепускной клапан этих байпасов может настраиваться на перепад давлений от 20 кПа до 60 кПа. Рекомендуется настраивать клапан на перепад давлений,



Рис. 3.2.1. Байпас с перепускным клапаном VT.0667T (проходной)



Рис. 3.2.2. Байпас с перепускным клапаном VT.0666 (тупиковый)



Рис. 3.2.3. Коллекторный тройник с термометром VT.4615



Рис. 3.2.4. Коллекторный тройник VT.530



Рис. 3.2.5. Коллекторный отвод VT.531

на 10-15 % выше потерь давления в расчётном циркуляционном кольце. Таким образом, в «крейсерском» режиме клапан будет закрыт. При превышении настроенного значения клапан начнёт перепускать часть теплоносителя из прямого коллектора в обратный, обеспечивая постоянную циркуляцию теплоносителя через насос. При установке байпаса следует обратить внимание на его правильное положение: рабочая среда должна поступать под золотник клапана, то есть регулировочная ручка должна находиться на обратном коллекторе.

Коллекторный тройник с термометром VT.4615 (**рис. 3.2.3**) имеет присоединительные патрубки стандарта «евроконус» и может устанавливаться на каждую петлю как подающего, так и обратного коллекторов. Рациональнее располагать его на обратном коллекторе, так как в этом случае можно контролировать неравномерность остывания теплоносителя в разных петлях и, соответственно, корректировать балансировку петель.

Большинство коллекторных блоков поставляется в комплекте с воздухоотводчиками и дренажными кранами. Если же их нет в составе комплекта, как например у блоков VT.582 и VT.584, то для организации удаления воздуха из петель тёплого пола и спуска воды можно оснастить коллекторы специальными тройниками VT.530 (**рис. 3.2.4**), которые имеют присоединительные размеры 1"x1/2"x1/2", устанавливаются в торец коллектора вместо резьбовой пробки и позволяют смонтировать на них ручной или автоматический воздухоотводчик и дренажный кран.

В случае, когда дренажный кран или воздухоотводчик по каким-либо при-

чинам не требуется, можно обойтись коллекторным отводом VT.531 (рис. 3.2.5).

Нужно учесть, что тройник VT.531 и отвод VT.531 можно использовать только с коллекторами, у которых есть ответная конусная плоскость для примыкания конусной резиновой прокладки фитинга. В этом случае использование дополнительного уплотнительного На практике встречаются моменты, когда к существующему коллекторному блоку нужно присоединить ещё одну петлю тёплого пола. В этом случае на помощь может прийти коллекторный разделитель потока VT.0681 (рис. 3.2.6), который присоединяется к одному из выходов коллектора под углом примерно 45° к оси коллектора, что делает удобным его монтаж и обслуживание.

Для возможности быстрого отключения какой-либо петли, коллекторы можно оснастить коллекторными кранами VTc.720 (рис. 3.2.7), которые допускаются устанавливать как на подающий, так и на обратный коллектор.



Рис. 3.2.6. Коллекторный разделитель потока VT.0681



Рис. 3.2.7. Коллекторный кран VTc.720

3.3. КОЛЛЕКТОРНЫЕ (РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ) ШКАФЫ

Коллекторы и коллекторные блоки, как правило, размещаются в коллекторных (распределительных) шкафах. Шкафы выпускаются во встраиваемом (рис. 3.3.1) и пристроиваемом (рис. 3.3.3) исполнении. Встраиваемые шкафы размещаются в нишах стен. Глубина таких шкафов может варьироваться от 120 до 180 мм за счёт раздвижных стенок, поэтому проблем с размещением в них насосно-смесительных узлов обычно не возникает.

Боковые стенки у таких шкафов не окрашены и имеют отгибные фиксаторы для крепления в нише (рис. 3.3.2).



Рис. 3.3.1. Встраиваемый коллекторный шкаф (VT.540, ШРВ)

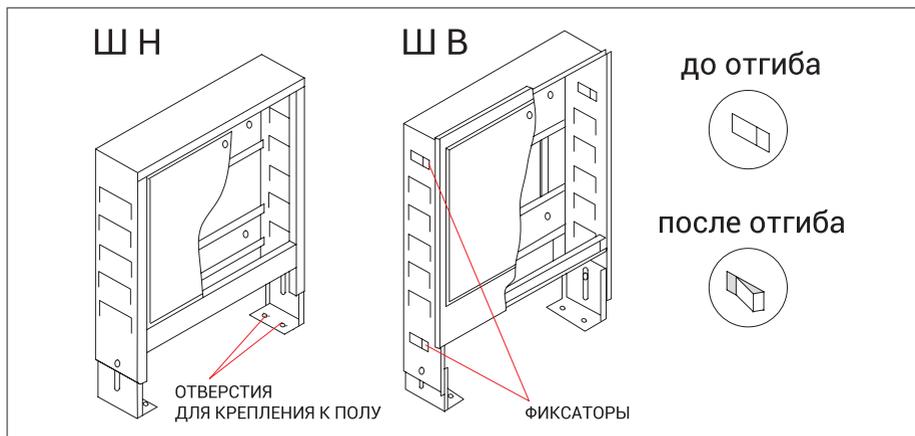


Рис. 3.3.2. Детали встраиваемых шкафов

Пристенные (пристраиваемые) шкафы имеют фиксированную глубину:

- ШРН – 117 мм; • ШРНУ – 178 мм.
- ШРНГ – 132 мм; • ШРНВ – 180 мм.

В связи с этим при выборе этих шкафов следует руководствоваться таблицей подбора, приведённой **в приложении 5**.

Выдвижные ножки как встраиваемых, так и пристраиваемых шкафов (кроме ШРНУ и ШРНВ) дают возможность изменять общую высоту шкафа в пределах 40 мм.

Для крепления коллекторов и коллекторных блоков распределительные шкафы имеют внутри две крепёжные планки, которые могут двигаться по направляющим полозьям, что даёт возможность подогнать их в соответствии с расстоянием между кронштейнами крепления коллекторов (**рис. 3.3.4**).

Габариты коллекторных шкафов торговой марки VALTEC приведены **в приложении 4**.



Рис. 3.3.3. Пристраиваемый коллекторный шкаф (VTс.541, ШРН)



Рис. 3.3.4. Крепёжные планки шкафа

3.4. НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ

Требуемый расход теплоносителя в любой системе водяного отопления подсчитывается **по формуле 3.4.1.**

$$G = \frac{Q}{c \cdot \Delta T}, \text{ кг/с,} \quad (3.4.1)$$

где:

Q — тепловая мощность системы, Вт;

c — удельная теплоёмкость теплоносителя, Дж/кг·°С;

ΔT — разность температур между прямым и обратным теплоносителем, °С.

В системах радиаторного отопления перепад температур ΔT обычно составляет порядка 20 °С, а в системах напольного отопления — $\Delta T = 5 \text{ °С} \dots 10 \text{ °С}$. Это значит, что для переноса одного и того же количества теплоты тёплые полы требуют расхода теплоносителя в 2...4 раза больше.

Максимальная температура теплоносителя в системах тёплого пола, как правило, не превышает 55 °С, рабочее значение этого параметра обычно лежит в пределах 35...45 °С.

В радиаторном же отоплении теплоноситель обычно подаётся с температурой 80...90 °С.

В связи с этими двумя факторами неизменным атрибутом системы напольного отопления является узел смешения.

Насосно-смесительный узел системы тёплого пола должен выполнять следующие основные функции:

- поддерживать во вторичном контуре температуру теплоносителя ниже температуры первичного контура;
- обеспечивать расчётный расход теплоносителя через вторичный контур;
- обеспечивать гидравлическую увязку между первичным и вторичным контурами.
- К вспомогательным функциям насосно-смесительного узла можно отнести следующие:
- индикация температуры (на входе и выходе);
- отсекаание циркуляционного насоса шаровыми кранами для его замены или обслуживания;
- защита насоса от работы на «закрытую задвижку» с помощью перепускного клапана;
- аварийное отключение насоса при превышении максимально допустимой температуры теплоносителя;
- отведение воздуха из теплоносителя;
- дренирование узла.
- Принцип работы простейшего насосно-смесительного узла можно объяснить по тепломеханической схеме **на рисунке 3.4.1.**

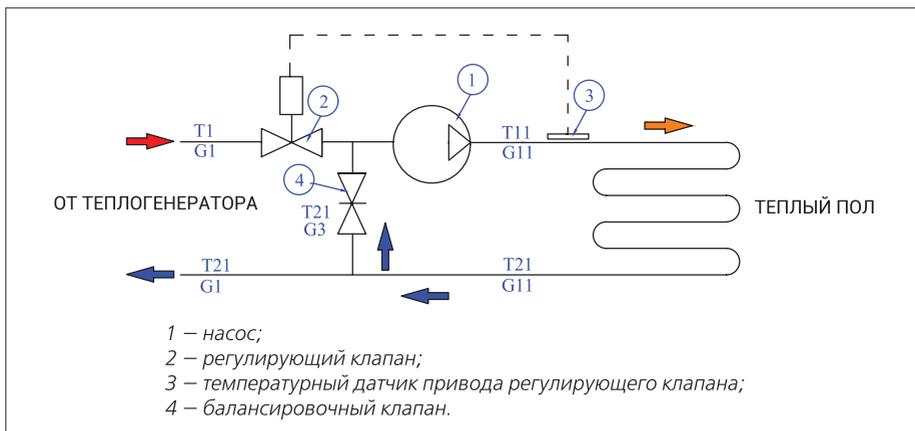


Рис. 3.4.1. Тепломеханическая схема простейшего насосно-смесительного узла

Нагретый теплоноситель поступает на вход насосно-смесительного узла от котла или стояка радиаторной системы отопления с температурой T_1 . На входе в узел установлен регулирующий клапан **2**, на приводе которого выставляется требуемая температура теплоносителя, поступающего в тёплый пол T_{11} . Температурный датчик **3** привода клапана располагается после насоса **1**. При повышении температуры T_{11} выше настроечного значения, клапан **2** закрывается, а при понижении – открывается, пропуская горячий теплоноситель на вход насоса. Пройдя по петлям тёплого пола, теплоноситель остывает до температуры T_{21} . Часть остывшего теплоносителя возвращается в первичный контур, а часть – через балансировочный клапан **4** поступает на вход насоса, смешиваясь с горячим теплоносителем.

Таким образом, в первичном (котловом) контуре температура теплоносителя снижается с T_1 до T_{21} ($\Delta T_{\text{кк}} = T_1 - T_{21}$). Температуру T_{11} задаёт пользователь. Перепад температур в петлях тёплого пола $\Delta T_{\text{тп}} = T_{11} - T_{21}$ также задаётся на стадии расчётов. Зная эти данные, и требуемую тепловую мощность тёплого пола, можно определить соотношение расходов в узле:

$$G_3 = G_{11} - G_1 \quad (3.4.2)$$

$$G_{11} = \frac{Q}{c \cdot \Delta T_{\text{тп}}} \quad (3.4.3)$$

$$G_1 = \frac{Q}{c \cdot \Delta T_{\text{кк}}} \quad (3.4.4)$$

Пример:

Исходные данные:

- температура на входе в насосно-смесительный узел $T_1 = 90^\circ\text{C}$;
- температура на входе в контур тёплого пола $T_{11} = 35^\circ\text{C}$;
- перепад температур в петлях тёплого пола $\Delta T_{\text{тп}} = 5^\circ\text{C}$;
- тепловая мощность тёплого пола $Q = 12 \text{ кВт}$.

Решение:

1. Температура на выходе из петель тёплого пола:

$$T_{21} = T_{11} - \Delta T_{mn} = 35 - 5 = 30 \text{ }^\circ\text{C};$$

2. Перепад температур в первичном (котловом) контуре:

$$\Delta T_{кк} = T_1 - T_{21} = 90 - 30 = 60 \text{ }^\circ\text{C};$$

3. Расход во вторичном контуре:

$$G_{11} = \frac{Q}{c \cdot \Delta T_{mn}} = \frac{12000}{4187 \cdot 5} = 0,573 \text{ кг/с};$$

4. Расход в первичном (котловом) контуре:

$$G_1 = \frac{Q}{c \cdot \Delta T_{кк}} = \frac{12000}{4187 \cdot 60} = 0,048 \text{ кг/с};$$

5. Расход через байпас:

$$G_3 = G_{11} - G_1 = 0,574 - 0,048 = 0,526 \text{ кг/с}.$$

Таким образом, расход в контуре тёплого пола в данном примере должен быть в 12 раз выше, чем в котловом контуре.

Как правило, циркуляционный насос при проектировании выбирается с некоторым запасом, поэтому он может перекачивать через байпас большее количество теплоносителя, чем требуется по проекту. К тому же, и температура теплоносителя в первичном контуре может по факту оказаться меньше расчётной. Именно для корректировки этих расхождений с расчётными данными служит балансировочный клапан **4**, которым можно ограничить расход через байпас.

3.4.1. НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ VT.COMBI И VT.COMBI.S.180

В насосно-смесительных узлах VT.COMBI и VT.COMBI.S.180 (рис. 3.4.1.1 и 3.4.1.2) приготовление теплоносителя с пониженной температурой происходит при помощи двухходового регулирующего клапана, управляемого либо термоголовкой с капиллярным термочувствительным элементом, установленном в линии подающего коллектора (модель VT.COMBI), либо электротермическим сервоприводом, который работает под управлением контроллеров VT.K400 или VT.K500. (модели VT.COMBI.S.180M, VT.COMBI.S.180C). Контроллер с датчиками температуры теплоносителя и наружного воздуха не входит в комплект поставки насосно-смесительного узла и приобретает-ся отдельно.



Рис. 3.4.1.1. Насосно-смесительные узлы VT.COMBI



Рис. 3.4.1.2. Насосно-смесительный узел VT.COMBI.S.180

В линии подмеса узла установлен балансировочный клапан, который задаёт соотношение между количествами теплоносителя, поступающего из обратной линии вторичного контура и прямой линии первичного контура, а также уравнивает давление теплоносителя на выходе из контура тёплых полов с давлением после термостатического регулировочного клапана. От настроечного значения пропускной способности K_{vb} этого клапана и установленного скоростного режима насоса зависит тепловая мощность смесительного узла.

Узел адаптирован для присоединения к нему коллекторных блоков с межосевым расстоянием 200 мм и горизонтальным смещением между осями коллекторов 32 мм. При этом коллекторные блоки могут присоединяться как на входе, так и на выходе насосно-смесительного узла. Это позволяет использовать этот узел в комбинированных системах отопления (рис. 3.4.1.3), где отопление тёплым полом совмещается с радиаторным отоплением.

Состав узлов VT.COMBI и VT.COMBI.S.180, их тепломеханические схемы и функции элементов узлов приведены в **приложении 6**.

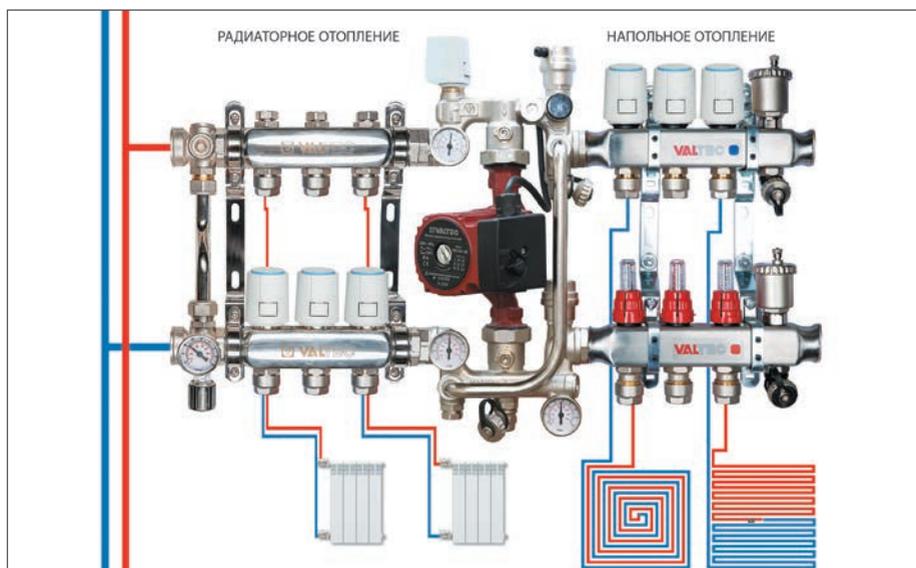


Рис. 3.4.1.3. Узел VT.COMBI.S.180 в комбинированной системе отопления

3.4.2. НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ VT.DUAL

Насосно-смесительный узел VT.DUAL (рис. 3.4.2.1 и 3.4.2.2) состоит из двух модулей (насосного и регулирующего), между которыми монтируется коллекторный блок контура тёплого пола. Для смешения используется трехходовой регулирующий клапан, управляемый термоголовкой с выносным капиллярным термочувствительным элементом, установленным на обратный коллектор вторичного контура.

Предохранительный термостат подающего коллектора останавливает насос в случае превышения настроенного значения температуры, прекращая циркуляцию в петлях тёплого пола.

Конструкция узла предусматривает перепускной контур с балансировочным клапаном, сохраняющим неизменным расход теплоносителя в первичном контуре при перекрытии петель тёплого пола.

Элементы узла устанавливаются не вертикально, а под углом 9°, что вызвано горизонтальным смещением осей коллекторного блока. Это позволяет подключать узел к подводящим трубопроводам как справа, так и слева.

Состав узла VT.DUAL, его тепломеханическая схема и функции элементов узла приведены в **приложении 7**.



Рис. 3.4.2.1. Насосно-смесительный узел VT.DUAL

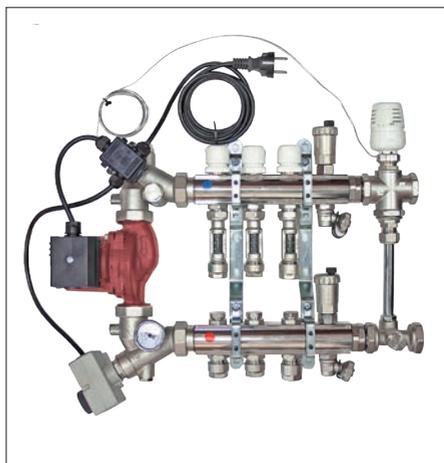


Рис. 3.4.2.2. Узел VT.DUAL с коллекторным блоком

3.4.3. НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ VT.VALMIX



Рис. 3.4.3.1. Насосно-смесительный узел VT.VALMIX

привод VT.TE3043.0.024, работающий под управлением контроллеров VT.K400 или VT.K500. Узел поставляется без циркуляционного насоса.

Состав узла VT.VALMIX, его тепломеханическая схема и функции элементов приведены **в приложении 8**.

Насосно-смесительный узел VT.VALMIX (рис. 3.4.3.1) отличается от узла VT.COMBI меньшей монтажной длиной и отсутствием перепускного клапана. Узел рассчитан на установку циркуляционного насоса монтажной длиной 130 мм. Ручной воздухоотводчик узла расположен на регулировочной втулке балансировочного клапана вторичного контура.

Узел поставляется с термоголовкой VT.3011, имеющей диапазон настройки температур от 20°C до 62 °С, которая устанавливается на двухходовой регулирующий клапан. Вместо термоголовки может быть установлен серво-

3.4.4. НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ VT.TECHNOMIX



Рис. 3.4.4.1. Насосно-смесительный узел VT.Technomix

температур от 20°C до 60 °С. Вместо термоголовки может быть установлен термоэлектрический сервопривод VT.TE3043.0.024, работающий под управлением контроллеров VT.K400 или VT.K500. Узел поставляется без циркуляционного насоса.

Состав узла VT.TECHNOMIX, его тепломеханическая схема и функции элементов приведены **в приложении 9**.

Так же как узел VT.VALMIX, насосно-смесительный узел VT.TECHNOMIX (рис. 3.4.4.1) рассчитан на установку циркуляционного насоса длиной 130 мм, но имеет несколько большую монтажную длину.

Кроме того, входные и выходные патрубки узла находятся в одной плоскости, поэтому узел монтируется к коллекторному блоку под углом 9°, и может устанавливаться как справа от обслуживаемого коллекторного блока, так и слева от него.

Узел поставляется с термоголовкой VT.5011, имеющей диапазон настройки

3.4.5. СРАВНЕНИЕ НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ VALTEC

Таблица 3.4.5. Сравнительная таблица насосно-смесительных узлов VALTEC

№	Наименование показателя	Значение показателя для узла			
		VT.COMBI	VT.DUAL	VT.VALMIX	VT.TECHNOMIX
1	Подключаемая тепловая мощность при $\Delta T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ с насосом VRS.254, кВт	15	20	13	14
2	Подключаемая тепловая мощность при $\Delta T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ с насосом VRS.256, кВт	20	30	18	19
3	Рабочее давление, МПа	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Максимальная температура теплоносителя в первичном контуре, $^{\circ}\text{C}$	90	120	110	110
5	Монтажная длина узла, мм	156	87+92	140	170
6	Монтажная длина насоса, мм	180	130	130	130
7	Межосевое расстояние присоединительных патрубков, мм	200	200	200	200
8	Резьба присоединительных патрубков, дюймы	G1"В	G1"	G1"В	G1"В; Н
9	Пропускная способность (K_{vs}) регулирующего клапана, $\text{м}^3/\text{ч}$	2,75	2,75	3,42	2,63
10	Пропускная способность (K_{vs}) клапана первичного контура, $\text{м}^3/\text{ч}$	2,5	2,6	2,27	2,27
11	Пропускная способность (K_{vs}) балансирующего клапана вторичного контура, $\text{м}^3/\text{ч}$	5,0	–	3,42	11,3
12	Присоединение к первичному контуру	слева	любое	слева	любое
13	Наличие перепускного клапана	есть	байпас	нет	нет

№	Наименование показателя	Значение показателя для узла			
		VT.Combi	VT.Dual	VT.Valmix	VT.Technomix
14	Тип воздухоотводчика	авто	ручной	ручной	ручной
15	Наличие предохранительного термостата	нет	есть	нет	нет
16	Количество ходов регулирующего клапана	2	3	3	2
17	Монтажное положение	вертик.	угол 9°	вертик.	угол 9°

Подробнее состав насосно-смесительных узлов, их тепломеханические схемы и функции элементов приведены **в приложениях 6–9**.

3.5. БЕЗНАСОСНЫЕ РЕГУЛИРУЮЩИЕ УЗЛЫ ДЛЯ ТЕПЛОГО ПОЛА

3.5.1. МОНТАЖНЫЕ МОДУЛИ VT.ICBOX

В особую группу узлов регулирования системами тёплых полов можно выделить терморегулирующие безнасосные монтажные модули VT.ICBOX.

Модули VT.ICBOX.1 и VT.ICBOX.2 (см. рис. 3.5.1.1) применяются в тех случаях, когда использование насосно-смесительных узлов экономически нецелесообразно, и для устройства тёплого пола достаточно всего одной петли, длина которой не превышает 100 м.

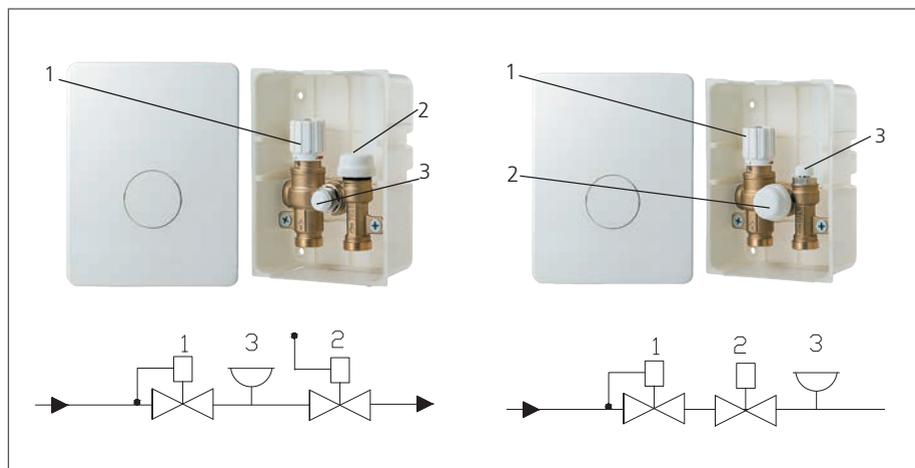


Рис. 3.5.1.1. Модули VT.ICBOX.1 и VT.ICBOX.2

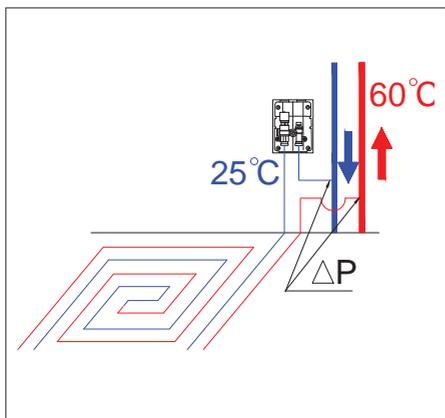


Рис. 3.5.1.2. Установка модулей в систему с температурой теплоносителя 60 °С

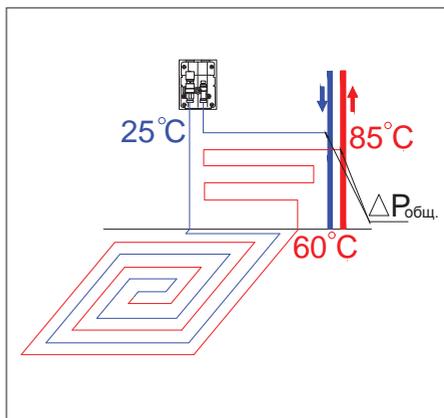


Рис. 3.5.1.3. Установка модулей в систему с температурой теплоносителя свыше 60 °С

Модули имеют встроенный настраиваемый ограничитель температуры теплоносителя **1**, регулирующий клапан **2** и ручной воздухоотводчик **3**. Модуль VT.ICBOX.1 предназначен для работы с термоголовкой, имеющей выносной термочувствительный элемент VT.5010, так как его термоголовка расположена внутри монтажной коробки. Модуль VT.ICBOX.2 работает с обычной термоголовкой VT.5000.

Модули устанавливаются на выходе из петли тёплого пола (**рис. 3.5.1.2**). Ограничитель температуры регулирует количество поступающего в петлю теплоносителя так, что его температура не превышает заданного значения. Регулирующий клапан перекрывает поступление теплоносителя в петлю при превышении температуры воздуха в помещении выше заданного на термоголовке значения.

При установке данных модулей в систему с температурой подаваемого теплоносителя свыше 60 °С, можно часть петли проложить по участку «тёплых стен» (**рис. 3.5.1.3**). Можно также, в этом случае заложить в конструкцию пола теплоизолирующий слой, обеспечивающий требуемую температуру поверхности пола.

Модули VT.ICBOX.1 и VT.ICBOX.2 не рекомендуется устанавливать при паркетных полах.

Монтажные модули VT.ICBOX.4 и VT.ICBOX.5 не имеют в своём составе ограничителя температуры, но у них имеется балансировочный клапан (**рис. 3.5.1.4**).

На схемах **рисунка 3.5.1.4** позицией **1** обозначен ручной воздухоотводчик, позицией **2** — балансировочный клапан и позицией **3** — регулирующий клапан. Регулирующий клапан модуля VT.ICBOX.4 управляется обычной термоголовкой VT.5000. Узел VT.ICBOX.5 управляется термоголовкой VT.5010 с выносным термочувствительным элементом.

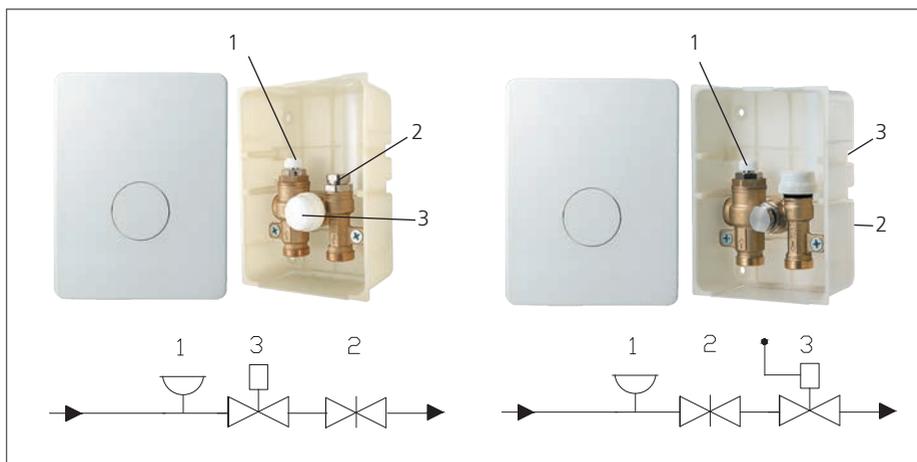


Рис. 3.5.1.4. Модули VT.ICBOX.4 и VT.ICBOX.5

Эти два узла могут использоваться в случае, когда дистанционное управление сервоприводами коллекторного блока невозможно. То есть, применение модулей VT.ICBOX.4 и VT.ICBOX.5 позволяет регулировать тёплый пол непосредственно термоголовками, установленными в помещении (рис. 3.5.1.5). В этом случае, можно отказаться от установки комнатных термостатов и электротермических сервоприводов на коллекторах.

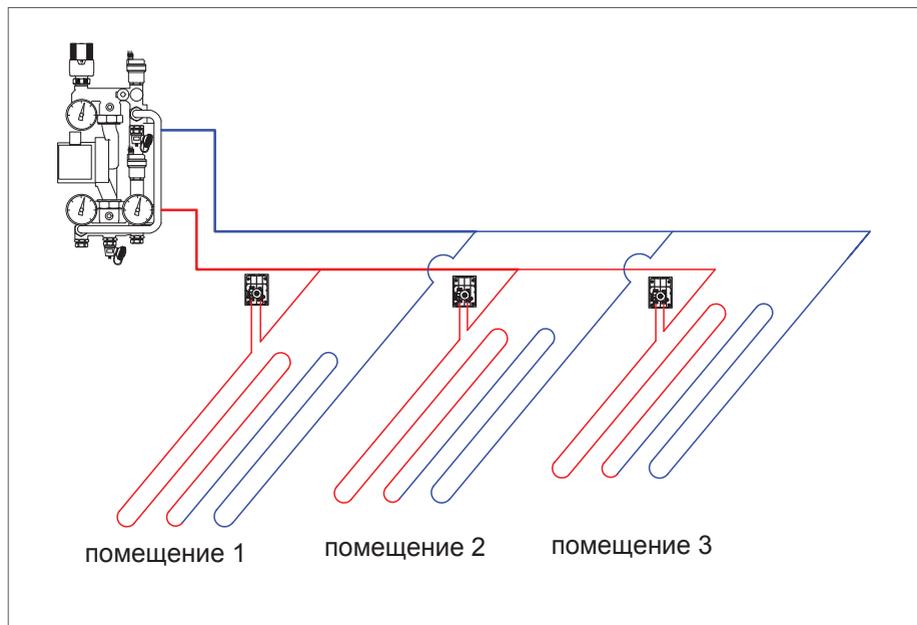


Рис. 3.5.1.5. Пример использования модулей VT.ICBOX.4 и VT.ICBOX.5

3.5.2. ТЁПЛЫЙ ПОЛ НА БАЗЕ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

В случае, когда водяной тёплый пол планируется создать на площади не более 15 м², наиболее экономичным представляется вариант использования ограничителей температуры прямого действия VT.9154 или VT.348 (рис. 3.5.2.1 и 3.5.2.2). В России этот вид трубопроводной арматуры известен, как «RTL-регулятор» или «ограничитель температуры обратного потока» (return temperature limited).



Рис. 3.5.2.1. Ограничитель температуры прямого действия VT.9145



Рис. 3.5.2.2. Ограничитель температуры прямого действия VT.348

Термоголовки клапанов настраивается пользователем на определенную температуру в диапазоне от 0 °С до 50 °С, при превышении которой клапан начинает ограничивать количество проходящей через него рабочей среды.

Петля тёплого пола присоединяется к высокотемпературным стоякам радиаторного отопления, а ограничитель устанавливается на выходе из петли (рис. 3.5.2.3).

Такие клапаны также можно использовать в качестве балансировочного элемента при коллекторном присоединении петель тёплого пола к насосно-смесительным узлам (рис. 3.5.2.4). Установив на термоголовке расчётную температуру возвращаемого из петли теплоносителя, пользователь тем самым обеспечит требуемый расход в каждой отдельной петле.

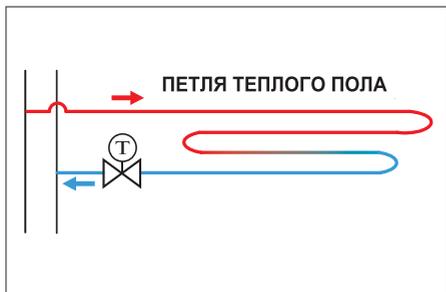


Рис. 3.5.2.3. Схема установки ограничителя температуры на петле тёплого пола

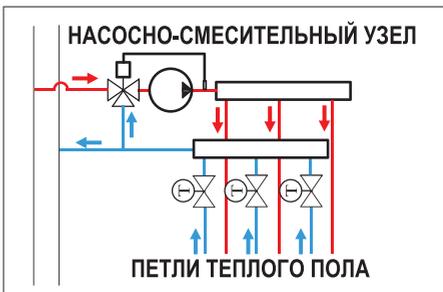


Рис. 3.5.2.4. Балансировка петель тёплого пола с помощью ограничителя температуры

Таблица 3.5.2.1. Основные технические характеристики ограничителей температуры прямого действия

№	Характеристика	Ед. изм.	Значение для клапана:	
			VT.9154	VT.348
1	Номинальное давление, PN	МПа	1,0	1,0
2	Температура рабочей среды	°С	+2...+120	+1...+100
3	Диапазон поддерживаемой температуры	°С	0...50	20...62
4	Пропускная способность, K_{vs}	м ³ /ч	2,0	2,2
5	Номинальный диаметр, DN	мм	15	15
6	Резьба под термостатическую головку		M30x1,5	M30x1,5
7	Резьба патрубка полусгона		R1/2" HP	–
8	Присоединительная резьба		G3/4" HP «евроконус»	G1/2" BP
9	Длина клапана	мм	91	88
10	Высота клапана с термоголовкой	мм	107	146
11	Температура рабочей среды за клапаном в зависимости от позиции шкалы термоголовки:			указана на шкале
11.1	– поз.0	°С	0	
11.2	– поз.1	°С	10	
11.3	– поз.2	°С	20	
11.4	– поз.3	°С	30	
11.5	– поз.4	°С	40	
11.6	– поз.5	°С	50	

4. НАСТРОЙКА ОБОРУДОВАНИЯ

4.1. БАЛАНСИРОВКА ПЕТЕЛЬ ТЁПЛОГО ПОЛА

Под воздействием перепада давления, создаваемого насосом, теплоноситель стремится циркулировать по пути наименьшего сопротивления. В случае с тёплым полом это будет самая короткая и менее нагруженная петля. Задачей монтажника при наладке системы заставить теплоноситель циркулировать по каждой петле с заданным расходом. Тогда перепад температур на входе в петлю и на выходе из неё не превысит проектный, и обогреваемый участок пола получит именно столько тепловой энергии, сколько требуется по расчёту.

Конечно, наличие проекта с гидравлическим расчётом значительно упростит и ускорит процесс наладки и кроме того защитит от ошибок в монтаже. Однако систему напольного отопления можно настроить и без теоретических расчётов, хотя это и займёт больше времени.

В среде монтажников часто можно услышать заявление, что систему напольного отопления вообще не надо балансировать, так как она «самобалансируется» за счёт работы термостатов, контроллеров и прочих элементов автоматики. Это утверждение ошибочно. Например, при полной расчётной нагрузке, когда все термостатические клапаны будут находиться в открытом состоянии, теплоноситель пойдёт по самой короткой и ненагруженной петле. В этой петле расход увеличится, остывание снизится, а в остальных петлях проявится дефицит теплоносителя. Это значит, что теплоноситель остынет гораздо раньше, чем положено, не обеспечив подачу требуемого количества тепла на обслуживаемый петлей участок. И никакая автоматика тут не спасёт.

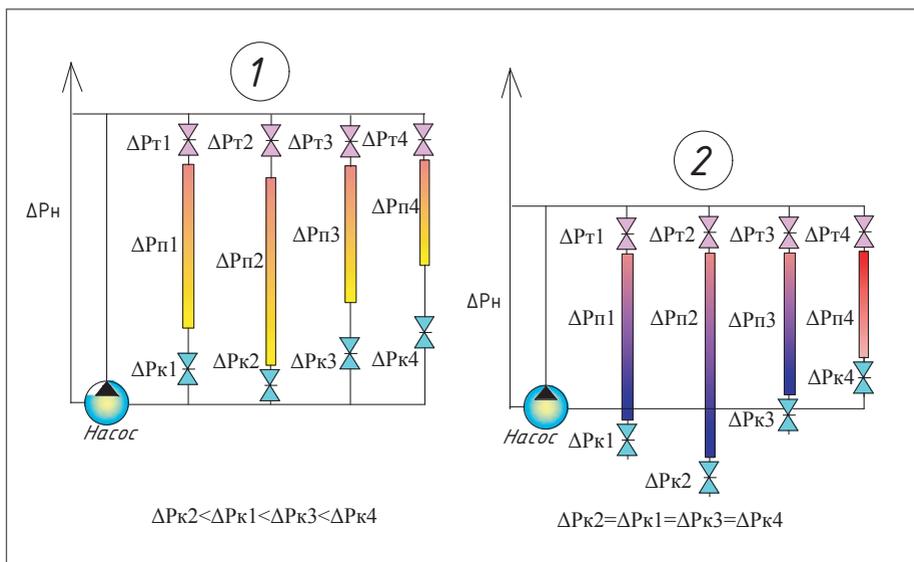


Рис. 4.1.1. Схема балансировки петель тёплого пола

Расчёт балансировки петель тёплого пола заключается в определении требуемой пропускной способности балансировочных клапанов, установленных на коллекторе и обслуживающих каждую присоединенную к коллектору петлю. Суть балансировки показана на **рис. 4.1.1**.

Циркуляционный насос создаёт напор ΔP_n , который компенсирует потери давления, складывающиеся из потерь давления в регулирующем клапане $\Delta P_{m'}$, непосредственно в петле ΔP_n и потери давления на балансировочном клапане ΔP_k . На представленной **схеме 1 рисунка 4.1.1** наибольшие потери давления наблюдаются в петле **2**, поэтому её балансировочный клапан полностью открыт, что соответствует полной пропускной способности этого клапана K_{vs} . При этом потери давления на клапане составляют ΔP_{k2} . Для того, чтобы в обратном коллекторе произошло слияние потоков, потери давления по всем петлям должны быть равны $\Delta P_{m2} + \Delta P_{n2} + \Delta P_{k2}$. Для этого клапаны петель **1, 3 и 4** настраиваются на перепады соответственно ΔP_{k1} ; ΔP_{k3} ; ΔP_{k4} .

Если балансировку не производить, а оставить все балансировочные клапаны полностью открытыми, то получится ситуация, изображенная на **схеме 2 рисунка 4.1.1**. Напор насоса снизится до величины $\Delta P_{m4} + \Delta P_{n4} + \Delta P_{k4}$ за счёт увеличения расхода, и основная часть этого расхода пойдёт через петлю **4**, перегревая её. В то же время петли **1, 2 и 3** останутся на «голодном пайке» и не смогут подать требуемое количество тепла в обслуживаемые участки пола.

Расчёт настройки коллекторных балансировочных клапанов заключается в определении потерь давления в каждой из подключённых петель. Для этого требуются следующие исходные данные:

- тепловая нагрузка на каждую петлю Q_{ni} (Вт), определяемая на стадии теплотехнического расчёта (**см. раздел 6 «Расчёт тёплого пола»**);
- длина каждой петли L_i (м), определяемая по рабочим чертежам тёплого пола;
- тип и размеры труб, из которых выполняются петли. Эти данные также берутся из проекта. Для определения линейных потерь важен внутренний диаметр D_g (мм);
- перепады температур прямого и обратного теплоносителя Δt_{min} задаются в пределах от 5 °С до 10 °С. Чем меньше этот перепад, тем меньше будет заметна разница температур поверхности пола на соседних участках;
- тип теплоносителя, от которого зависят показатели плотности и теплоёмкости (**см. таблицу 4.1.4**);
- количество отводов (углов поворота на 90°) и калачей (углов поворота на 180°) определяется по проекту;
- гидравлические характеристики регулирующего клапана коллектора K_{vsm} . Они изложены в паспорте на коллекторный блок и в **таблице 4.1.1**;

Таблица 4.1.1. Гидравлические характеристики регулирующих клапанов коллекторных блоков

Пропускная способность регулирующего клапана, K_{vSM} , м ³ /ч, для блоков:							
VTc.579	VTc.582	VTc.584	VTc.586	VTc.588	VTc.589	VTc.594	VTc.596
2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

- гидравлические характеристики балансировочного клапана коллектора $K_{вк}$ и $K_{вск}$ (м³/ч), которые можно взять из технического паспорта коллекторного блока (см. таблицы 4.1.2 и 4.1.3).

Таблица 4.1.2. Пропускная способность клапана с расходомером блока VTc.589

Показания расходомера, л/мин	0,5	1	2	3	4	5
Пропускная способность $K_{вк}$, м ³ /ч	0,11	0,22	0,43	0,65	0,84	1,1 $K_{вск}$

Таблица 4.1.3. Пропускная способность балансировочного клапана блока VTc.588

Обороты	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	$K_{вск}$
Пропускная способность $K_{вк}$, м ³ /ч	0,13	0,26	0,52	0,78	1,03	1,18	1,3	1,56	1,92	2,08	2,22	2,34	2,6

Как видно из таблиц, пропускная способность балансировочного клапана значительно выше, чем у клапана с расходомером, поэтому, при наличии грамотного расчёта, лучше использовать коллекторные блоки с балансировочными клапанами. Блоки с расходомерами удобнее применять при отсутствии расчётных данных.

Расчёт петель ведётся в следующем порядке:

- Определяется расход теплоносителя по формуле:

$$g_i = \frac{Q_i}{c \cdot \Delta t}, \text{ кг/с,} \quad (4.1.1)$$

где:

Q_i – тепловая мощность петли, Вт;

c – удельная теплоёмкость теплоносителя, Дж/кг·°С;

Δt – перепад температур между прямым и обратным теплоносителями, °С.

- Определяется скорость в каждой петле по формуле:

$$v_i = \frac{4g_i}{\pi D_e^2 \rho}, \text{ м/с,} \quad (4.1.2)$$

где:

D_e – внутренний диаметр трубы, м;

ρ – плотность теплоносителя, кг/м³, которую можно определить по таблице 4.1.4.

Таблица 4.1.4. Плотность и теплоёмкость теплоносителей при различных температурах

Вид теплоносителя	Показатель	Температура, °С					
		25	30	35	40	45	50
Вода	ρ , кг/м ³	997	995	994	992	990	988
	c , Дж/кг·°С	4180	4178	4178	4178	4179	4180
Гликоль 65 %	ρ , кг/м ³	1083	1080	1078	1075	1072	1069
	c , Дж/кг·°С	2987	3000	3018	3034	3050	3070
Гликоль 30 %	ρ , кг/м ³	1058	1055	1053	1051	1049	1046
	c , Дж/кг·°С	3459	3466	3481	3497	3511	3526

Скорость теплоносителя в петле тёплого пола не должна быть выше 1 м/с.

- Зная скорость и расход теплоносителя, можно определить линейные потери давления в каждой петле. Для этого лучше воспользоваться гидравлическими таблицами **приложения 2**. Умножив длину петли L (м) на потери давления одним погонным метром трубы $\Delta p_{\text{пог}}$ (Па/м), получим линейные потери в петле:

$$\Delta p_{\text{лин}} = L \Delta p_{\text{пог}}, \text{ Па.} \quad (4.1.3)$$

- Потери на местные сопротивления в отводах и калачах определяются по формуле:

$$\Delta p_{\text{мес}} = (0,5N_o + N_k) \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,} \quad (4.1.4)$$

где:

N_o – количество отводов на петле, шт.;

N_k – количество калачей на петле, шт.

- Потери давления в полностью открытом регулирующем и балансировочном (настроечном) клапане определяются по формуле:

$$\Delta p_k = 10^5 \left(\frac{3600g}{\rho K_{\text{vsk}}} \right)^2, \text{ Па.} \quad (4.1.5)$$

- Потери давления в петлях складываются из линейных потерь и потерь на преодоление местных сопротивлений:

$$\Delta p_{\text{пет}} = \Delta p_{\text{лин}} + \Delta p_{\text{мес}}, \text{ Па.} \quad (4.1.6)$$

- Петля, в которой потери давления наибольшие, принимается за расчётную. Для неё определяются потери давления с учётом потерь на полностью открытом балансировочном клапане:

$$\Delta p_{\text{max}} = \Delta p_{\text{пет}} + \Delta p_k, \text{ Па.} \quad (4.1.7)$$

- Для остальных петель определяется перепад давления, которого не хватает до Δp_{max} :

$$\Delta p_{\text{дон}} = \Delta p_{\text{max}} - \Delta p_{\text{пет}}, \text{ Па.} \quad (4.1.8)$$

- Исходя из этого, рассчитывается требуемая пропускная способность каждого балансировочного клапана:

$$K_v = \frac{3600g}{\rho \sqrt{\Delta p_{\text{дон}} \cdot 10^{-5}}}, \text{ м}^3/\text{ч.} \quad (4.1.9)$$

- Затем по таблицам гидравлических характеристик клапанов (**таблицы 4.1.2 и 4.2.3**) находится требуемая позиция настройки каждого балансировочного клапана.

Пример расчёта балансировки петель тёплого пола:

Исходные данные:

Коллекторный блок обслуживает 4 петли, данные о которых сведены в таблицу 4.1.5.

Таблица 4.1.5. Данные о петлях тёплого пола

Номер петли	Длина, L_i , м	Нагрузка, Q_i , Вт	Габариты трубы, мм	Кол-во отводов, шт.	Кол-во калачей, шт.
1	100	600	16x2,0	6	12
2	80	480	16x2,0	4	10
3	50	300	16x2,0	8	8
4	75	600*	16x2,0	10	8

Примечание: *тепловая нагрузка на петли тёплого пола не всегда пропорциональна их длине, так как погонный тепловой поток в разных петлях может отличаться из-за различия в конструкциях пола. Кроме того, петли могут иметь различный шаг раскладки и разное количество отводов и калачей.

Перепад температур в петлях пола принят 5 °С.

Теплоноситель – вода.

Максимальная пропускная способность балансировочного клапана на коллекторе:

$$K_{vsk} = 2,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Максимальная пропускная способность регулирующего клапана:

$$K_{vsm} = 2,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчёт ведётся в табличной форме (таблица 4.1.6).

Таблица 4.1.6. Расчёт балансировки петель

№ петли	Расход по формуле 4.1.1, кг/с	Скорость по формуле 4.1.2, м/с	Δp_{loc} , по приложению 2, Па/м	Δp_{lin} по формуле 4.1.3, Па	Δp_{exc} по формуле 4.1.4, Па	Δp_m по формуле 4.1.5, Па	Δp_{nem} по формуле 4.1.6, Па	Δp_k по формуле 4.1.5, Па	Δp_{max} по формуле 4.1.7, Па	Δp_{opt} по формуле 4.1.8, Па	K_v по формуле 4.1.9, м ³ /ч	Обороты настройки клапана
1	0,029	0,258	107	10 700	496	193	11389	163	11522	0	–	полное
2	0,023	0,205	71	5680	251	120	6051	–	–	5471	0,36	1,2
3	0,014	0,125	20	1000	93	45	1138	–	–	10 384	0,16	0,6
4	0,029	0,258	107	8025	430	193	8648	–	–	2874	0,62	1,7

В случае, когда балансировка ведётся без расчёта, удобнее пользоваться коллекторными блоками с расходомерами (ротаметрами). Порядок «ручной» настройки можно показать на ранее рассчитанном примере. Имеются 4 петли длиной $L_1 = \Delta 100$, $L_2 = 80$, $L_3 = 50$ и $L_4 = 75$ метров.

Балансировка начинается с того, что выбирается петля самой большой длины. В нашем случае это петля № 1. При включённом циркуляционном насосе регулирующий клапан на этой петле открывается в максимальное положение, и относительно него будут выставляться расходы всех остальных петель. Допустим, в полностью открытом положении клапана петли № 1 расходомер фиксирует расход $g_i = 4$ л/мин. Значит, остальные петли настраиваются пропорционально их длине:

$$g_i = \frac{L_i \cdot g}{L_1}, \text{ л/мин.} \quad (4.1.10)$$

Получим следующие значения настроек (см. рис. 4.1.2).

При первичной настройке значения показаний расхода на петле, принятой за расчётную, могут измениться. Это зависит от того, в каком первоначальном положении находились все клапаны. Если клапаны были закрыты, то показания расхода на первой петле уменьшатся. Значит, нужно снова отрегулировать клапаны по формуле 4.1.10, в соответствии с изменившимися показаниями расходомера первой петли.

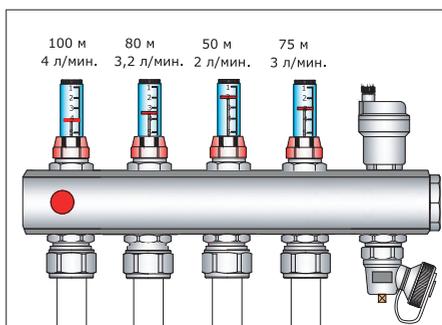


Рис. 4.1.2. Значения настроек при первичной регулировке

При подобной настройке может сложиться ситуация, когда даже при полном открытии расходомер одной из петель не будет достигать требуемой отметки. Например, расходомер второй петли вместо значения 3,2 л/мин., будет показывать 2,5 л/мин. Это значит, что потери давления в этой петле больше, чем в первой, несмотря на то, что вторая петля короче. Это случается, когда потери давления на преодоление местных сопротивлений в петле больше, чем в той, которую мы приняли за расчётную. То есть, количество отводов и калачей в петле № 2 больше, чем в петле № 1.

В этом случае расчётной становится петля № 2 (рис. 4.1.3), и формула 4.1.10 примет следующий вид:

$$g_i = \frac{L_i \cdot g_2}{L_2}, \text{ л/мин.} \quad (4.1.11)$$

Способ настройки пропорционально длин петель можно применять в том случае, когда конструкция пола и шаг укладки труб во всех обслуживаемых помещениях примерно одинаковы. Если же это условие не соблюдается, расходы по петлям не будут пропорциональны длинам, и «ручную» настройку придётся выполнять по выравниванию температур обратного теплоносителя, что занимает гораздо больше времени.

При таком способе балансировки в подающий коллектор тёплого пола должен подаваться нагретый до 30-35 °С теплоноситель, а в помещениях необходимо обеспечить хотя бы минимальный теплосъём. То есть, настройку желательно производить при одинаковой температуре в помещениях не выше 10-12 °С. Для контроля температуры возвращаемого теплоносителя удобнее снабдить обратный коллектор тройниками с термометрами VT.4615 (рис. 4.1.4).

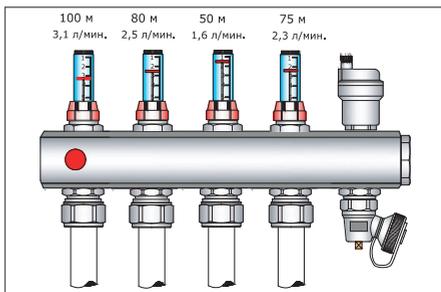


Рис. 4.1.3. Значения настроек при расчётной петле № 2

Первоначальная балансировка производится пропорционально длинам петель, как описывалось ранее. После этого определяется температура обратного теплоносителя самой длинной петли. Если обратный коллектор не снабжён термометрами, можно измерять температуру непосредственно на трубе пирометром (рис. 4.1.5). Дальнейшая задача состоит в том, чтобы установить на каждой петле температуру возвращаемого теплоносителя такую же, как на самой длинной петле.

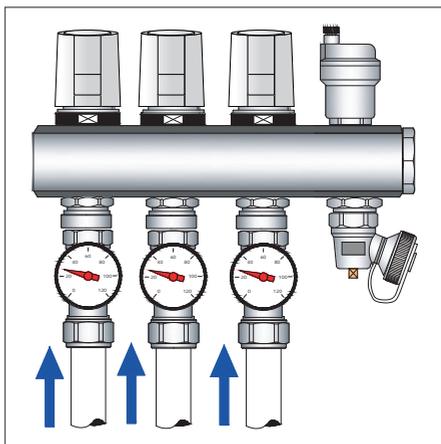


Рис. 4.1.4. Тройники с термометрами VT.4615 на обратном коллекторе

Для понижения температуры балансировочный клапан на коллекторе нужно настроить на несколько меньший расход и дать системе поработать не менее 1-2 часов, после чего снова замерить температуру и внести корректировку в настройку. Процесс этот длительный и утомительный, поэтому при возможности всё-таки лучше использовать расчётный способ балансировки.

Для того чтобы настройку балансировочных клапанов защитить от несанкционированного вмешательства, на коллекторах VTс.594, VTс.588 имеется механизм фиксации настроечного положения. В положении, когда клапан выставлен на заданный расход, винт фиксатор (рис. 4.1.6) закручивается до упора с помощью тонкой отвертки с плоским



Рис. 4.1.5. Измерение температуры труб пирометром

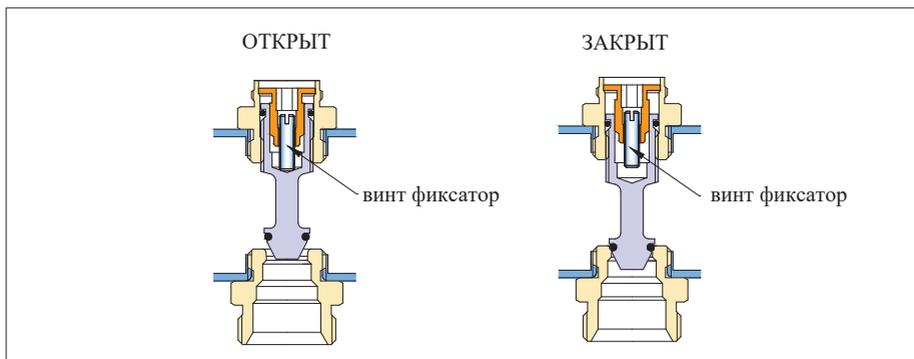


Рис. 4.1.6. Фиксация настроечного положения балансировочного клапана

шлицем. Винт фиксатор расположен внутри шестигранного гнезда, посредством которого производится настройка клапана. Винт ограничивает открытие клапана на фиксированном уровне и не позволяет ему открыться больше. При этом полному закрытию клапана винт не препятствует.

Вариант балансировки петлей тёплого пола с использованием ограничителей температуры обратного потока (RTL) изложен в [п. 3.5.2](#).

4.2. НАСТРОЙКА БАЛАНСИРОВОЧНОГО КЛАПАНА ВТОРИЧНОГО КОНТУРА

Балансировочный клапан вторичного контура задаёт соотношение между расходами первичного (сетевое) и вторичного (тёплый пол) контуров. Расположение этого клапана у разных типов насосно-смесительных узлов показано на [рис. 4.2.1](#).

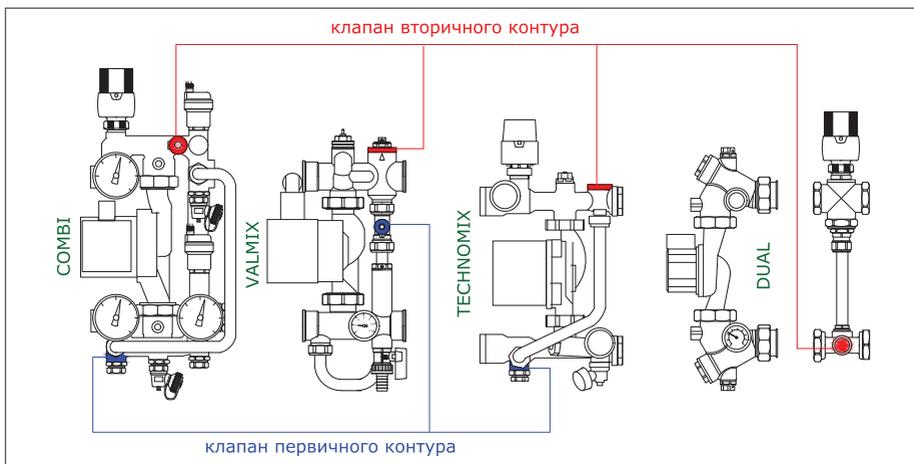


Рис. 4.2.1. Расположение балансировочных и запорных клапанов на насосно-смесительных узлах VALTEC

Чем больше открыт клапан вторичного контура, тем меньше поступает нагретого теплоносителя из греющего (первичного) контура.

Для корректной настройки этого клапана нужно знать следующие исходные данные:

- общую тепловую мощность системы тёплого пола, подключённого к насосно-смесительному узлу Q , Вт;
- температуру теплоносителя, подаваемого в тёплый пол t_{mn1} , °С;
- перепад температур между прямым и обратным теплоносителями Δt_{mn} , °С. Этот перепад обычно составляет 5...10 °С;
- температуру теплоносителя, поступающего к насосно-смесительному узлу из первичного (греющего) контура, t_1 , °С;
- гидравлические характеристики регулирующего клапана НСУ (см. таблицу 4.2.1).

Таблица 4.2.1. Пропускная способность регулирующих клапанов насосно-смесительных узлов VALTEC

Тип узла	VT.Combi	VT.Dual	VT.Valmix	VT.Technomix
$K_{vнкс}$, м ³ /ч	0,9	0,9	1,1	0,9

- гидравлические характеристики балансировочного клапана вторичного контура (см. таблицу 4.2.2).

Таблица 4.2.2. Пропускная способность клапанов вторичного контура насосно-смесительных узлов VALTEC

Тип узла	VT.Combi	VT.Dual	VT.Valmix	VT.Technomix
$K_{vв2}$, м ³ /ч, при настройке				
0 (0,1)	–	–	0,17	0
1	1	–	1,23	0,72
2	1,75	–	2,59	1,99
3	2,5	–	3,13	2,97
4	3,5	–	3,32	5,12
5	5	–	3,42	11,26
$K_{vв2}$, м ³ /ч при количестве оборотов				
1/2	–	0,13	–	–
1	–	0,52	–	–
1 1/2	–	0,78	–	–
2	–	1,03	–	–
2 1/2	–	1,3	–	–
3	–	1,77	–	–
3 1/2	–	2,08	–	–
4	–	2,34	–	–
$K_{vв}$	–	2,6	–	–

На основании исходных данных определяется требуемый расход теплоносителя в первичном контуре:

$$G_1 = \frac{3600Q}{c(t_1 - t_{mн1} + \Delta t_{mn})}, \text{ кг/ч} \quad (4.2.1)$$

Расход теплоносителя во вторичном контуре составит:

$$G_2 = \frac{3600Q}{c\Delta t_{mn}}, \text{ кг/ч} \quad (4.2.2)$$

Расход через балансировочный клапан вторичного контура для всех узлов, кроме VT.Dual, является разностью расходов:

$$G_{\text{ок2}} = G_2 - G_1, \text{ кг/ч} \quad (4.2.3)$$

Зная расход в первичном контуре, можно определить потери давления на регулирующем клапане:

$$\Delta P_{\text{мк}} = \left(\frac{G_1}{\rho K_{\text{v.мк}}} \right)^2, \text{ бар} \quad (4.2.4)$$

Из условия равенства давлений при слиянии потоков можно найти требуемую пропускную способность балансировочного клапана вторичного контура:

$$K_{\text{v}02} = \frac{G_{\text{ок2}}}{\rho \sqrt{\Delta P_{\text{мк}}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2.5)$$

Пример:

Исходные данные:

$$T_1 = 80^\circ\text{C}; t_{\text{mн1}} = 45^\circ\text{C}; \Delta t_{\text{mn}} = 10^\circ\text{C}; Q = 8000 \text{ Вт}; \text{ узел VT.Combi.}$$

Решение:

1. *Расход в первичном контуре:*

$$G_1 = \frac{3600Q}{c(t_1 - t_{\text{mн1}} + \Delta t_{\text{mn}})} = \frac{3600 \cdot 8000}{4196 \cdot (80 - 45 + 10)} = 152,5 \text{ кг/ч} \quad (4.2.6)$$

2. *Расход во вторичном контуре:*

$$G_2 = \frac{3600Q}{c\Delta t_{\text{mn}}} = \frac{3600 \cdot 8000}{4179 \cdot 10} = 689,2 \text{ кг/ч} \quad (4.2.7)$$

3. *Расход через балансировочный клапан вторичного контура:*

$$G_{\text{ок2}} = G_2 - G_1 = 689,2 - 152,5 = 536,7 \text{ кг/ч} \quad (4.2.8)$$

4. *Потери давления на регулирующем клапане:*

$$\Delta P_{\text{мк}} = \left(\frac{G_1}{\rho K_{\text{v.мк}}} \right)^2 = \left(\frac{152,5}{972 \cdot 0,9} \right)^2 = 0,0304 \text{ бар} \quad (4.2.9)$$

5. *Пропускная способность балансировочного клапана вторичного контура:*

$$K_{\text{v}02} = \frac{G_{\text{ок2}}}{\rho \sqrt{\Delta P_{\text{мк}}}} = \frac{536,7}{994 \sqrt{0,0304}} = 3,1 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2.10)$$

6. По **таблице 4.2.2** определяем значение настройки клапана. Оно равно 3,5.

Ориентировочно требуемую пропускную способность балансировочного клапана вторичного контура для насосно-смесительных узлов VT.Combi, VT.Valmix, VT.Technomix можно рассчитать по формуле:

$$K_{\text{v}02} = \frac{t_1 - t_{\text{mн1}}}{\Delta t_{\text{mn}}} \cdot K_{\text{v.мк}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2.11)$$

Для узла VT.Dual расчёт балансировочного клапана вторичного контура имеет несколько иной вид.

Рассчитав потери давления в петлях и клапанах узла Δp_{\max} (см. раздел 4.1) и определив расход теплоносителя в первичном контуре G_1 по формуле 4.2.6, пропускная способность клапана K_{v62} вычисляется по формуле:

$$K_{v62} = \frac{G_1}{\rho \sqrt{10^{-5} \Delta P_{\max}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2.12)$$

Пример:

Исходные данные:

$$T_1 = 80^\circ\text{C}; t_{\text{min}} = 45^\circ\text{C}; \Delta t_{\text{mn}} = 10^\circ\text{C}; Q = 8000 \text{ Вт}; \Delta P_{\max} = 6000 \text{ Па}; \text{ Узел - VT.Dual.}$$

Решение:

1. Расход в первичном контуре:

$$G_1 = \frac{3600Q}{c(t_1 - t_{\text{min}} + \Delta t_{\text{mn}})} = \frac{3600 \cdot 8000}{4196 \cdot (80 - 45 + 10)} = 152,5 \text{ кг/ч} \quad (4.2.13)$$

2. Требуемая пропускная способность клапана:

$$K_{v62} = \frac{G_1}{\rho \sqrt{10^{-5} \Delta P_{\max}}} = \frac{152,5}{972 \cdot \sqrt{10^{-5} \cdot 6000}} = 0,64 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.2.14)$$

По таблице 4.2.2 находим количество оборотов открытия клапана. Оно равно $1^{1/4}$.

4.3. НАСТРОЙКА БАЛАНСИРОВОЧНОГО КЛАПАНА ПЕРВИЧНОГО КОНТУРА

При расчетном режиме работы насосно-смесительного узла, его балансировка с остальными элементами системы обеспечивается изменением пропускной способности регулирующего клапана. Если расход теплоносителя через этот клапана начинает превышать расчётный, температура смешанного теплоносителя на выходе из НСУ повышается, и регулирующий клапан начинает закрываться.

То есть, при расчетных параметрах теплоносителя, дополнительные балансировочные элементы узлу не требуются. Поэтому, например, в насосно-смесительном узле VT.Combi балансировочный клапан первичного контура, присутствующий в ранних моделях этого узла, был заменён на запорный клапан, лишённый балансировочной функции.

Однако, в случае, когда температура теплоносителя в греющем (котловом) контуре оказывается значительно ниже расчётной, а также, если расчёты вообще не производились, балансировочный клапан первичного контура значительно облегчает настройку системы. В связи с этим, в узлах VT.Valmix и VT.Technomix эти клапаны присутствуют.

Задача балансировочного клапана первичного контура – гидравлически увязать работу насосно-смесительного узла тёплого пола с остальными приборами и узлами системы отопления. Поэтому расчёт настройки этого клапана производится по тем же правилам, что и расчёт настроечного клапана отопительного прибора в двухтрубной системе.

Принцип настройки лучше всего показать на конкретном примере (см. рис. 4.3.1).

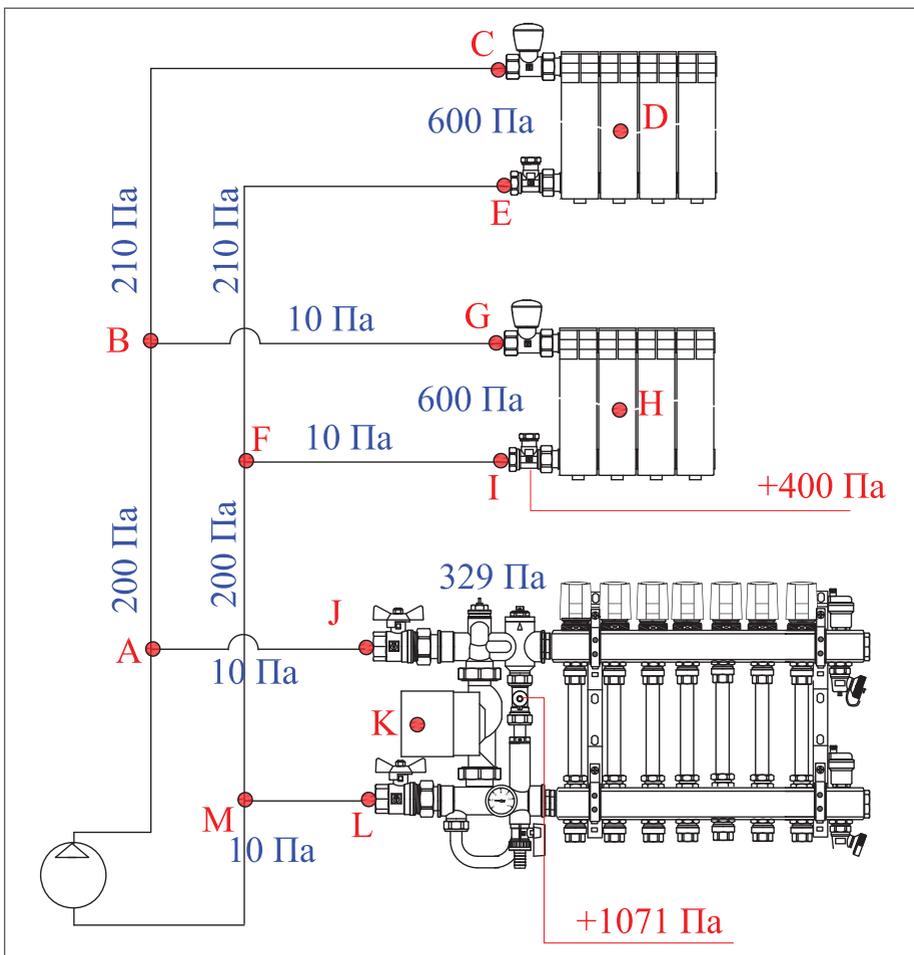


Рис. 4.3.1. Схема к расчёту настройки балансировочного клапана первичного контура

Допустим, система тёплых полов, присоединённая к разводящим трубопроводам первого яруса, потребляет 10 кВт тепловой мощности (Q) при температурном режиме в первичном контуре $80^\circ\text{C}/35^\circ\text{C}$. Пропускная способность регулирующего клапана при полном открытии $K_{v\text{смк}} = 3,42 \text{ м}^3/\text{ч}$ (узел VT.Valmix).

При этих условиях расход в первичном контуре составит:

$$G_1 = \frac{3600Q}{c(t_1 - t_2)} = \frac{3600 \cdot 10000}{4196 \cdot (80 - 35)} = 190,6 \text{ кг/ч} \quad (4.3.1)$$

Падение давления на регулирующем клапане узла:

$$\Delta P_{\text{мк}} = \left(\frac{G_1}{\rho K_{v\text{смк}}} \right)^2 = \left(\frac{190,6}{972 \cdot 3,42} \right)^2 = 0,00329 \text{ бар, или } 329 \text{ Па} \quad (4.3.2)$$

На схеме **рисунка 4.3.1** показаны потери давления на отдельных участках.

Для кольца В-D-F перепад давлений составит: $210 + 210 + 600 = 1020$ Па.

Для радиаторного участка В-Н-F этот перепад будет: $10 + 600 + 10 = 620$ Па.

Для слияния потоков в точках В и F настроечный клапан радиатора Н должен быть настроен на перепад: $1020 - 620 = 400$ Па.

Для кольца А-D-M – потери давления составят:

$200 + 210 + 600 + 210 + 200 = 1420$ Па.

Для кольца А-К-M этот перепад составит: $10 + 329 + 10 = 349$ Па.

Для слияния потоков в точках А и М балансировочный клапан узла должен быть настроен на перепад: $1420 - 349 = 1071$ Па.

Зная требуемый перепад давлений на клапане, можно найти требуемую пропускную способность клапана:

$$K_{v61} = \frac{G1}{\rho\sqrt{\Delta P_{61}}} = \frac{190,6}{994\sqrt{10^{-5} \cdot 1071}} = 1,85 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.3.3)$$

Требуемая позиция настройки балансировочного клапана первичного контура определяется по настроечной таблице (**см. таблицу 4.3.1**).

Таблица 4.3.1. Пропускная способность балансировочных клапанов первичного контура

Тип узла	VT.Valmix	VT.Technomix
K_{v61} , м ³ /ч, при настройке		
0	0,44	0,44
1	1,46	1,46
2	1,9	1,9
3	2,27	2,27

Для рассмотренного примера клапан должен быть установлен на позицию 2.

4.4. ПОДБОР НАСОСА

Для того чтобы правильно подобрать циркуляционный насос для насосно-смесительного узла тёплого пола нужно определить две основные характеристики:

- требуемый расход G_{mp} , м³/ч;
- требуемый напор H_{mp} , м. вод. ст., который должен быть не меньше расчётных гидравлических потерь в узле:

$$H_{mp} \geq 0,0001 \Delta p_{расч.}, \text{ м. вод. ст.} \quad (4.4.1)$$

Почти все необходимые данные для подбора насоса были получены при расчёте балансировки петель (**см. раздел 4.1**) и при расчёте настройки балансировочного клапана вторичного контура (**см. раздел 4.2**):

- расход теплоносителя в первичном контуре G_1 (кг/ч) **по формуле 4.2.1**;
- расход теплоносителя во вторичном контуре G_2 (кг/ч) **по формуле 4.2.2**.

Этот расход, выраженный в м³/ч, и будет являться требуемым при подборе насоса:

$$G_{mp} = \frac{G_1}{\rho}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.4.2)$$

- расход теплоносителя через балансировочный клапан вторичного контура $G_{\text{ок}2}$ (кг/ч) **по формуле 4.2.3**;
- пропускная способность балансировочного клапана вторичного контура K_{vb2} (м³/ч) **по формуле 4.2.5**;
- потери давления в петлях тёплого пола Δp_{max} (Па) **по формуле 4.1.7**;

К потерям давления в петлях тёплого пола необходимо добавить потери давления в балансировочном клапане:

$$\Delta P_{\text{ок}2} = \left(\frac{G_{\text{ок}2}}{\rho K_{vb2}} \right)^2, \text{ бар} \quad (4.4.3)$$

Требуемый напор насоса составит:

$$H_{mp} = 10^{-4} \cdot \Delta p_{\text{max}} + 10 \cdot \Delta P_{\text{ок}2}, \text{ м. вод. ст.} \quad (4.4.4)$$

Определив H_{mp} и G_{mp} , по рабочим графикам насосов подбирается насос и его скорость. Рабочие графики насосов VRS.254 и VRS.256 представлены **на рисунках 4.4.1 и 4.4.2**.

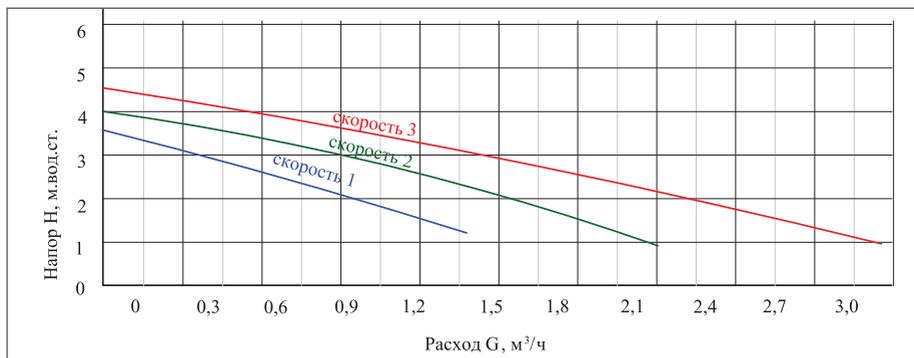


Рис. 4.4.1. Рабочий график насоса VRS.254

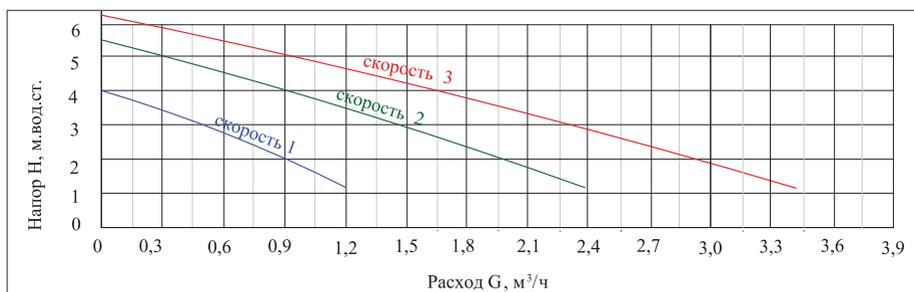


Рис. 4.4.2. Рабочий график насоса VRS.256

Пример расчёта:

Исходные данные:

К насосно-смесительному узлу подключена система общей тепловой мощностью $Q = 8000 \text{ Вт}$.

Потери в расчётном циркуляционном кольце составляют $\Delta p_{\text{max}} = 20\,000 \text{ Па}$.

Перепад температур между прямым и обратным теплоносителем составляет $t_{\text{mn}} = 10^\circ\text{C}$.

Температура теплоносителя, подающегося из первичного контура $t_1 = 80^\circ\text{C}$.

Расчётная температура на выходе из узла VT.Combi $t_{\text{mn}1} = 45^\circ\text{C}$.

Балансировочный клапан вторичного контура настроен на $K_{\text{вб}2} = 3,1 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчёт:

- расход теплоносителя в первичном контуре:

$$G_1 = \frac{3600Q}{c(t_1 - t_{\text{mn}1} + \Delta t_{\text{mn}})} = \frac{3600 \cdot 8000}{4196(80 - 45 + 10)} = 152,5 \text{ кг/ч} \quad (4.4.5)$$

- расход теплоносителя во вторичном контуре:

$$G_2 = \frac{3600Q}{c\Delta t_{\text{mn}}} = \frac{3600 \cdot 8000}{4179 \cdot 10} = 689,2 \text{ кг/ч} \quad (4.4.6)$$

- требуемый расход насоса:

$$G_{\text{np}} = \frac{G_1}{\rho} = \frac{689,2}{990} = 0,696 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.4.7)$$

- расход через балансировочный клапан вторичного контура:

$$G_{\text{бк}2} = G_2 - G_1 = 689,2 - 152,5 = 536,7 \text{ кг/ч} \quad (4.4.8)$$

- потери давления на балансировочном клапане вторичного контура:

$$\Delta p_{\text{бк}2} = \left(\frac{G_2}{\rho K_{\text{вб}2}} \right)^2 = \left(\frac{536,7}{972 \cdot 3,1} \right)^2 = 0,0317 \text{ бар} \quad (4.4.9)$$

- расчётные гидравлические потери в узле:

$$\Delta p_{\text{расч}} = \Delta p_{\text{max}} + 10^5 \Delta p_{\text{бк}2} = 20000 + 10^5 \cdot 0,0317 = 23\,170 \text{ Па} \quad (4.4.10)$$

- требуемый напор насоса:

$$H_{\text{np}} \geq 0,0001 \Delta p_{\text{расч}} = 0,0001 \times 23170 = 2,317 \text{ м. вод. ст.} \quad (4.4.11)$$

На рабочем графике насоса VRS.254 наносим рабочую точку (РТ) узла и определяем, что этот насос на первой скорости подходит под требуемые параметры (рис. 4.4.3).

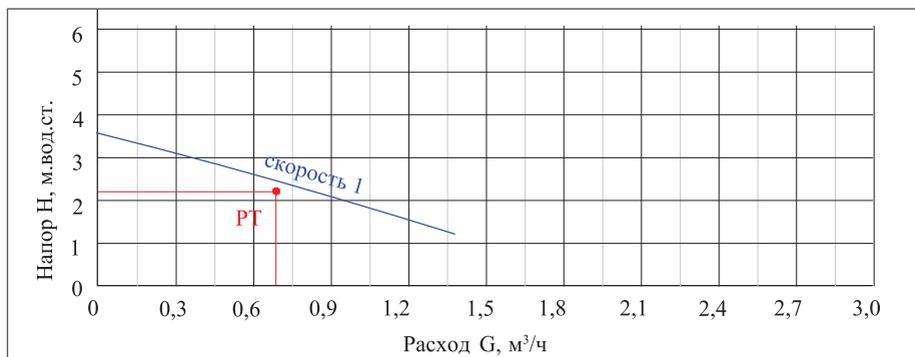


Рис. 4.4.3. Рабочая точка узла на рабочем графике насоса VRS.254

4.5. НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ СИСТЕМЫ VT.VARIMIX

Для коттеджных котельных мощностью до 120 кВт под торговой маркой VALTEC выпускаются монтажные модули системы VT.Varimix, позволяющие создавать тепловые пункты, обеспечивающие теплоносителем системы радиаторного отопления, вентиляции, ГВС и систем встроенного обогрева (**рис. 4.5.1**).

Система состоит из модулей, представленных в **таблице 4.5.1**.

Модули поставляются в теплоизоляции и предусматривают их настенное крепление.

Насосно-смесительные модули VT.VAR20 и VT.VAR21 позволяют создавать в системе отдельные контуры с пониженной температурой теплоносителя, что позволяет их использовать для устройства тёплых полов. Для этого модули нужно доукомплектовать циркуляционными насосами монтажной длиной 180 мм и ротационными приводами смесительных клапанов.

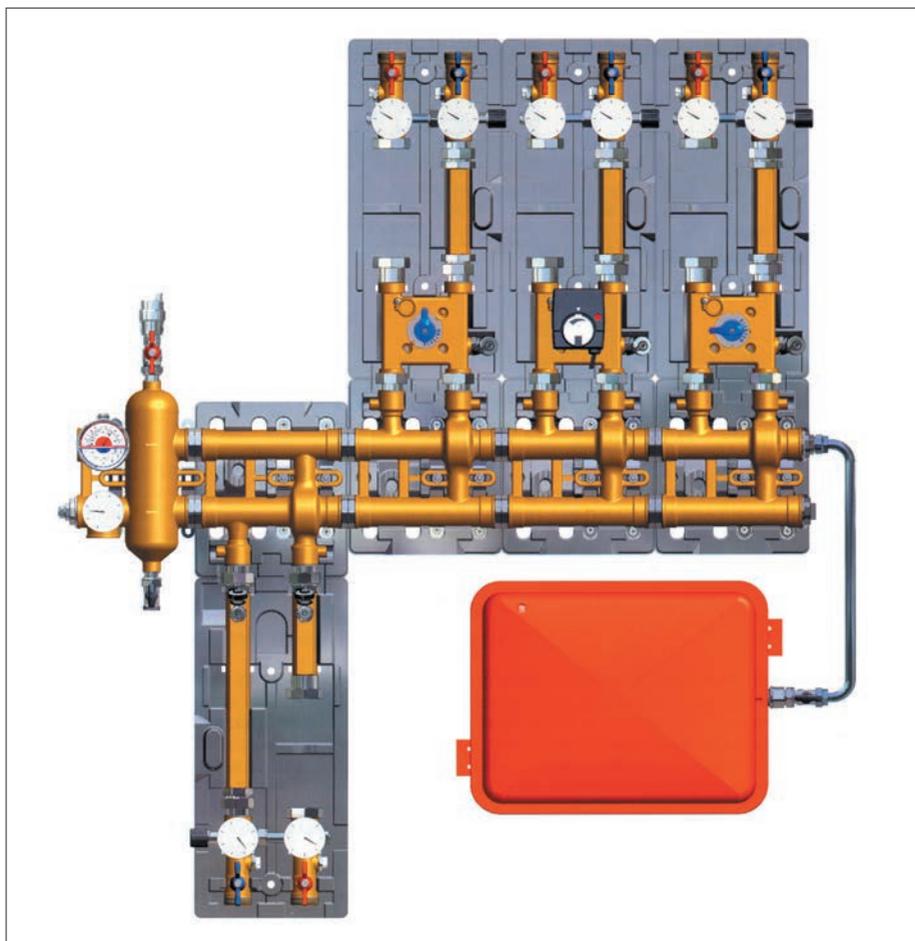
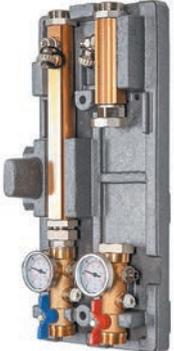
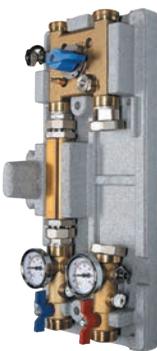
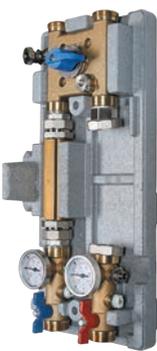


Рис. 4.5.1. Тепловой пункт из модулей системы VT.Varimix

Таблица 4.5.1. Состав системы VT.Varimix

<p>VT.VAR00 Гидрострелка</p>	<p>VT.VAR05.SS Гидрострелка из н/ж стали</p>	<p>VT.VAR10 Насосный модуль без байпаса</p>	<p>VT.VAR11 Насосный модуль с байпасом и перепускным клапаном</p>
			
<p>VT.VAR20 Насосный модуль с трёхходовым клапаном</p>	<p>VT.VAR21 Насосный модуль с четырёхходовым клапаном</p>	<p>VT.VAR30 Коллекторный модуль</p>	
			

В качестве привода рекомендуется использовать аналоговый ротационный привод VT.ACC10 со встроенным контроллером (рис. 4.5.2).

Этот привод снабжён выносным датчиком температуры и может выполнять следующие функции:

- поддержание температуры теплоносителя (ПИД-регулирование), заданной пользователем;
- измерение и индикация температуры теплоносителя;
- изменение и индикация направления открытия / закрытия клапана, в зависимости от пользовательской установки;
- изменение ориентации дисплея относительно корпуса клапана, в зависимости от расположения привода;
- изменение постоянных ПИД-регулирования (коэффициенты усиления: K_p – пропорциональной составляющей; K_i – интегральной составляющей; K_d – дифференциальной составляющей) по заданию пользователя;
- настройка времени выборки люфта привода;
- возможность перехода к ручному управлению (переключатель на корпусе);
- отображение температур датчика за последнюю неделю.



Рис. 4.5.2. Ротационный сервопривод VT.ACC10

Таблица 4.5.2. Основные технические характеристики насосно-смесительных модулей

Характеристика	Ед. изм.	Значение для модулей	
		VT.VAR20	VT.VAR21
Число ходов смесительного клапана	шт.	3	4
Максимальная пропускная способность клапана, K_{vs}	м ³ /ч	4	4
Рабочее давление	МПа	1,0	1,0
Пробное давление	МПа	1,5	1,5
Максимальная температура рабочей среды	°С	+120	+120
Максимальный расход теплоносителя	кг/ч	1800	1500
Максимальная подсоединённая тепловая мощность (при $\Delta T = 20$ °С)	кВт	42	35
Диаметр условного прохода трубопроводов модуля	Dу, мм	32	32
Монтажная длина насоса	мм	180	180
Пределы настройки перепада давлений перепускного клапана	кПа	20...60	20...60
Пропускная способность смесительного клапана при положении настройки:			
1	м ³ /ч	0,2	0,2
3	м ³ /ч	1,0	1,0
5	м ³ /ч	1,9	1,9
7	м ³ /ч	3,2	3,2
10	м ³ /ч	4,1	4,1

4.6. НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ ПОЭЛЕМЕНТНОЙ СБОРКИ

Кроме насосно-смесительных узлов полной заводской готовности, в номенклатуре VALTEC достаточно изделий, из которых можно собрать простейшие насосно-смесительные узлы для обслуживания тёплых полов. Настройка таких узлов, конечно, займёт несколько больше времени, но со своей задачей узлы будут вполне успешно справляться.

Примеры схем таких узлов показаны на рисунках 4.6.1–4.6.4.

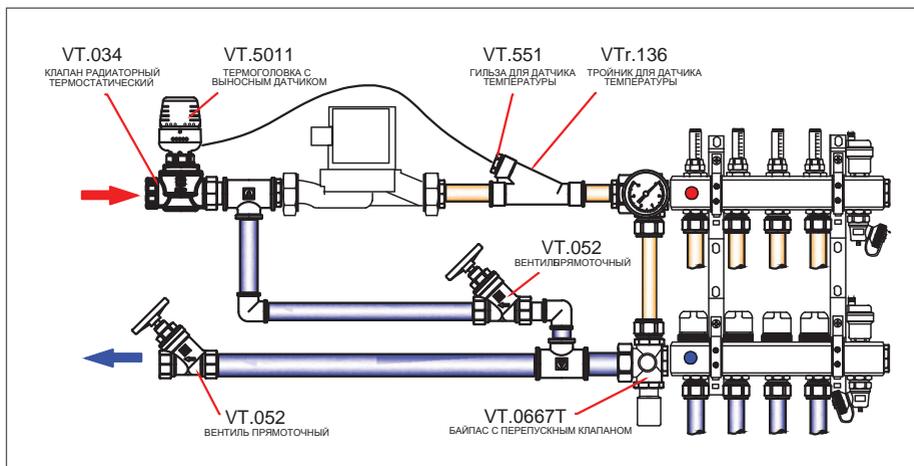


Рис. 4.6.1. Узел на базе радиаторного регулирующего клапана повышенной пропускной способности VT.034 под управлением термоголовки VT.5011

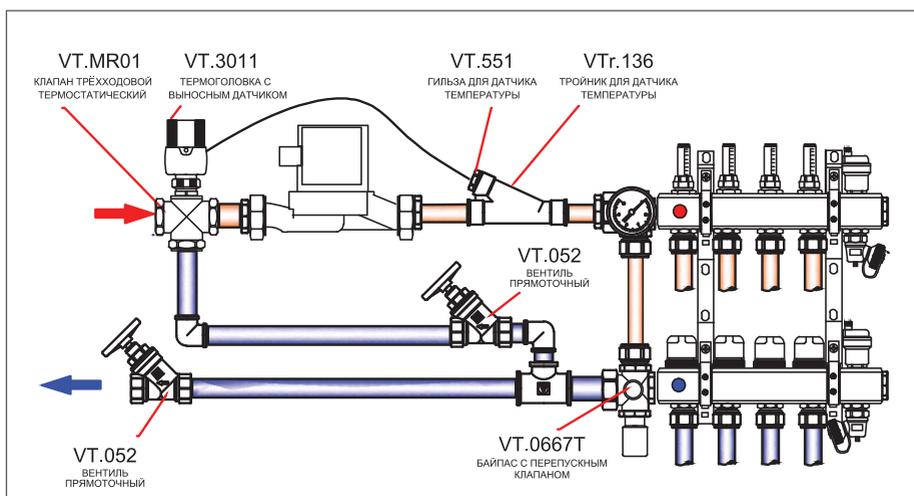


Рис. 4.6.2. Узел на базе трёхходового смесительного клапана VT.MR01 под управлением термоголовки VT.3011

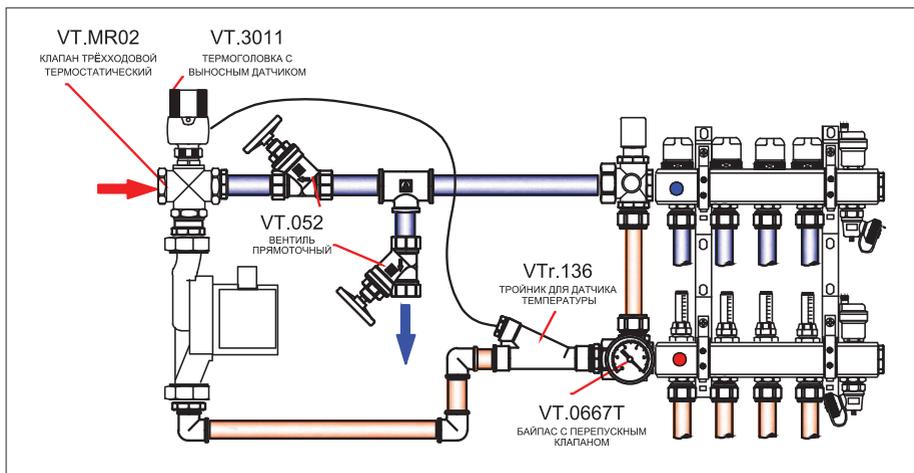


Рис. 4.6.3. Узел на базе трёхходового смесительного клапана VT.MR02 под управлением термоголовки VT.3011

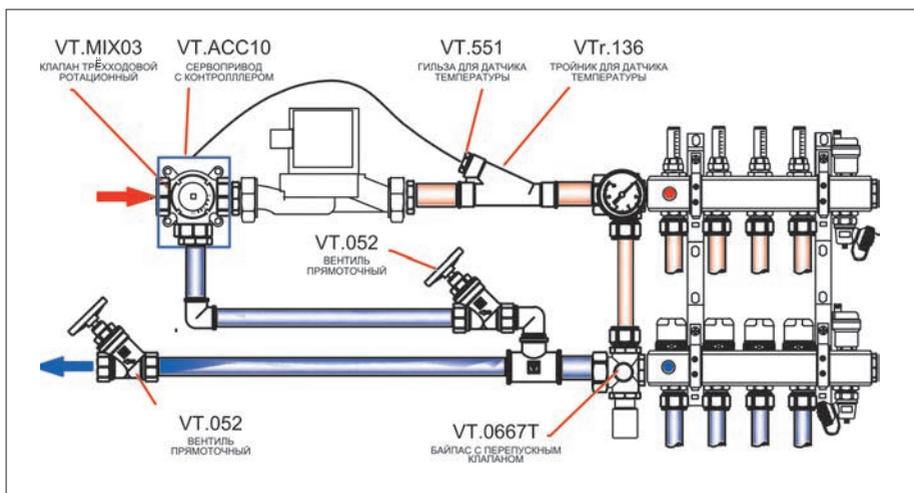


Рис. 4.6.4. Узел на базе трёхходового смесительного клапана VT.MIX03 под управлением сервопривода с контроллером VT.ACC10

5. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

5.1. ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Необходимость и важность автоматического регулирования системой напольного отопления лучше всего доказывать на конкретном примере по принципу «от противного».

Предположим, имеется помещение, оборудованное системой тёплого пола с расчётным удельным тепловым потоком $q_0 = 60 \text{ Вт/м}^2$. Этот тепловой поток рассчитан при температуре наружного воздуха $t_{н0} = -28^\circ\text{C}$.

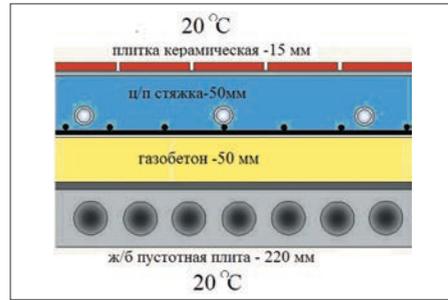


Рис. 5.1.1. Конструкция тёплого пола

Конструкция «пирога» пола показана на рисунке 5.1.1.

Для определения требуемой температуры теплоносителя можно воспользоваться расчётным модулем программы VALTEC.PRГ версии 3.1.3 (рис. 5.1.2).

Средняя температура теплоносителя составляет $t_m = 31,5^\circ\text{C}$. При перепаде температур в петлях $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ термоголовка насосно-смесительного узла будет установлена на температуру $31,5 + (5/2) = 34^\circ\text{C}$.

Допустим, никакой регулировки кроме поддержания температуры теплоносителя в насосно-смесительном узле система не имеет.

При наружной температуре $t_{н0} = -28^\circ\text{C}$ пол действительно будет отдавать $q_0 = 60 \text{ Вт/м}^2$, поддерживая температуру воздуха в обслуживаемом помещении $t_{в0} = 20^\circ\text{C}$. Однако с повышением температуры наружного воздуха картина будет меняться.

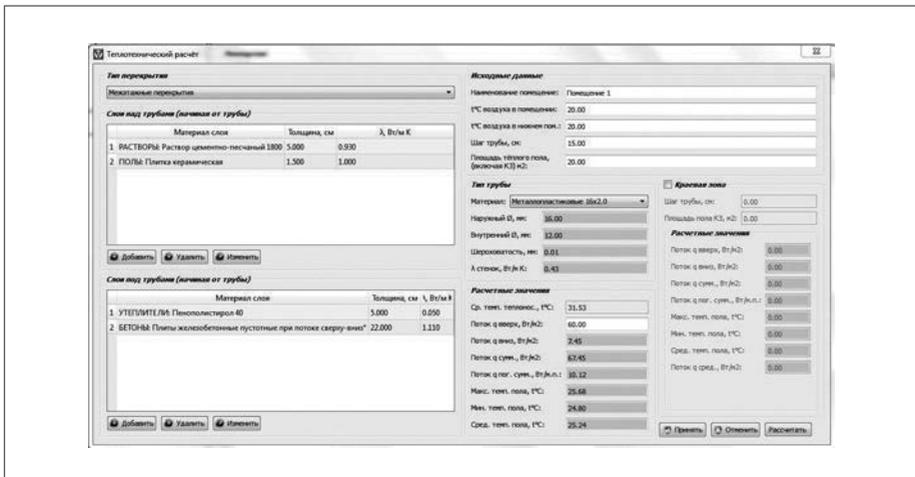


Рис. 5.1.2. Результат расчёта температуры теплоносителя

Температуру воздуха в помещении при изменившейся температуре наружного воздуха t_{oi} нетрудно определить из уравнения теплового баланса:

$$t_{oi} = \frac{t_{e0}(t_m - t_{ni}) + t_m(t_{ni} - t_{e0})}{t_m - t_{e0}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (5.1.1)$$

где:

t_{ni} — текущая температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$.

Удельный тепловой поток можно определить по формуле:

$$q_i = \frac{(t_m - t_{oi})q_0}{t_m - t_{e0}}, \text{ Вт/М}^2 \quad (5.1.2)$$

Текущая температура пола составит:

$$t_{ni} = t_{oi} + 0,137q_i^{0,91}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.1.3)$$

Результаты расчёта сведены в таблицу 5.1.1.

Таблица 5.1.1. Температура воздуха, удельный тепловой поток и температура воздуха при различной температуре наружного воздуха

Температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$	Температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$	Удельный тепловой поток от тёплого пола, Вт/М ²	Температура пола, $^\circ\text{C}$
-28	20	60	25,7
-26	20,4	57,9	25,9
-24	20,8	55,8	26,1
-22	21,2	53,7	26,3
-20	21,5	52,2	26,5
-18	21,9	50,1	26,7
-16	22,3	48	26,9
-14	22,7	45,9	27,2
-12	23,1	43,8	27,4
-10	23,5	41,7	27,6
-8	23,9	39,7	27,8
-6	24,3	37,6	28
-4	24,6	36	28,2
-2	25	33,9	28,4
0	25,4	31,8	28,6
2	25,8	29,7	28,8
4	26,2	27,7	29
6	26,6	25,6	29,2
8	27	23,5	29,4
10	27,3	21,9	29,6

Как видно из приведённой таблицы, отсутствие регулирования напольным отоплением приводит в межсезонье к чрезмерному перегреву воздуха в помещении, а также к повышению температуры пола.

Можно, конечно, при резких изменениях температуры открывать форточки, но отапливать за свой счёт вселенную навряд ли кто захочет. Можно также бегать к насосно-смесительному узлу, чтобы перенастроить уставку термоголовки, однако, такая беготня совершенно не вяжется с понятием «комфорта». Таким образом, можно сформулировать следующие основные задачи автоматического регулирования напольным отоплением:

- поддержание внутреннего климата в помещении в комфортных рамках;
- экономия энергоресурсов;
- исключение излишнего вмешательства пользователя в работу системы.

5.2. КОМНАТНЫЕ ТЕРМОСТАТЫ

Самым простым и доступным решением по регулированию системы напольного отопления является использование комнатных термостатов совместно с электротермическими приводами, управляющими регулирующими клапанами коллекторного блока.

Принцип работы комнатного термостата элементарен: пользователем задаётся желаемая температура внутреннего воздуха (уставка). При отклонении температуры воздуха в помещении от уставки на величину гистерезиса (разница между температурами включения и выключения), происходит переключение контактов реле, через которые на сервопривод подаётся электропитание. В зависимости от схемы подключения и типа сервопривода (нормально открытый или нормально закрытый), происходит либо открытие, либо закрытие регулирующего клапана, изменяющего подачу теплоносителя в петлю тёплого пола.

Термостат **на схеме 1 рисунка 5.2.1** при повышении температуры разомкнёт питание нормально закрытого сервопривода и тем самым прекрекает подачу теплоносителя в петлю.

На схеме 2 рисунка 5.2.1 термостат подключён к нормально открытому приводу. При повышении температуры воздуха в помещении термостат подаст питание на сервопривод, также прекрекает петлю.

В номенклатуре VALTEC имеется несколько видов комнатных термостатов.

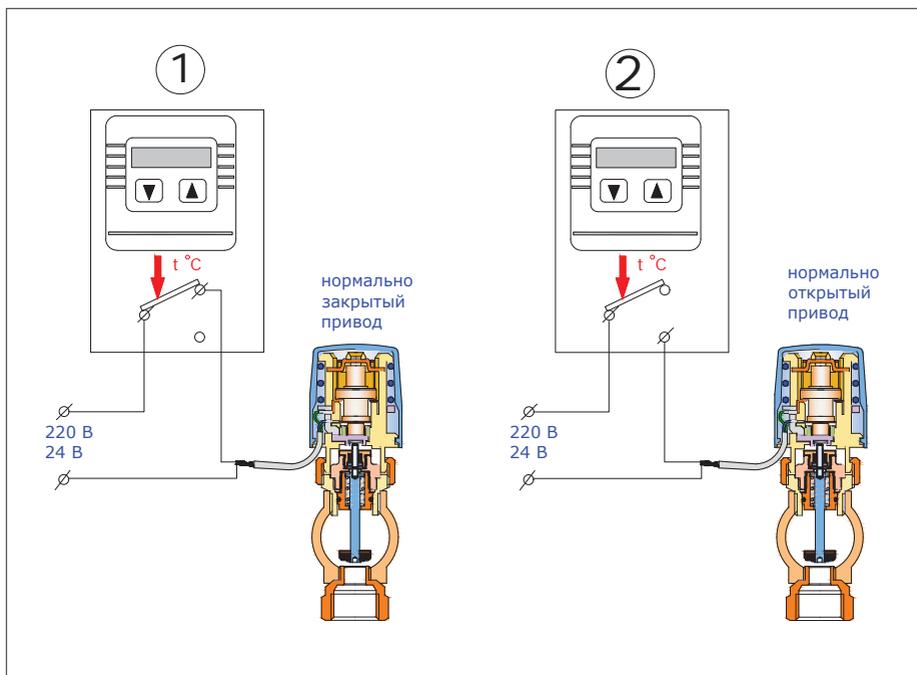


Рис. 5.2.1. Принцип работы комнатного термостата и сервопривода

5.2.1. ТЕРМОСТАТ КОМНАТНЫЙ ПРОВОДНОЙ С ДАТЧИКОМ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛА VT.AC602



Рис. 5.2.1.1. Термостат комнатный VT.AC602

Термостат VT.AC602 (см. рис. 5.2.1.1) кроме встроенного датчика температуры воздуха имеет выносной датчик, который встраивается в конструкцию стяжки тёплого пола в гофрокожухе.

При одновременном подключении двух датчиков встроенный датчик температуры является рабочим, а выносной — предохранительным (заводская настройка). То есть, при превышении предельной температуры на выносном датчике происходит отключение нагрузки, независимо от показаний встроенного датчика. Эта функция

особенно полезна при покрытиях пола, чувствительных к повышению температуры (например, паркет).

При выборе в качестве рабочего выносного датчика температуры пола, встроенный датчик температуры отключается.

Переключение рабочих датчиков производится на шестиполюсном джампере, расположенном под лицевой панелью (рис. 5.2.1.2).

К термостату подводится питание 220 В, которое он при понижении температуры воздуха ниже установки передаёт на сервопривод (рис. 5.2.1.3).

Такая схема предусматривает работу только с нормально закрытыми сервоприводами.

	Рабочий датчик — выносной. Встроенный датчик выключен
	Рабочий датчик — встроенный. Выносной датчик выключен
	Работают оба датчика: рабочий встроенный; выносной в качестве ограничителя. Заводская настройка 30°C

Рис. 5.2.1.2. Схема переключения датчиков

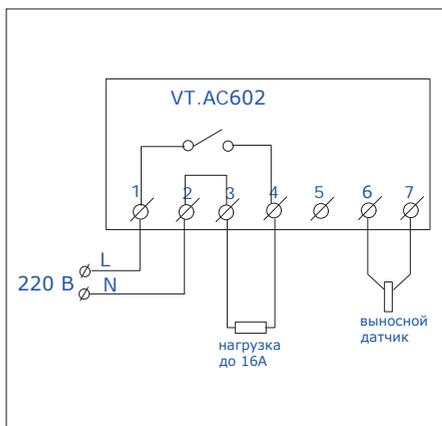


Рис. 5.2.1.3. Схема подключения термостата VT.AC602

5.2.2. КОМНАТНЫЙ Wi-Fi ХРОНОТЕРМОСТАТ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТЕПЛОГО ПОЛА VT.AC608

Термостат может работать с любыми элементами климатических систем, управляемыми подачей питающего напряжения 220 В. При использовании в качестве исполнительных механизмов двухпозиционных электротермических приводов возможно применение как приводов нормально открытого, так и нормально закрытого типа.

В термостат интегрирован WiFi-модуль, который обеспечивает возможность дистанционного управления и программирования при помощи мобильного устройства и приложений TuYa Smart, Smart Life, а также управления посредством голосового помощника Яндекс Алиса.

Термостат дает возможность недельного программирования (через приложение) температурных режимов с разделением каждых суток на 6 временных периодов.

Монтаж термостата предусмотрен в стандартную монтажную коробку для скрытой проводки.

Хронотермостат может выполнять следующие основные функции:

- поддержание температуры воздуха обслуживаемого помещения на основании показаний встроенного датчика температуры;
- поддержание температуры тёплого пола обслуживаемого помещения на основании показаний выносного датчика температуры;
- поддержание температуры воздуха по показаниям встроенного датчика с использованием выносного датчика для защиты от перегрева конструкции или теплоносителя;
- суточное и недельное программирование температурных режимов;
- возможность введения программной инверсии для выхода термостата;
- управление двухпозиционными исполнительными устройствами нормально открытого или нормально закрытого исполнения;
- подключение к WiFi-сети 2,4 ГГц, обеспечивающее возможность управления хронотермостатом посредством мобильного устройства с операционной системой Android или iOS;
- настройка, управление и контроль работы термостата с лицевой панели устройства и дистанционно посредством мобильного приложения;



Рис. 5.2.2.1. Wi-Fi хронотермостат VT.AC608

- поддержание режима защиты от замерзания;
- настройка зоны нечувствительности (величины гистерезиса) для целевой температуры срабатывания устройства;
- калибровка показаний датчиков температуры по показаниям контрольного термометра (компенсация погрешности измерений температуры);
- местная (экранная) и дистанционная (на мобильном устройстве) индикация режимов работы, времени, текущей и заданной температуры отопительного контура;
- регулировка яркости подсветки дисплея;
- настройка подзвучивания кнопок;
- блокировка настроек для защиты от несанкционированного доступа;
- имеет функцию «обнаружения открытого окна»: при понижении температуры воздуха в течение 4-х минут на 6 °С, термостат отключает обогрев.

Термостаты выпускаются в следующих вариантах окраски корпуса изделия:

VT.AC608.W.0 – белый цвет корпуса,

VT.AC608.B.0 – черный цвет корпуса.

Электрические подключения производятся с тыльной стороны устройства к клеммной колодке в соответствии с электрической схемой, приведённой на **рисунке 5.2.2.2**.

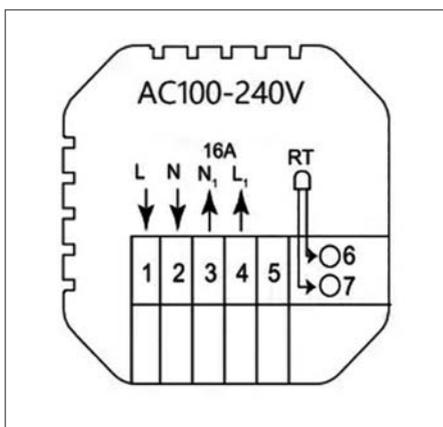


Рис. 5.2.2.2. Вид клеммной панели

Назначение клеммных зажимов:

№1 и №2 – ввод питания термостата,

№3 и №4 – выход 220 В для подключения нагрузки,

№5 – не используется,

№6 и №7 – вход для подключения выносного датчика температуры (полярность значения не имеет).

В качестве нагрузки может выступать любое оборудование с напряжением питания 220 В и потребляемым током до 16 А.

5.2.3. КОМНАТНЫЙ Wi-Fi ХРОНОТЕРМОСТАТ С ЦВЕТНЫМ ДИСПЛЕЕМ VT.AC613

Термостат может работать с любыми элементами климатических систем, управляемыми подачей питающего напряжения 220 В. При использовании в качестве исполнительных механизмов двухпозиционных электротермических приводов возможно применение как приводов нормально открытого, так и нормально закрытого типа.

В термостат интегрирован WiFi-модуль, который обеспечивает возможность дистанционного управления и программирования при помощи мобильного устройства и приложения Valtec «Heat Control». Приложение доступно для загрузки в «Play Market» и «App Store».



Рис. 5.2.3.1. Wi-Fi хронотермостат VT.AC613

Термостат дает возможность недельного программирования температурных режимов с разделением каждых суток на 6 временных периодов. Монтаж термостата предусмотрен в стандартную монтажную коробку для скрытой проводки.

Хронотермостат может выполнять следующие основные функции:

- поддержание температуры воздуха обслуживаемого помещения на основании показаний встроенного датчика температуры;
- поддержание температуры тёплого пола обслуживаемого помещения на основании показаний выносного датчика температуры;
- поддержание температуры воздуха по показаниям встроенного датчика с использованием выносного датчика для защиты от перегрева конструкции или теплоносителя;
- суточное и недельное программирование температурных режимов (до 6 режимов в сутки);
- возможность введения программной инверсии для выхода термостата (выход питания ~220 В);
- управление двухпозиционными исполнительными устройствами нормально открытого или нормально закрытого исполнения с напряжением питания ~220 В;
- подключение к однодиапазонной WiFi-сети 2,4 ГГц, обеспечивающее возможность управления хронотермостатом посредством мобильного устройства с операционной системой Android или iOS;
- настройка, управление и контроль работы термостата с лицевой панели устройства и дистанционно посредством мобильного приложения;

- поддержание режима защиты от замерзания;
- настройка зоны нечувствительности (величины гистерезиса) для целевой температуры срабатывания устройства;
- калибровка показаний датчиков температуры по показаниям контрольного термометра (компенсация погрешности измерений температуры);
- местная (экранная) и дистанционная (на мобильном устройстве) индикация режимов работы, времени, текущей и заданной температуры отопительного контура;
- экранная индикация термостата на цветном жидкокристаллическом дисплее;
- возможность выбора языка меню;
- регулировка яркости подсветки дисплея в режиме ожидания;
- блокировка настроек для защиты от несанкционированного доступа.

Термостаты выпускаются в следующих вариантах цветового решения корпуса изделия:

VT.AC613.W.0 – белый цвет корпуса (светлый фон дисплея),

VT.AC613.B.0 – черный цвет корпуса (темный фон дисплея).

Электрические подключения осуществляются с тыльной стороны устройства к клеммной колодке в соответствии с электрической схемой, приведённой на рисунке 5.2.3.2.

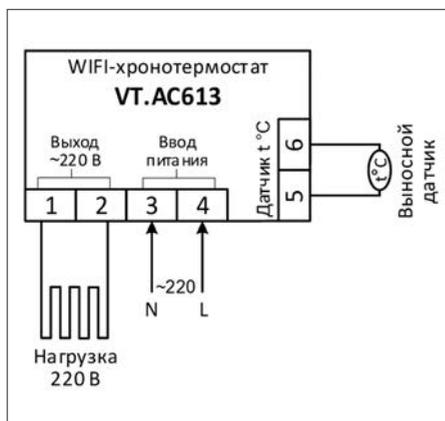


Рис. 5.2.3.2. Схема подключения хронотермостата VT.AC613

В качестве нагрузки может выступать любое оборудование с напряжением питания 220 В и потребляемым током до 16 А.

Для использования в качестве нагрузки электротермических приводов нормально открытого типа с питанием 220 В, в термостате предусмотрена функция программной инверсии выхода.

Назначение клеммных зажимов:

№1 и №2 – выход ~220 В для подключения нагрузки,

№3 и №4 – ввод питания термостата (~ 220 В),

№5 и №6 – вход для подключения выносного датчика температуры (полярность значения не имеет).

Термостат VT.AC613 имеет выход напряжения (~220 В) на клеммных зажимах №1 и №2, служащих для подключения нагрузки напрямую к термостату, и не может использоваться совместно с зональным коммуникатором VT.ZC8.

5.2.4. ХРОНОТЕРМОСТАТ ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМНАТНЫЙ ДВУХКОНТУРНЫЙ VT.AC634

Хронотермостат имеет два управляющих реле, что позволяет ему управлять двумя отопительными контурами.

Основная сфера применения термостата — системы комбинированного отопления (например: радиаторы и тёплый пол).

Термостат может использоваться также для управления прочими климатическими системами и оборудованием в пределах паспортных характеристик и диапазонов настройки (котлы, сервоприводы, насосы, вентиляторы и пр.).

В качестве рабочего может использоваться как встроенный, так и выносной датчик температуры. Если в качестве рабочего выбран выносной датчик, встроенный датчик отключается.



Рис. 5.2.4.1. Хронотермостат VT.AC634

Термостат дает возможность недельного программирования температурных режимов с разделением каждого суток на 6 временных периодов.

Доступные функции прибора:

- поддержание температуры на основании показаний встроенного или выносного датчика;
- суточное программирование температурных режимов (6 режимов в сутки);
- недельное программирование температурных режимов;
- режим защиты от замораживания по показаниям любого из датчиков;
- ручное и программное управление режимами;
- настройка гистерезиса (разницы между температурами размыкания и замыкания контактов реле термостата);
- настройка перепада температур (ΔT), во время которого отключается одна из отопительных систем (например, радиаторы), но продолжает работать вторая система (например, тёплый пол);
- калибровка показаний датчика температуры по данным контрольного термометра;
- экранная индикация режимов работы, времени и температуры;
- выбор рабочего датчика температуры;
- подсветка дисплея;
- регулировка яркости подсветки дисплея;
- настройка подзвучивания кнопок;

- блокировка кнопок для защиты настроек от несанкционированного доступа.
- Алгоритм двухконтурного регулирования:
- при температуре воздуха в помещении ниже уставки, контакты обоих реле замкнуты, и теплоноситель поступает в оба регулируемых контура;
 - по достижении воздухом температуры уставки, контакты одного из реле размыкаются, отключая подачу теплоносителя в радиаторы. Отопление помещения в этот период осуществляется только тёплым полом;
 - если температура воздуха в помещении повысится ещё на величину ΔT , разомкнутся контакты и второго реле, отключая подачу теплоносителя в контур тёплого пола. Величина ΔT задаётся пользователем.

Термостаты выпускаются в следующих вариантах цветового решения корпуса изделия:

VT.AC634.1.0 – белый цвет корпуса,

VT.AC634.B.0 – черный цвет корпуса.

Алгоритм работы двухконтурного регулирования показан **на рисунке 5.2.4.2.**

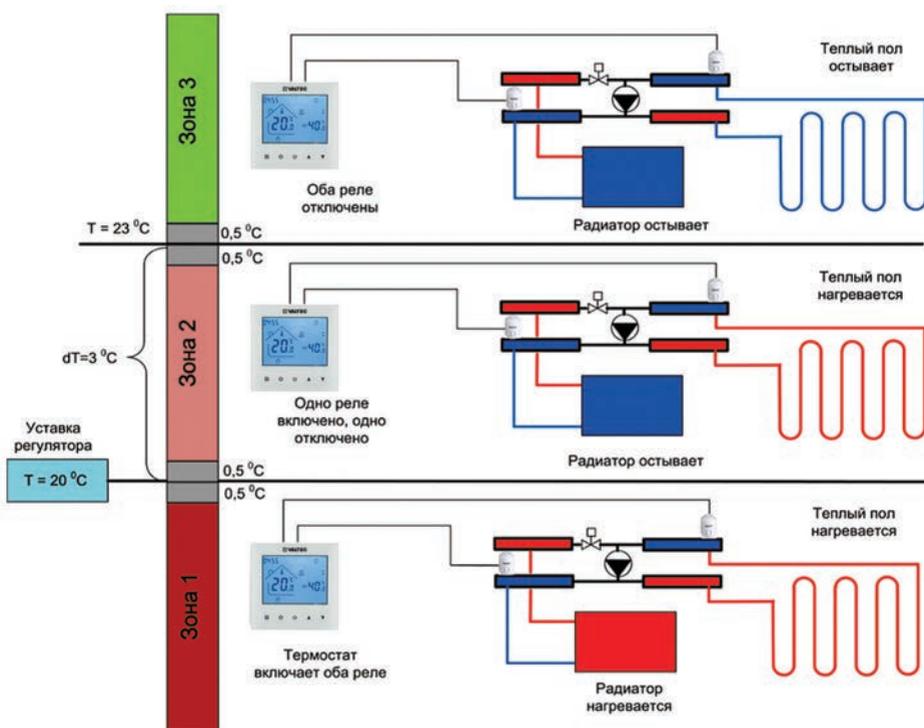


Рис. 5.2.4.2. Схема работы двухконтурного хронотермостата

Электрические подключения осуществляются с тыльной стороны устройства к клеммной колодке в соответствии с электрической схемой, приведённой на рисунке 5.2.4.3.

Клеммы 6 и 7 служат для подключения к сервоприводам системы встроенного обогрева (значок теплого пола на корпусе). Клеммы 4 и 5 предназначены для подключения к сервоприводам радиаторного отопления (значок радиатора на корпусе).

В качестве электрической «нагрузки» на каждом выходе может выступать любое оборудование с потребляемым током до 3,0 А и мощностью до 0,65 кВт.

Для прямого подключения нормально-закрытых сервоприводов с питанием ~220 В устанавливается шунт (перемычка) между клеммами 1 и 3 для подачи фазного проводника на общий контакт управляющих реле.

Сервопривод контура теплого пола (K2) подключается к клеммам 2 и 6. Привод радиаторного контура (K1) подключается к клеммам 2 и 4 (рис. 5.2.4.4).

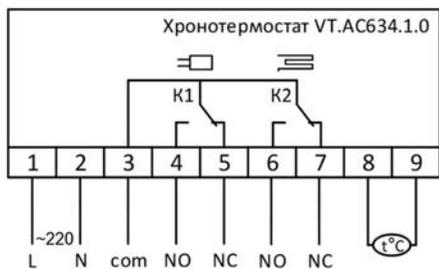


Рис. 5.2.4.3. Схема подключения хронотермостата

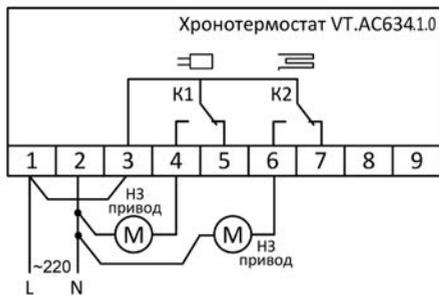


Рис. 5.2.4.4. Подключение нормально закрытых приводов 220 В

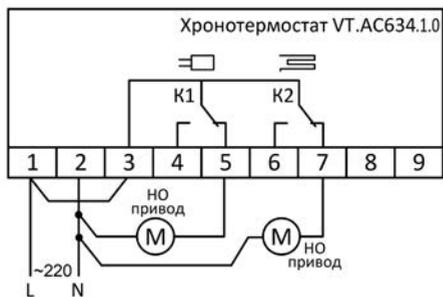


Рис. 5.2.4.5. Подключение нормально открытых приводов 220 В

В случае работы с нормально открытыми сервоприводами, подключение привода контура теплого пола производится к клеммам 2 и 7, подключение привода радиаторного контура – к клеммам 2 и 5 (рис. 5.2.4.5).

При работе с сервоприводами с напряжением питания ~24 В используется дополнительный трансформатор 220/24 В, подключаемый в соответствии с приведёнными на рисунке 5.2.4.6 схемами.

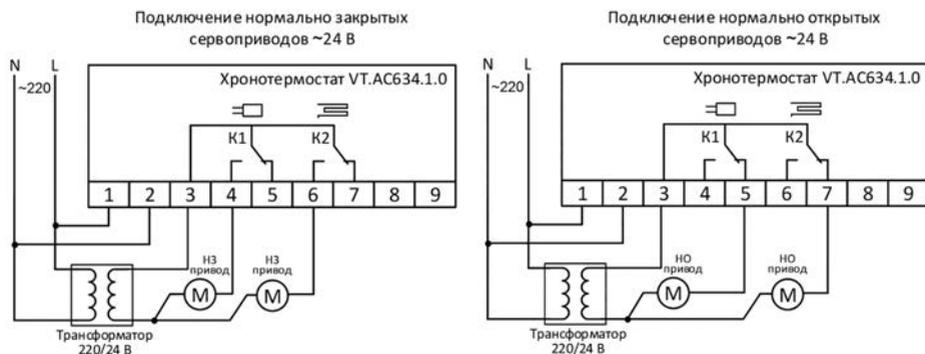


Рис. 5.2.4.6. Подключение приводов 24 В

При работе хронотермостата совместно с зональным коммуникатором VT.ZC8.0 переключатель между 1 и 3 клеммами на термостате не устанавливается. Для подключения используются только беспотенциальные контакты (сигналы типа «сухой контакт»).

При использовании в качестве рабочего выносного датчика температуры, комплектный датчик необходимо подключить к 8 и 9-му клеммным зажимам термостата. В настройках при этом нужно установить в параметре «**1SEN**» значение «**OUT**».

5.2.5. ХРОНОТЕРМОСТАТ ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМНАТНЫЙ БЕСПРОВОДНОЙ VT.AC707

Хронотермостат передаёт по радиоканалу управляющий сигнал на приёмник, входящий в комплект поставки.

При получении сигнала от хронотермостата в приёмнике происходит переключение контактов реле, через которое на управляемый элемент либо подаётся напряжение электропитания, либо элемент отключается от питания.

Хронотермостат позволяет выполнять следующие основные функции:

- поддержание температуры воздуха в обслуживаемом помещении на уровне, заданном пользователем (программно или вручную);
- дистанционная передача управляющего сигнала;
- суточное и недельное программирование температурных режимов в помещении (6 режимов в сутки);
- поддержание режима защиты от замерзания;
- настройка разницы между температурами размыкания и замыкания контактов;
- калибровка показаний встроенного датчика температуры воздуха по данным поверочного термометра;
- экранная индикация режимов работы, времени, температуры воздуха в помещении и заданной для текущего режима температуры воздуха;
- подсветка дисплея;
- блокировка настроек для защиты от несанкционированного вмешательства.

При снижении температуры воздуха в помещении ниже настроечной, размыкается контакт **NC** и замыкается контакт **NO**.

В качестве «нагрузки» может выступать любое оборудование с потребляемым током до 3 А, мощностью до 0,65 кВт и напряжением питания 24 В и 220 В (рис. 5.2.5.2, рис. 5.2.5.3).



Рис. 5.2.5.1. Хронотермостат VT.AC707

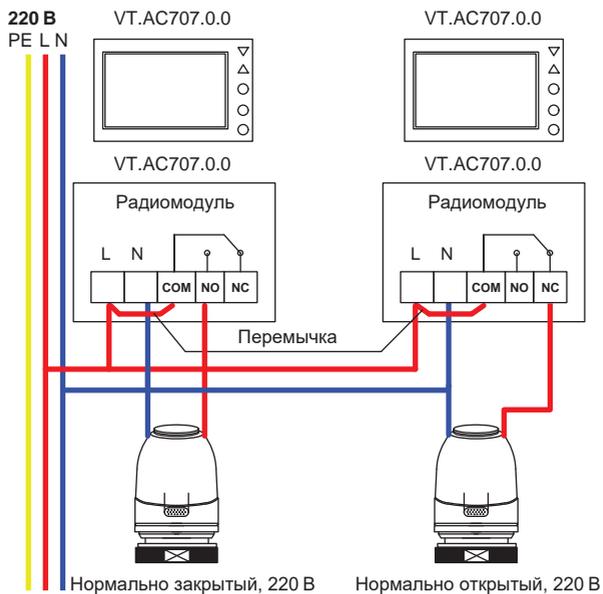


Рис. 5.2.5.2. Схемы подключения приводов 220В

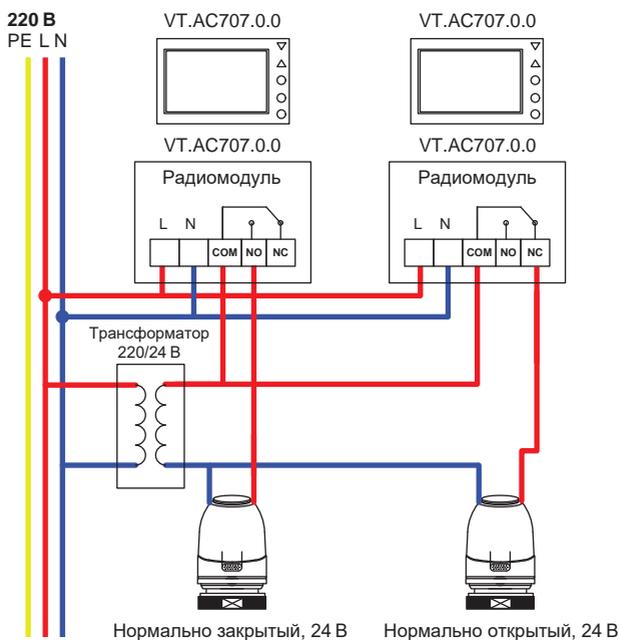


Рис. 5.2.5.3. Схемы подключения приводов 24В

5.2.6. ХРОНОТЕРМОСТАТ КОМНАТНЫЙ ПРОВОДНОЙ С ДАТЧИКОМ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛА VT.AC709

Хронотермостат позволяет программно задавать режимы отопления в разное время рабочих суток и выходных дней. Для этого каждые сутки условно делятся на шесть периодов, время начала каждого из которых задаётся пользователем.

То есть, при пятидневной рабочей неделе надо запрограммировать шесть периодов для пяти суток (рабочих) и $2 \times 6 = 12$ 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 пришёл 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 (разница между температурами размыкания и замыкания контактов) является фиксированной величиной и составляет, как правило, 1°C .

Кого-то это устраивает, а кому-то желательно поддерживать температуру более точно. Кому-то, наоборот, хочется, чтобы включение / выключение отопительного контура происходило реже. В хронотермостате VT.AC709 гистерезис можно настраивать 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, поэтому поправка будет всегда учитываться автоматически.



Рис. 5.2.6.1. Термостат комнатный VT.AC709

Кроме всего прочего, хронотермостат VT.AC709 позволяет включить функцию защиты от замерзания (рис. 5.2.6.2).

Даже при выключенном термостате (режим OFF) снижение температуры воздуха ниже 5 °С подает напряжение на сервопривод, обеспечив циркуляцию теплоносителя.

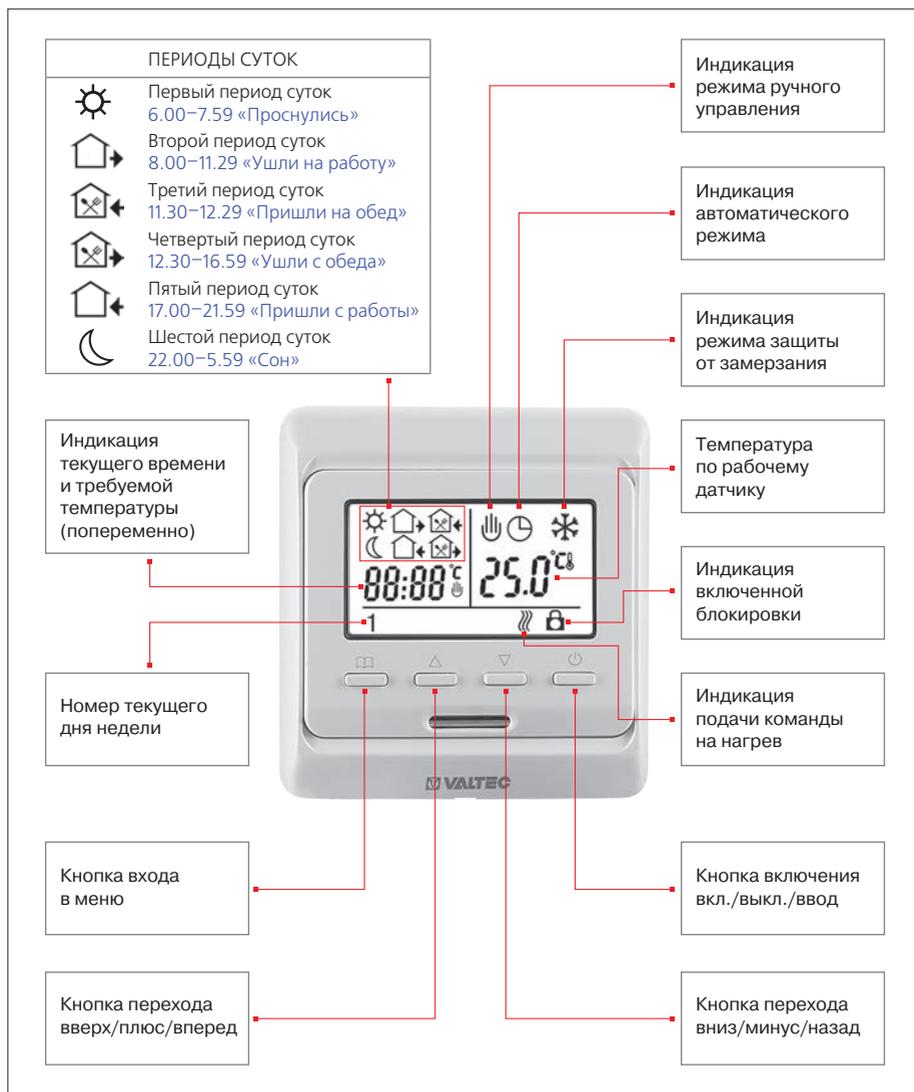


Рис. 5.2.6.2. Информация, отображаемая на экране и назначение кнопок управления VT.AC709 (синим цветом показано значение заводских настроек)

Выносной датчик температуры пола встраивается в стяжку тёплого пола и служит в качестве предохранительного. При превышении предельно допустимой температуры пола, независимо от текущей температуры внутреннего воздуха, термостат подаст команду на отключение отопления (**рис. 5.2.6.3**).

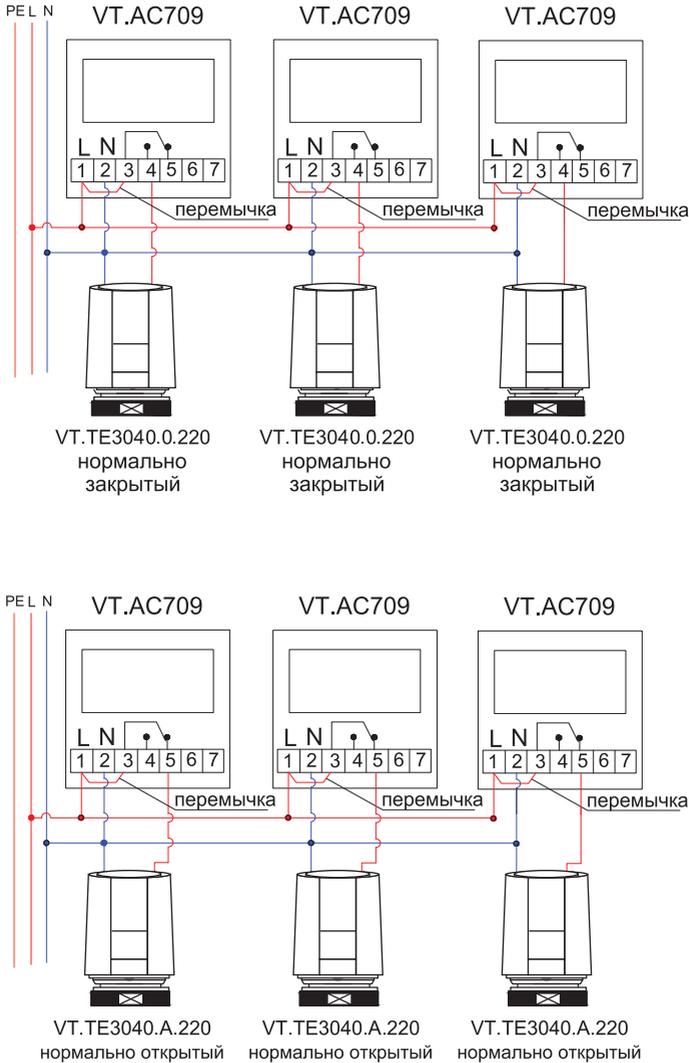


Рис. 5.2.6.3. Схемы подключения хронотермостата VT.AC709

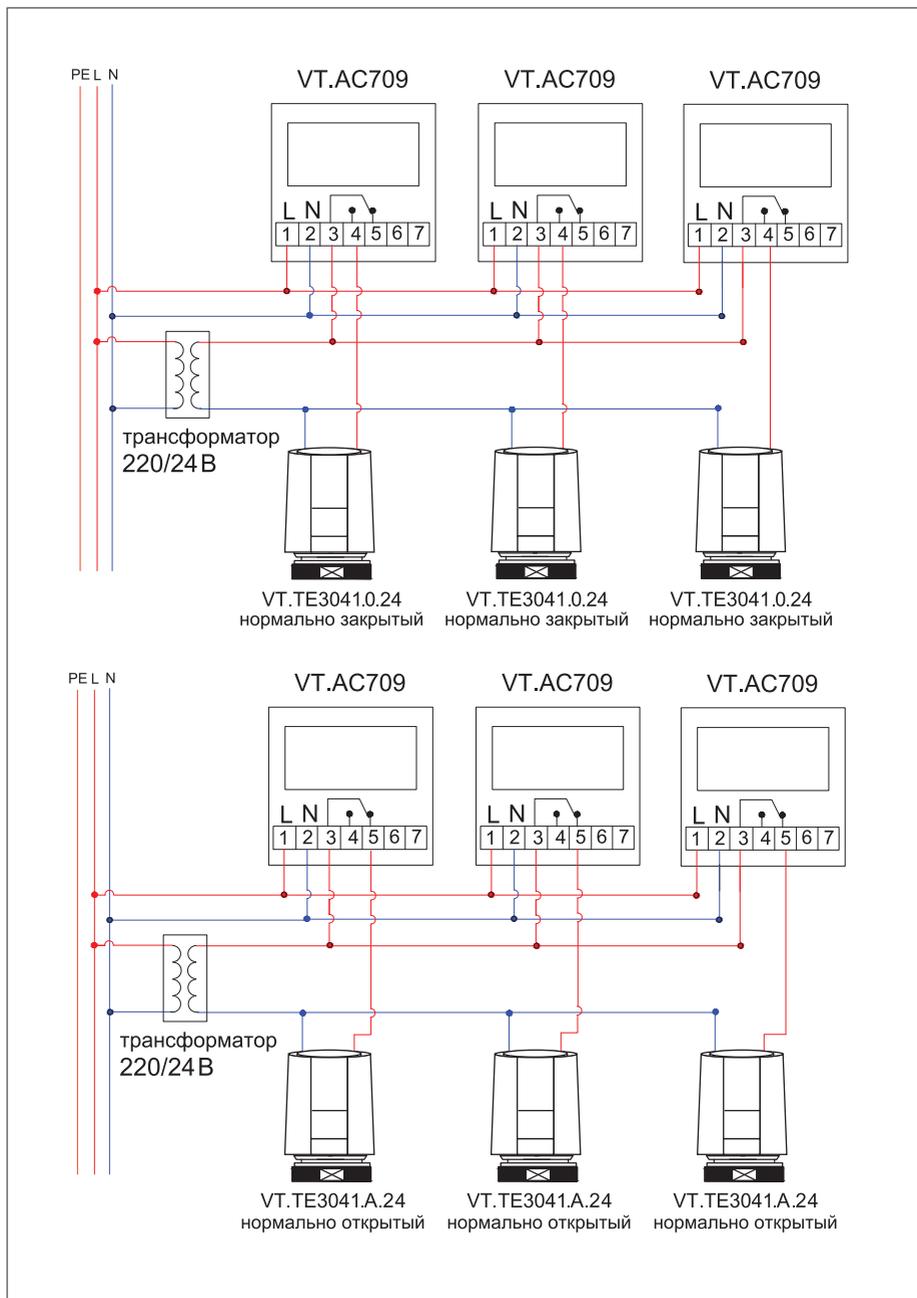


Рис. 5.2.6.4. Схемы подключения хронотермостата VT.AC709

5.2.7. КОМНАТНЫЙ WiFi-ХРОНОТЕРМОСТАТ VT.AC712



Рис. 5.2.7.1. WiFi-хронотермостат VT.AC712

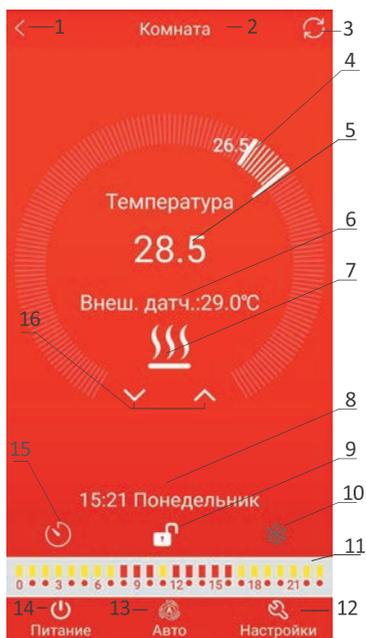
Хронотермостат VT.AC712 (рис. 5.2.7.1) имеет WiFi-модуль, обеспечивающий возможность управления температурой помещения при помощи мобильного устройства.

Приложение для мобильного устройства «Valtec Heat Control» (рис. 5.2.7.2) доступно для скачивания в «Play Market» и «Apple Store».

Хронотермостат может выполнять следующие основные функции:

- поддержание температуры воздуха в обслуживаемом помещении на уровне, заданном пользователем (программно или вручную), на основании показаний встроенного или выносного датчика температуры. Выбор рабочего датчика (выносной или встроенный) производится пользователем. По умолчанию рабочим является встроенный датчик температуры;
- управление исполнительными устройствами посредством электромагнитных реле с нормально открытой (НО) / нормально закрытой (НЗ) группой контактов и дополнительного нормально открытого (НО) контакта;
- подключение к WiFi-сети, обеспечивающее возможность управления хронотермостатом посредством мобильного устройства с операционной системой Android или iOS;
- настройка, управление и контроль работы термостата с передней панели устройства и дистанционно посредством мобильного приложения;
- суточное и недельное программирование температурных режимов в помещении (до 6 режимов в сутки);
- установка предельно допустимой температуры;
- поддержание режима защиты от замерзания;
- настройка зоны нечувствительности (величины гистерезиса) между температурами размыкания и замыкания контактов управляющего реле;
- калибровка показаний датчика температуры по показаниям контрольного термометра;
- местная (экранная) и дистанционная (на мобильном устройстве) индикация режимов работы, времени, текущей и заданной рабочим режимом температуры;
- местное управление устройством при помощи сенсорных кнопок;
- подсветка дисплея;
- блокировка настроек для защиты от несанкционированного доступа.

Термостаты выпускаются в следующих вариантах цветового решения корпуса изделия: VT.AC712.0 – белый цвет корпуса, VT.AC712.B – черный цвет корпуса.



1. Кнопка возврата к экрану выбора термостатов;
2. Название термостата;
3. Кнопка обновления состояния термостата;
4. Индикатор текущей температуры;
5. Индикатор заданной температурной уставки;
6. Индикация показаний температуры выносного датчика;
7. Индикация подачи команды на нагрев;
8. Текущие время и день недели;
9. Кнопка-индикатор включения/выключения блокировки кнопок термостата;
10. Кнопка включения/выключения режима защиты помещения от замерзания;
11. Поле перехода к настройкам периодов недельного программирования (активизируется при длительном нажатии);
12. Кнопка перехода к расширенным настройкам хроно-термостата (активизируется при длительном нажатии);
13. Кнопка-индикатор выбора режима работы (ручной, автоматический, ручной выбор уставки до окончания текущего периода);
14. Кнопка-индикатор включения/выключения термостата;
15. Кнопка установки текущего дня недели и времени (синхронизация с датой и временем на мобильном устройстве);
16. Кнопки точной установки температурной уставки вручную (аналог кнопок Δ и ∇ на передней панели термостата).

Рис.5.2.7.2. Интерфейс мобильного приложения «Valtec Heat Control»

5.2.8. КОМНАТНЫЙ ДВУХКОНТУРНЫЙ WiFi-ХРОНОТЕРМОСТАТ VT.AC713



Рис. 5.2.8.1. Хронотермостат VT.AC713

От хронотермостата VT.AC712 хронотермостат VT.AC713 (рис. 5.2.8.1) отличается только тем, что он может управлять сразу двумя независимыми контурами отопления или охлаждения.

Хронотермостат может выполнять следующие основные функции:

- поддержание температуры в двух независимых отопительных контурах обслуживаемого помещения на основании показаний встроенного и выносного датчиков температуры;
- суточное и недельное программирование температурных режимов для одного отопительного контура (например, контура радиаторного отопления) и поддержание постоянной заданной температуры во втором контуре (например, в контуре теплого пола);
- возможность программного отключения одного из отопительных контуров;
- управление исполнительными устройствами посредством двух электромагнитных реле: с нормально открытой (НО) / нормально закрытой (НЗ) группой контактов для первого контура отопления (встроенный датчик) и нормально открытого (НО) контакта для второго контура отопления (выносной датчик);
- возможность переназначения (программной инверсии) контактов реле второго контура
- подключение к WiFi-сети 2,4 ГГц, обеспечивающее возможность управления хронотермостатом посредством мобильного устройства с операционной системой Android или iOS;
- настройка, управление и контроль работы термостата с лицевой панели устройства и дистанционно посредством мобильного приложения;
- поддержание режима защиты от замерзания;
- настройка зоны нечувствительности (величины гистерезиса) между температурами размыкания и замыкания контактов управляющих реле;
- калибровка показаний датчиков температуры по показаниям контрольного термометра (компенсация погрешности измерений температуры);
- местная (экранная) и дистанционная (на мобильном устройстве) индикация режимов работы, времени, текущей и заданной температуры отопительных контуров;
- подсветка дисплея;
- блокировка настроек для защиты от несанкционированного доступа.

Управление прибором может осуществляться как с помощью мобильного приложения «Valtec Heat Control», так и непосредственно с панели управления.

Термостаты выпускаются в следующих вариантах цветового решения корпуса изделия: VT.AC713.0 – белый цвет корпуса, VT.AC713.B – черный цвет корпуса.

5.2.9. КОМНАТНЫЙ ТЕРМОСТАТ С ИНТЕРФЕЙСОМ СВЯЗИ RS-485 VT.AC801

Этот термостат (рис. 5.2.9.1) имеет встроенный интерфейс RS-485, что позволяет производить удаленное управление климатической системой, в том числе при использовании контроллера VT.K500.

Термостат имеет встроенный и внешний датчики температуры. В качестве рабочего может использоваться как встроенный, так и внешний датчик температуры. Допускается также их совместное использование. При совместном использовании, внешний датчик поддерживает температуру теплого пола в заданном температурном диапазоне. В таком режиме нагрев будет включаться и выключаться не только при отклонении показаний встроенного датчика от заданного значения температуры, но и при отклонении температуры пола от диапазона температур, установленного для внешнего датчика.

Питание термостата осуществляется либо от блока питания постоянного тока 12 В, либо от общей линии интерфейса RS-485 при построении комплексной системы автоматизации отопления с использованием зонального контроллера VT.K500.

При использовании термостата в составе комплексной системы автоматизации возможно дистанционное управление им посредством мобильного приложения или web-интерфейса.

Термостат может выполнять следующие основные функции:

- поддержание температуры на основании показаний встроенного или внешнего датчика;
- настройка гистерезиса (разницы между температурами размыкания и замыкания контактов реле термостата);
- калибровка показаний датчиков температуры по данным контрольного термометра;
- экранная индикация режимов работы, заданной и текущей температуры;
- выбор рабочего датчика температуры;
- подсветка дисплея;
- регулировка яркости подсветки дисплея.



Рис. 5.2.9.1. Термостат VT.AC801

Таблица 5.2.1. Основные технические характеристики комнатных термостатов VALTEC

Характеристика, ед. изм.	Модель термостата VT.AC				
	602	608	613	634	707
Тип соединения	провод	провод	провод	провод	радио
Количество управляемых контуров	1	1	1	2	1
Наличие ЖК-дисплея	нет	светодиодный дисплей	есть	есть	есть
Программирование	нет	неделя	неделя	неделя	неделя
WiFi-управление	нет	есть	есть	нет	нет
Электропитание, В	220 AC	220 AC	220 AC	220 AC	3 DC термостат 220 приёмник
Коммутируемый ток, А	16	16	16	3	3
Коммутируемая мощность, Вт	3400	3400	3400	650	650
Диапазон регулирования температуры рабочего датчика, °С	+5...+40	+5...+60	+5...+99	+5...+95	+5...+60
Предельная температура настройки выносного датчика, °С	+50	+60	+99	+95	-
Монтаж	в коробку K201 УХЛ4; D68	в коробку K201 УХЛ4; D68	в коробку K201 УХЛ4; D68	в коробку K201 УХЛ4; D68	настенный
Совместимость с сервоприводами типа VT.TE	3043 (220 В)	3043 (220 В)	3043 (220 В)	3043	3043
Характеристика, ед. изм.	Модель термостата VT.AC				
	709	712	713	801	
Тип соединения	провод	провод	провод	провод	
Количество управляемых контуров	1	1	2	1	
Наличие ЖК-дисплея	есть	есть	есть	есть	
Программирование	неделя	неделя	неделя	нет	
WiFi-управление	нет	есть	есть	нет	
Электропитание, В	220 AC	220 AC	220 AC	8...28 DC	
Коммутируемый ток, А	3	3	3	2	
Коммутируемая мощность, Вт	650	650	650	125	
Диапазон регулирования температуры рабочего датчика, °С	+10...+55	+5...+60	+5...+99	+5...+60	
Предельная температура настройки выносного датчика, °С	+60	+99	+99	+35	
Монтаж	в коробку K201 УХЛ4; D68	в коробку K201 УХЛ4; D68	в коробку K201 УХЛ4; D68	настенный	
Совместимость с сервоприводами типа VT.TE	3043	3043	3043	3043	

5.3. СЕРВОПРИВОДЫ РЕГУЛИРУЮЩИХ КЛАПАНОВ



Рис. 5.3.1. Электротермические приводы VALTEC VT.ТЕ3043, VT.ТЕ3043А

Сервоприводы предназначены для управления регулирующими клапанами климатических систем по команде комнатного термостата, контроллера или ручного переключателя.

Для управления регулирующими клапанами коллекторных блоков применяются электротермические приводы (рис. 5.3.1) с питанием 220 В и 24 В, как в нормально открытом, так и в нормально закрытом исполнении.

В основу работы электротермического привода положен принцип расширения тел при нагревании. Электрический ток, поданный на привод, проходит через греющий нихромовый проводник, который нагревает армопарафин, находящийся в герметической емкости.

Расширяющийся от нагревания армопарафин придаёт поступательное движение толкателю, преодолевая сопротивление возвратной пружины. При снятии с привода электропитания, армопарафин остывает, и возвратная пружина возвращает толкатель в исходное положение. При монтаже электротермических сервоприводов следует иметь ввиду, что нормально закрытые приводы до первого включения находятся в открытом положении.

Таблица 5.3.1. Технические характеристики электротермических приводов VALTEC

№	Характеристика, ед. изм.	Значение характеристики для модели			
		VT.ТЕ3043		VT.ТЕ3043А	
		220	24	220	24
1	Тип по функционалу	нормально закрытый	нормально закрытый	нормально открытый	нормально открытый
2	Напряжение питания, В	220	24	220	24
3	Мощность, Вт	2	2	2	2
4	Рабочий ток, mA	5	50	5	50
5	Развиваемое усилие на штоке, Н	80	80	80	80
6	Резьба под адаптер, мм	M30 x 1,5	M30 x 1,5	M30 x 1,5	M30 x 1,5
7	Класс защиты от внешних воздействий	IP 54	IP 54	IP 54	IP 54
8	Время цикла (открыт/закрыт), мин	3,0	3,0	3,0	3,0

Для управления многоходовыми клапанами VT.MIX04, VT.MIX03, а также клапанами, входящими в состав насосно-смесительных модулей системы VT.Varimix используются ротационные приводы различных моделей (**рис. 5.3.2**), которые работают по управляющему сигналу комнатных термостатов, ручных переключателей или контроллера (модель VT.ACC10 имеет собственный встроенный контроллер).

Характеристики ротационных приводов VALTEC приведены в **таблице 5.3.2**.



Рис. 5.3.2. Ротационные приводы VALTEC

Таблица 5.3.2. Технические характеристики ротационных приводов VALTEC

№	Характеристика, ед. изм.	Значение характеристики для модели		
		VT.M106.0.230	VT.M106.0.024	VT.ACC10
1	Напряжение питания, В	230 AC	24 AC	230 AC
2	Управление	VT.K500		Встроенный контроллер
3	Напряжение выходящего сигнала, В	–	–	–
4	Максимальный ток выходящего сигнала обратной связи, mA	–	–	–
5	Потребляемая мощность, ВА	2,5... 4,0		3,5
6	Крутящий момент, Н·м	5	5	5
7	Время поворота вала на 90°, сек	120	120	120
8	Степень защиты корпуса	IP 42	IP 42	IP 42
9	Максимальный уровень шума работающего привода, дБ	30	30	30
10	Режим работы	S4-60 % ED, макс. 1200 вкл./ч		

5.4. ЗОНАЛЬНЫЙ КОММУНИКАТОР

Если рассмотреть классическую схему простого автоматического управления комбинированной системой отопления (**рис. 5.4.1**), в которой комнатные термостаты управляют сервоприводами термостатических клапанов коллекторных блоков, то возникает вопрос: что случится, когда все клапаны окажутся закрытыми?

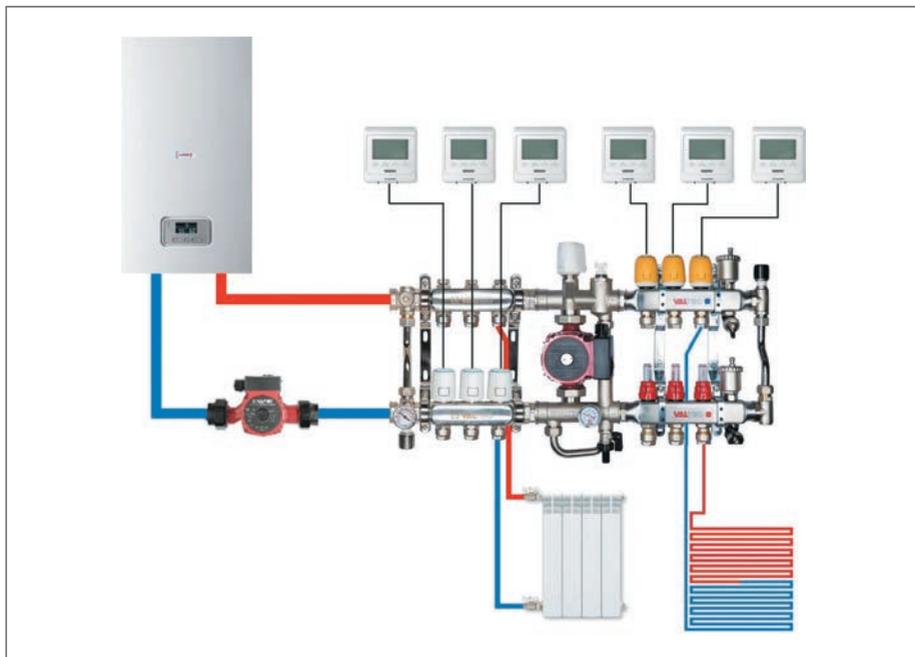


Рис. 5.4.1. Регулирование комбинированной системы отопления с помощью комнатных термостатов и сервоприводов

Очевидно, что в этой ситуации откроются перепускные клапаны на контурах, и теплоноситель начнёт циркулировать по малым кольцам через байпасы. При этом насосы будут расходовать электроэнергию вхолостую.

Если же контуры не оборудованы байпасами с перепускными клапанами, то циркуляционные насосы будут работать «на закрытую задвижку», тратя энергию только на нагрев самих себя и теплоносителя в ограниченном пространстве.

Циркуляционные насосы VT.RS оборудованы встроенными датчиками перегрева, которые отключают насос при нагреве обмотки статора свыше 150 °С, однако, это является аварийным режимом, и его регулярное повторение рано или поздно приведёт к межвитковому замыканию обмоток.

В насосно-смесительном узле VT.Dual на этот случай предусмотрен предохранительный термостат, который отключает насос при достижении заданной пользователем температуры (от 30 °С до 90 °С), но у остальных узлов такого термостата нет.

Для предотвращения работы насоса «вхолостую» и «на закрытую задвижку», а также для удобной увязки работы сервоприводов с остальным оборудованием системы отопления разработан зональный коммуникатор VT.ZC8 (рис. 5.4.2).



Рис. 5.4.2. Зональный коммуникатор VT.ZC8

К коммуникатору подводятся провода от каждого комнатного термостата, и он передаёт принимаемые сигналы на соответствующий сервопривод или группу сервоприводов. При отсутствии запроса на отопление (все термостатические клапаны коллектора находятся в закрытом положении), коммуникатор отключает циркуляционный насос или теплогенератор (в зависимости от тепломеханической схемы системы).

Коммуникаторы выпускаются двух типов: для сервоприводов с питающим напряжением 24 В и 220 В.

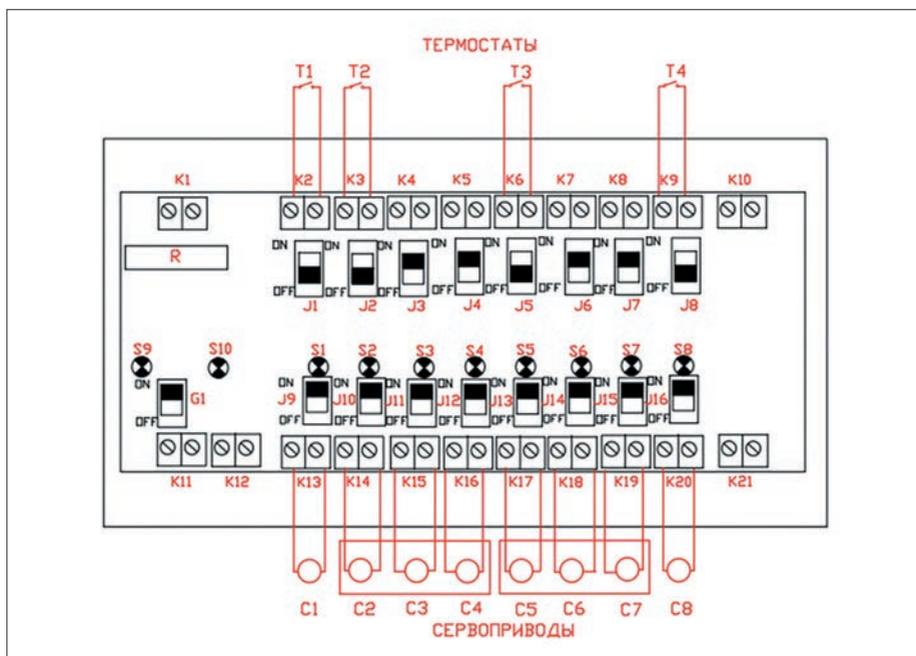


Рис. 5.4.3. Пример схемы подключения коммуникатора VT.ZC8

Назначение клеммных пар, переключателей и светодиодов в коммуникаторе следующее (рис. 5.4.3):

K1 – подача электропитания (220 В или 24 В) в зависимости от модификации коммуникатора;

K2...K9 – подключение комнатных термостатов. К одному коммуникатору можно подключить восемь термостатов;

J1...J8 – переключатели передачи сигнала. В положении OFF управляющий сигнал передаётся на клеммную пару управления сервоприводами, расположенную напротив (K2-K13-C1; K3-K14-C2 и т.д.). В положении ON сигнал на клеммную пару управления сервоприводами передаётся от соседнего (расположенного слева) термостата. Это позволяет одним термостатом управлять сразу несколькими сервоприводами.

K10 – передаёт питание на соседний коммуникатор при объединении их в группы (рис. 5.4.4);

K11 – при объединении нескольких коммуникаторов принимает информацию о состоянии сервоприводов от соседнего коммуникатора для управления циркуляционным насосом;

K12 – управление циркуляционным насосом. При подаче команды закрытия сервоприводов на всех клеммных парах насос отключается;

K13...K20 – подключение сервоприводов термостатических клапанов коллектора;

J9...J16 – переключатели типа сервопривода. В положении OFF подключаются нормально закрытые приводы; в положении ON – нормально открытые;

K21 – передача информации о состоянии сервоприводов на соседний коммуникатор при объединении их в группы (рис. 5.4.4);

G1 – переключатель принудительного отключения насоса (ON – насос включён для управления коммуникатором; OFF – насос принудительно выключен);

S1...S8 – индикаторы горят при подаче питания на привод;

S9 – индикатор горит при подаче питания на клеммную пару K1;

S10 – индикатор горит при включённом циркуляционном насосе.

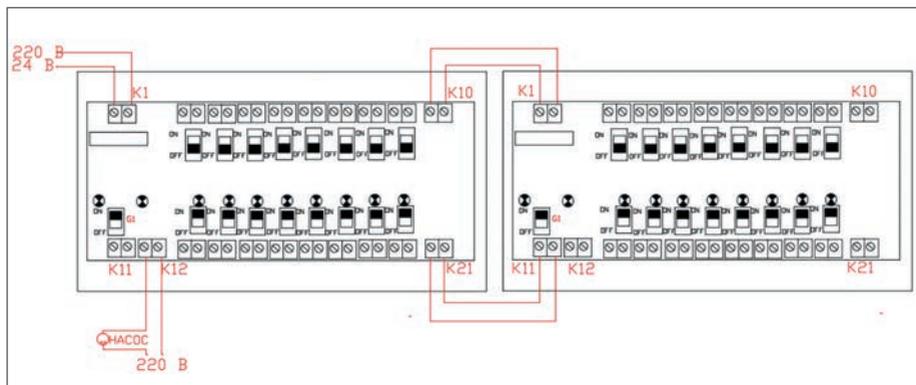


Рис. 5.4.4. Схема соединения двух коммуникаторов

Таблица 5.4.1. Основные технические характеристики коммуникатора VT.ZC8

Наименование характеристики	Ед. изм.	Значение для модели	
		VT.ZC8.24	VT.ZC8.220
Количество подключаемых сервоприводов (каналов)	шт.	8	8
Напряжение питания	V AC	24	220
Потребляемая мощность	VA	48	440
Максимальный ток коммутации по каналам	A	0,5	0,5
Максимальное напряжение коммутации по каналам	V AC	24	220
Минимальное сечение соединительных кабелей по каналам	мм ²	0,5	0,75
Тип управляемых сервоприводов		НО и НЗ	НО и НЗ
Максимальный ток коммутации реле насоса	A	7	5
Максимальное напряжение коммутации реле насоса	V AC	220	220
Тип контактов реле насоса		нормально открытый	
Ток плавкого предохранителя	A	2	2
Минимальное сечение соединительного кабеля насоса	мм ²	1,5	1,5
Степень защиты корпуса		IP20	IP20
Габариты корпуса ДхШхГ	мм	159 x 88 x 59	

5.5. ПОГОДОЗАВИСИМОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Когда речь заходит о необходимости погодного регулирования температуры теплоносителя в контуре напольного отопления, большинство хозяев относится к этому мероприятию, как к модному, но совершенно ненужному «навороту».

«Зачем мне нужен ваш контроллер?»

Обычные комнатные термостаты прекрасно справятся с задачей регулирования температуры воздуха в помещениях!», — вот такие возражения, как правило, выдвигает заказчик, когда проектировщик пытается включить в проект отопление погодозависимое управление контурами тёплых полов.

И дело вовсе не в прижимистости и скупости — просто люди толком не понимают, что делает контроллер и каково основное отличие его работы от управления обычными комнатными термостатами.

Давайте попробуем разобраться в этом вопросе.

Когда сервопривод при срабатывании комнатного термостата перекроет подачу теплоносителя в петли тёплого пола, скорость остывания помещения можно описать экспонентой, из которой следует, что время остывания определяется выражением:

$$\tau = \beta \cdot LN \left(\frac{t_g - t_n}{t_x - t_n} \right), \text{ ч}, \quad (5.5.1)$$

где:

t_x — температура помещения после остывания, °С;

t_g — температура помещения до начала остывания, °С;

t_n — температура наружного воздуха, °С;

β — коэффициент аккумуляции теплоты помещением (постоянная времени), ч.

Этот коэффициент представляет из себя произведение теплоёмкости расчётных слоёв ограждающих конструкций (С), участвующих в теплообмене, на их приведённое сопротивление теплопередаче (R_{mp}).

Коэффициент аккумуляции численно равен времени остывания, при котором отношение температурных напоров между внутренней и наружной температурами до начала охлаждения и после охлаждения равно числу «е» (2,718).

Если комнатный термостат настроен на значение внутренней температуры 20 °С и имеет гистерезис 1 °С, то он перекроет петли при температуре 20,5 °С.

Для здания с кирпичными наружными стенами толщиной 640 мм и коэффициентом остекления 0,25, коэффициент аккумуляции теплоты составляет $\beta = 60$ часов.

Нетрудно рассчитать, что время, за которое температура в данном помещении снизится на 1°C (до срабатывания термостата на подачу теплоносителя) при наружной температуре 0 °C, составит:

$$\tau = 60 \cdot LN\left(\frac{20,5-0}{19,5-0}\right) = 3 \text{ часа.} \quad (5.5.2)$$

При этом температура воздуха и пола практически уравниваются. Через это время термостат даст команду на открытие клапана, и тёплый пол снова начнёт нагреваться.

Допустим, конструкция тёплого пола состоит из цементно-песчаной стяжки и керамической плитки, а средний удельный тепловой поток с поверхности пола составляет 80 Вт/м².

Время, за которое пол снова нагреется с 20 °C до 26 °C (расчётная температура тёплого пола), можно ориентировочно рассчитать по формуле:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{пол}} &= \Delta t(c_{cm}S_{cm}\delta_{cm}\gamma_{cm} + c_nS_n\delta_n\gamma_n) / 3600q_{\text{расч}} = \\ &= 6 \cdot (880 \cdot 1 \cdot 0,05 \cdot 1800 + 840 \cdot 1 \cdot 0,015 \cdot 2000) / 3600 \cdot 80 = 2,2 \text{ часа,} \end{aligned} \quad (5.5.3)$$

где:

c_{cm} — удельная теплоёмкость стяжки (880 Дж/кг·°C);

c_n — удельная теплоёмкость стяжки (840 Дж/кг·°C);

c_m — удельная теплоёмкость воды (4187 Дж/кг·°C);

$S_{cm}; S_n$ — расчётная площадь стяжки и плиточного покрытия (1 м²);

$\delta_{cm}; \delta_n$ — расчётная толщина стяжки (50 мм) и плиточного покрытия (15 мм);

γ_{cm} — удельный вес материала стяжки (1800 кг/м³);

γ_n — удельный вес материала плиточного покрытия (2000 кг/м³).

γ_m — удельный вес воды (1000 кг/м³);

V_m — объем теплоносителя в 1 погонном метре трубы (0,000113 м³);

b — шаг трубы (0,15 м).

Таким образом, очевидно, что при использовании комнатных термостатов температура поверхности пола становится заметно изменяющейся величиной, и большую часть времени будет лежать вне комфортных пределов.

То есть, потратив средства на создание тёплого пола, именно полноценного тёплого пола-то пользователь в итоге и не получит (**см. рис. 5.5.1**).

Постоянные знакопеременные нагрузки, вызванные циклическими температурными деформациями трубопроводов, снижают срок службы самих труб и могут вызвать ослабление трубных соединений.

Циклический режим нагрева и охлаждения постепенно снижает прочность цементно-песчаной стяжки и неблагоприятно сказывается на качестве финишных напольных покрытий.

Если потребитель хочет получить действительно эффективную систему встроенного обогрева, адекватно и оперативно реагирующую на изменение климатических факторов, то в этом случае не обойтись без контроллера с погодозависимой автоматикой.



Рис. 5.5.1. График изменения во времени температуры пола и помещения при прерывистом отоплении

5.6. КОНТРОЛЛЕР VT.K500

Зональный контроллер VT.K500 (рис. 5.6.1) представляет собой программируемое устройство, предназначенное для дистанционного контроля и автоматического управления системой отопления. Контроллер может быть свободно сконфигурирован пользователем под задачи конкретного объекта или системы с зональным регулированием температуры по помещениям, погодозависимым управлением и другими дополнительными функциями.

Дистанционный контроль, удалённое управление и настройка устройства осуществляются посредством web-интерфейса (<https://heatcomfort.valtec.ru/>) и мобильного приложения («Valtec Heat Comfort») с использованием передачи данных по беспроводным каналам связи GSM и Wi-Fi.

Зональное управление контурами отопления осуществляется на основании информации, получаемой от комнатных термостатов VT.AC801 с RS-485 или проводных датчиков температуры.

Регулирование температуры теплоносителя производится путем подачи управляющих импульсных сигналов на сервоприводы термостатических клапанов и ротационного клапана. Вычисление контроллером требуемой величины управляющего сигнала зависит от выбранного в настройках контроллера типа привода, его индивидуальных настроек и типа регулирования в контуре.

Контроллер поддерживает следующие виды регулирования:

- по графику зависимости температуры теплоносителя от температуры наружного воздуха (погодозависимое регулирование);
- поддержание заданной температуры воздуха в помещении;
- поддержание заданной температуры теплоносителя.

Регулирование происходит автоматически по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону.

Контроллер выполняет следующие основные функции:

- дистанционный контроль и управление системой отопления посредством мобильного приложения и web-интерфейса;

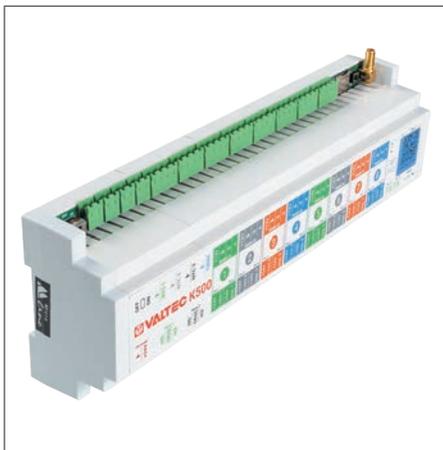


Рис. 5.6.1. Контроллер VT.K500

- свободное конфигурирование системы отопления;
- возможность загрузки в устройство предустановленных базовых конфигураций систем отопления;
- управление прямыми и смесительными отопительными контурами;
- зональное управление температурой в помещениях с использованием комнатных термостатов с интерфейсом RS-485 (мод. VT.AC801) – 8 входных каналов с питающей линией для интерфейса;
- возможность управления 8 температурными зонами (помещениями) с комбинированным отоплением (радиаторы и тёплый пол);
- поддержка до 16 независимых температурных зон (контуров отопления) и 2 насосно-смесительных узлов;
- возможность подключения до 18 двухпозиционных электротермических сервоприводов на 24 В (серии VT.TE3043);
- плавное управление двухпозиционными электротермическими сервоприводами посредством ШИМ-сигнала питания;
- возможность управления 2 любыми исполнительными механизмами в дискретном режиме (релейные выходы): насосы, котлы, бойлеры, приводы ротационных клапанов;
- возможность подключения до 3 аналоговых датчиков температуры (NTC10) с функцией их калибровки;
- возможность подключения по интегрированной шине 1-wire дополнительных цифровых датчиков температуры типа DS18S20 или DS18B20;
- погодозависимое регулирование температуры теплоносителя;
- возможность выбора стандартного графика погодозависимого алгоритма или его пользовательской настройки;
- возможность индивидуальной настройки параметров работы для каждого контура отопления и каждого исполнительного устройства;
- регулирование температуры теплоносителя по температуре воздуха в помещении (по данным от комнатного термостата или внешнего датчика температуры);
- поддержание температуры теплоносителя по заданной температурной уставке;
- настройки расписаний и сценариев работы системы;
- автоматический переход контуров системы отопления в летний режим по заданной пользователем температуре;
- функция летней прокрутки насосов;
- поддержка передачи данных по GSM и Wi-Fi;
- уведомления при возникновении нештатных ситуаций;

- сохранение связи с устройством до 12 часов при отключении электроэнергии (встроенный элемент питания);
- возможность управления посредством голосового помощника («Алиса»).

Таблица 5.6.1. Основные технические характеристики контроллера VT.K500

№	Наименование характеристики	Ед. изм.	Значение
Контроллер			
1	Напряжение питания	В	= 22...28 (DC)
2	Потребляемый ток (без подключения периферийных устройств), не более	А	0,1
3	Резервный элемент питания (тип – LIR 14500)		3,7 В, 800 мА/ч
Каналы связи			
4	Wi-Fi		2,4 ГГц, 802.11 b/g/n
5	GSM (LTE Cat1)		LTE-FDD B1/B3/B5/B7/B8/B20, GSM/GPRS/EDGE 900/1800 МГц
6	RS-485 (8 каналов)		протокол Modbus RTU
7	Цифровая шина 1-Wire		до 15,4 Кбит/с
Параметры релейных выходов			
8	Количество релейных выходов	шт.	2
9	Максимальное коммутируемое напряжение	В	~ 250 (AC); = 30 (DC)
10	Максимальный коммутируемый ток	А	3,0
Параметры выходов 24 В			
11	Количество выходов	шт.	18
12	Максимальное напряжение выхода	В	= 24 (DC)
13	Максимальный ток выхода	мА	200
Корпус			
14	Способ монтажа		на DIN-рейку 35 мм

№	Наименование характеристики	Ед. изм.	Значение
15	Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254–2015		IP20
16	Габаритные размеры	мм	287х110х57
17	Вес	кг	0,6
Внешний блок питания			
18	Входное напряжение	В	~ 85 ... 264 (AC)
19	Частота входного тока	Гц	47 ... 63
20	Выходное напряжение	В	= 21,6 ... 29 (DC)
21	Выходной ток, до	А	4,2
22	Номинальная мощность	Вт	100
23	Способ монтажа		на DIN-рейку 35 мм
24	Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254–2015		IP20
25	Габаритные размеры	мм	70х90х59
26	Вес	кг	0,3
Внешняя GSM антенна			
27	Рабочая частота	МГц	900/1800
28	Волновое сопротивление	Ом	50
29	Тип поляризации		Вертикальная
30	Усиление		2,2 дБи
31	Максимальная мощность излучения	Вт	25
32	Длина кабеля	м	3,0
33	Габаритные размеры	мм	127х22х6

6. РАСЧЁТ ТЁПЛОГО ПОЛА

6.1. ЗАДАЧИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЁТА ТЁПЛОГО ПОЛА

В ходе теплотехнического расчёта тёплого пола обычно решается одна из следующих задач:

- а) определение требуемой средней температуры теплоносителя по известному удельному тепловому потоку, полученному в результате расчёта теплопотребности помещения;
- б) определение удельного теплового потока от тёплого пола при известной средней температуре теплоносителя.

В случае, когда напольное отопление используется в качестве единственного источника тепла, на первом этапе определяется помещение с наибольшими удельными теплопотерями.

Для этого помещения производится расчёт по схеме «а», то есть определяется требуемая средняя температура теплоносителя. Для остальных помещений эта температура принимается в качестве заданной величины, и дальнейшие расчёты ведутся по схеме «б».

В обоих случаях определяющим критерием расчёта является температура поверхности пола, которая не должна превышать нормативных величин (**см. таблицу 1.3.2**).

Для корректного теплотехнического расчёта тёплого пола необходимо иметь следующие исходные данные:

- послойная конструкция «пирога» тёплого пола как над трубами, так и под ними;
- расчётная (требуемая) температура воздуха в отапливаемом помещении;
- коэффициенты теплопроводности каждого слоя «пирога» тёплого пола;
- температура воздуха в нижележащем помещении. В случае устройства тёплого пола по грунту – расчётная температура наружного воздуха в зимний период;
- назначение отапливаемого помещения (для определения максимально допустимой температуры поверхности пола);
- наружный диаметр и толщину стенок труб тёплого пола;
- коэффициент теплопроводности материала стенок труб тёплого пола.

Следует отметить, что по западным нормативам (например, DIN EN 1264 часть 2) температура поверхности пола допускается более высокой, чем по российским нормам, что следует учитывать при использовании зарубежных расчётных программ.

Методик теплотехнического расчёта тёплых полов существует несколько. В каждой из них заложен ряд допущений и ограничений, которые также не следует забывать при проектировании. Далее будут изложены некоторые из используемых способов расчёта.

6.2. МЕТОД КОЭФФИЦИЕНТОВ

Метод коэффициентов основан на применении поправочных коэффициентов к известным, экспериментально установленным, удельным тепловым потокам от эталонного тёплого пола при различных температурных напорах (см. **таблицу 6.2.1**).

Таблица 6.2.1. Характеристики эталонного тёплого пола

№	Характеристика	Ед. изм.	Значение
1	Приведённый коэффициент теплопередачи стенки трубы	Вт/(м ² ·К)	6,7
2	Коэффициент теплопроводности стенки трубы	Вт/(м·К)	0,35
3	Толщина стенки трубы	мм	2
4	Наружный диаметр трубы	мм	16
5	Толщина стяжки	мм	45
6	Коэффициент теплопроводности стяжки	Вт/(м·К)	1,0
7	Коэффициент теплоотдачи поверхности пола	Вт/(м ² ·К)	10,8
8	Шаг труб	см	7,5

$$q = \Delta t_l \cdot K_{тр} \cdot K_{мп} \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_D, \quad (6.2.1)$$

где:

q – удельный тепловой поток, Вт/м²;

Δt – логарифмическая разность между температурой теплоносителя и температурой воздуха в помещении, °С;

$K_{мп}$ – приведённый коэффициент теплопередачи стенки трубы, Вт/м²·°С;

K_{mn} – коэффициент, зависящий от термического сопротивления покрытия пола;

K_b – коэффициент шага укладки труб;

K_c – коэффициент толщины стяжки над трубой;

K_D – коэффициент, учитывающий наружный диаметр труб.

Логарифмическая разность температур:

$$\Delta t = \frac{(t_1 - t_2)}{LN \frac{(t_1 - t_в)}{(t_2 - t_в)}}, \quad (6.2.2)$$

где:

t_1 и t_2 – температуры соответственно прямого и обратного теплоносителей, °С;

$t_в$ – расчётная температура воздуха в помещении, °С.

Коэффициент теплопередачи стенки трубы:

$$K_{мп} = \frac{K_{тр0}}{1 + \frac{1,1}{\pi} \cdot K_{мп0} \cdot K_{mn} \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_D \cdot b \left(\frac{1}{2\lambda_{ст}} LN \frac{D}{D-2\delta} - \frac{1}{2\lambda_{ст0}} LN \frac{D_0}{D_0-2\delta_0} \right)} = \frac{6,7}{1 + 2,347 \cdot K_{mn} \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_D \cdot b \left(\frac{1}{2\lambda_{ст}} LN \frac{D}{D-2\delta} - 0,41 \right)}, \quad (6.2.3)$$

где:

K_{np0} – коэффициент теплопередачи эталонной трубы – 6,7 Вт/м²·К;

b – шаг труб, м;

δ – толщина стенки трубы, м;

δ_0 – толщина стенки эталонной трубы – 0,002 м;

D – наружный диаметр трубы, м;

D_0 – наружный диаметр эталонной трубы – 0,016 м;

λ_{cm} – коэффициент теплопроводности стенки трубы, Вт/м·°С;

λ_{cm0} – коэффициент теплопроводности стенки эталонной трубы – 0,35 Вт/м·°С.

Коэффициент влияния термического сопротивления покрытия пола:

$$K_{nn} = \frac{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_{c0}}{\lambda_{c0}}}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_{c0}}{\lambda_c} + R_{nn}} = \frac{0,1376}{0,0926 + \frac{0,045}{\lambda_c} + \Sigma R_{nn}}, \quad (6.2.4)$$

где:

α_n – коэффициент теплоотдачи поверхности пола – 10,8 Вт/м²·°С;

δ_{c0} – толщина эталонной стяжки – 0,045 м;

λ_c – коэффициент теплопроводности стяжки, Вт/м·°С;

λ_{c0} – коэффициент теплопроводности эталонной стяжки – 1,00 Вт/м·°С;

R_{nn} – термические сопротивления слоёв покрытия пола (выше стяжки), м²·°С/Вт.

Коэффициент шага укладки труб:

$$K_b = (1,23 - 0,4 \Sigma R_{nn}^{0,79})^{\frac{b}{0,075}} \quad (6.2.5)$$

Коэффициент толщины стяжки определяется по формуле:

$$K_c = C^{(4,5-100\delta_c)}, \quad (6.2.6)$$

где:

δ_c – толщина стяжки над трубой, м;

C – коэффициент, определяемый по таблице 6.2.2.

Таблица 6.2.2. Значение коэффициента С

Шаг труб, b, см	Значение коэффициента С при термическом сопротивлении покрытия пола, м ² ·К/Вт			
	0,0	0,05	0,1	0,15
5	1,069	1,056	1,043	1,037
10	1,063	1,05	1,039	1,034
15	1,057	1,046	1,035	1,031
20	1,051	1,041	1,032	1,028
25	1,045	1,035	1,028	1,025
30	1,040	1,031	1,024	1,021
35	1,034	1,026	1,020	1,018

Коэффициент, учитывающий наружный диаметр труб:

$$K_D = C_D^{250D-5}, \quad (6.2.7)$$

где:

D – наружный диаметр трубы, м;

C_D – коэффициент, принимаемый по таблице 6.2.3.

Таблица 6.2.3. Значения коэффициентов C_D

Шаг труб, b, см	Коэффициент C_D при термическом сопротивлении покрытия пола, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$			
	0,0	0,05	0,1	0,15
5	1,013	1,013	1,012	1,011
10	1,029	1,025	1,022	1,018
15	1,040	1,034	1,029	1,024
20	1,046	1,040	1,035	1,030
25	1,051	1,046	1,041	1,036
30	1,053	1,049	1,044	1,039
35	1,055	1,050	1,045	1,041

К недостаткам этой методики можно отнести следующие принятые в ней допущения:

- коэффициент теплоотдачи поверхности пола принят постоянным ($10,8 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}$). В действительности, этот коэффициент является функцией от целого ряда величин (температуры поверхности пола, температур поверхностей окружающих конструкций и скорости движения воздуха у поверхности пола);
- метод коэффициентов может применяться при шаге труб не более 375 мм, толщине стяжки не более 45 мм, термических сопротивлениях покрытия пола не более $0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, наружных диаметрах труб не более 20 мм.

Данный метод заложен в основу большинства европейских расчётных программ.

6.3. АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД

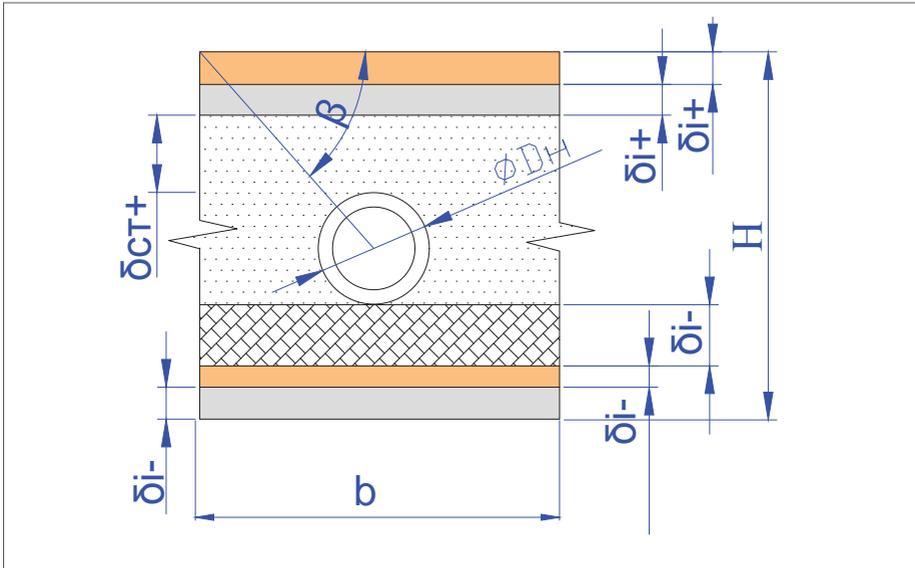


Рис. 6.3.1. Расчётный элемент тёплого пола

Если условно вырезать из тёплого пола полосу шириной равной шагу труб (рис. 6.3.1), то можно предположить, что тепловой поток одной трубы распределяется только внутри этой зоны.

Теплопередачу через боковые грани зоны можно принять нулевой, учитывая, что количество тепла, отданное в соседнюю зону, равно количеству тепла, поступившего из соседней зоны.

Приведённое термическое сопротивление слоёв пола над трубой:

$$R^+ = \frac{\delta_{см+}}{\lambda_{см}} + \sum \frac{\delta_{i,+}}{\lambda_{i,+}} + \frac{1}{\alpha^+}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}, \quad (6.3.1)$$

где:

$\lambda_{см}$ — коэффициент теплопроводности стяжки, Вт/м·°C;

$\lambda_{i,+}$ — коэффициенты теплопроводности слоёв пола над трубой, Вт/м·°C;

α^+ — коэффициент теплоотдачи поверхности пола, Вт/м²·°C. Этот коэффициент является функцией от температуры поверхности пола t_n , а значит — удельного теплового потока:

$$\alpha^+ = 8,92(t_n - t^+)^{0,1} = 7,325q_+^{0,09}, \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}, \quad (6.3.2)$$

где: t^+ — температура воздуха в обслуживаемом помещении, °C.

Для диапазона температур поверхности пола 24...35 °C этот коэффициент можно принять 10,8 Вт/м²·°C.

Приведённое термическое сопротивление слоёв пола под трубой:

$$R^- = \sum \frac{\delta_{i,-}}{\lambda_{i,-}} + \frac{1}{\alpha^-}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}, \quad (6.3.3)$$

где:

$\lambda_{\text{л}}$ — коэффициенты теплопроводности слоёв пола под трубой, Вт/м·°С;

α — коэффициент теплоотдачи поверхности потолка нижележащего помещения, Вт/м²·°С. Коэффициент теплоотдачи нижней поверхности конструкции (если полы не по грунту) для гладких и малоорёбренных потолков ($h/a \leq 0,3$) принимается 8,7 Вт/м²·°С, для сильноорёбренных потолков — 7,6 Вт/м²·°С. Для полов по грунту приведенное сопротивление теплопередаче слоев пола под трубой следует считать по формуле:

$$R^- = 2,1 + \sum \frac{\delta_{\text{л}}}{\lambda_{\text{л}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт} \quad (6.3.4)$$

Второе слагаемое в этой формуле учитывает толщины и коэффициенты теплопроводности только теплоизоляционных слоёв ($\lambda < 1,2$ Вт/м·°С).

Следует иметь в виду, что при использовании **формулы 6.3.4** для определения удельного теплового потока расчётную наружную температуру следует принимать:

- для первой зоны (2 м от поверхности земли) — расчётную температуру наружного воздуха для зимнего периода;
- для второй зоны (от 2 до 4 метров) — минус 7°С;
- для третьей зоны (от 4 до 6 метров) — плюс 5°С;
- для четвёртой зоны (более 6 метров) — плюс 14°С.

Приведённое сопротивление теплопередаче стенок трубы с учётом коэффициента теплоотдачи на внутренней поверхности трубы $\alpha_{\text{вн}}$, принимаемого 400 Вт/м²·°С.

$$R_{\text{пр}} = \frac{1}{\pi \alpha_{\text{вн}} D_{\text{вн}}} + \frac{LN \frac{D_{\text{н}}}{D_{\text{вн}}}}{2\pi \lambda_{\text{см}}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}, \quad (6.3.5)$$

где:

$D_{\text{вн}}$ — внутренний диаметр трубы, м;

$D_{\text{н}}$ — наружный диаметр трубы, м;

$\lambda_{\text{см}}$ — коэффициент теплопроводности материала стенок трубы, Вт/м·°С.

Решение задачи по определению требуемой температуры теплоносителя по известному удельному тепловому потоку по направлению вверх

Удельный тепловой поток по направлению вверх:

$$q^+ = \frac{t_{\text{с}} - t^+}{R^+}, \text{ Вт} / \text{м}^2, \quad (6.3.6)$$

где: $t_{\text{с}}$ — температура стенки трубы, °С;

t^+ — температура воздуха в расчётном помещении, °С.

Из формулы 6.3.6 можно получить выражение для температуры стенки трубы:

$$t_{\text{с}} = q^+ R^+ + t^+, \text{ °С} \quad (6.3.7)$$

Определив температуру стенки трубы, определяется удельный тепловой поток по направлению вниз:

$$q^- = \frac{t_{\text{с}} - t^-}{R^-}, \text{ Вт} / \text{м}^2, \quad (6.3.8)$$

где:

t – температура воздуха в нижележащем помещении, °С.

Зная температуру стенки трубы t_c и суммарный удельный тепловой поток q , находится требуемая температура теплоносителя:

$$t_0 = t_c + q b R_{mp}, \text{ °С}, \quad (6.3.9)$$

где:

b – шаг труб, м.

Температура пола над трубой:

$$t_n = t^+ + \frac{q^+}{\alpha^+}, \text{ °С} \quad (6.3.10)$$

Для определения температуры пола между двух соседних труб необходимо найти угол β :

$$\angle \beta = \arctg\left(\frac{2\delta_{cm} + D_u + 2\Sigma\delta_{i+}}{b}\right), \text{ град.} \quad (6.3.11)$$

Максимальное термическое сопротивление над трубами:

$$R_{\max}^+ = \frac{R^+}{\sin \beta}, \text{ М}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт} \quad (6.3.12)$$

Минимальная температура пола составит:

$$t_{n,\min} = t_c - q^+ b R_{\max}^+, \text{ °С} \quad (6.3.13)$$

Решение задачи по определению удельного теплового потока по направлению вверх при известной температуре теплоносителя

Температура стенки трубы, выраженная через термическое сопротивление стенки трубы:

$$t_c = t_0 - q b R_{mp}, \text{ °С} \quad (6.3.14)$$

Та же температура, выраженная через приведённые термические сопротивления слоёв пола над и под трубами:

$$q = q^+ + q^- = \frac{t_c - t^+}{R^+} + \frac{t_c - t^-}{R^-}$$

$$q R^+ R^- = t_c R^- - t^+ R^- + t_c R^+ - t^- R^+$$

$$t_c = \frac{q R^+ R^- + R^- t^+ + R^+ t^-}{R^+ + R^-}, \text{ °С} \quad (6.3.15)$$

Приравняв выражения **6.3.14** и **6.3.15**, получаем формулу для определения общего удельного теплового потока:

$$t_0 - q b R_{mp} = \frac{q R^+ R^- + R^- t^+ + R^+ t^-}{R^+ + R^-} \quad (6.3.16)$$

$$q = \frac{t_0 (R^+ + R^-) - R^- t^+ - R^+ t^-}{R^- R^+ + b R_{mp} (R^+ + R^-)}, \text{ Вт/М}^2 \quad (6.3.17)$$

Далее находится температура стенки трубы **по формуле 6.3.14** и удельный тепловой поток по направлению вверх **по формуле 6.3.6**.

6.4. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КРАЕВЫХ ЗОН

В случае, когда из-за ограничений температуры пола в основной зоне помещения $t_{n,oz}$ расчётный удельный тепловой поток не может обеспечить восполнение теплопотерь помещения, то есть требуемый поток q_{TP}^+ меньше расчётного q_{oz}^+ можно использовать устройство краевых зон с повышенной температурой пола $t_{n,kз}$.

Максимально допустимый тепловой поток в основной зоне составит:

$$q_{oz}^+ = \alpha_+(t_{n,oz} - t^+), \text{ Вт/м}^2 \quad (6.4.1)$$

В краевой зоне:

$$q_{кз}^+ = \alpha_+(t_{n,кз} - t^+), \text{ Вт/м}^2 \quad (6.4.2)$$

По отношению этих потоков можно найти требуемый процент площади краевой зоны:

$$c = \left(1 - \frac{q_{кз}^+ - q_{mp}^+}{q_{кз}^+ - q_{oz}^+}\right) \cdot 100\% \quad (6.4.3)$$

Можно решить обратную задачу: по проценту площади краевой зоны найти требуемый удельный тепловой поток краевой зоны:

$$q_{кз}^+ = \frac{100(q_{mp}^+ - q_{oz}^+)}{c} + q_{oz}^+, \text{ Вт/м}^2 \quad (6.4.4)$$

Пример:

Исходные данные:

Требуемый удельный тепловой поток: $q_{mp}^+ = 70 \text{ Вт/м}^2$;

Расчётная температура воздуха в помещении: $t^+ = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;

Предельная температура пола основной зоны: $t_{n,oz} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$;

Допустимая температура пола в краевой зоне: $t_{n,кз} = 31 \text{ }^\circ\text{C}$.

Решение:

Расчётный удельный тепловой поток в основной зоне:

$$q_{oz}^+ = \alpha_+(t_{n,oz} - t^+) = 10,8(26 - 20) = 64,8 \text{ Вт/м}^2 \quad (6.4.5)$$

Расчётный удельный тепловой поток в краевой зоне:

$$q_{кз}^+ = \alpha_+(t_{n,кз} - t^+) = 10,8(31 - 20) = 118,8 \text{ Вт/м}^2 \quad (6.4.6)$$

Необходимый процент площади краевой зоны:

$$c = \left(1 - \frac{q_{кз}^+ - q_{mp}^+}{q_{кз}^+ - q_{oz}^+}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{118,8 - 70}{118,8 - 64,8}\right) \cdot 100 = 9,7\% \quad (6.4.5)$$

То есть, при общей площади помещения 20 м^2 , площадь краевой зоны должна быть не менее $1,94 \text{ м}^2$.

6.5. ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЁТА

Графический метод в основном пригоден для ориентировочной оценки требуемых параметров системы тёплого пола. Различными авторами предлагается значительное многообразие графиков и номограмм.

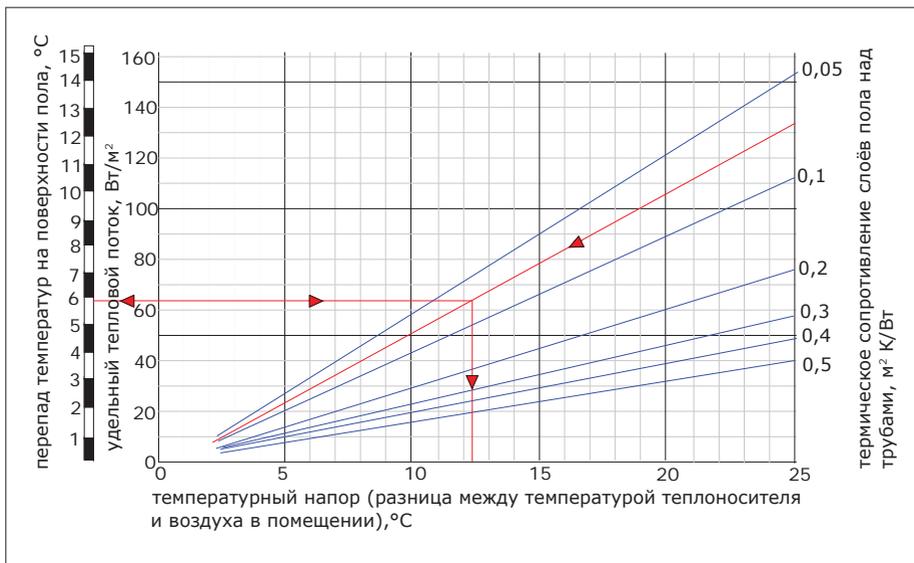


Рис. 6.5.1. График расчёта параметров тёплого пола

Наиболее удобным в этом отношении представляется график, приведённый на рисунке 6.5.1. Он составлен для металлополимерных труб размером 16х2,0, уложенных с шагом 15 см. График охватывает диапазон термических сопротивлений слоёв пола над трубами от 0,025 до 0,5 м²·°C/Вт.

Пример графического расчёта:

Исходные данные: удельная теплотребность помещения составляет 62 Вт/м².

Требуется определить необходимую среднюю температуру теплоносителя в петлях тёплого пола, уложенных с шагом 15 см при термическом сопротивлении слоёв пола над трубами – 0,075 м²·°C/Вт. Температура воздуха в помещении 20 °C.

Решение:

1. По шкале удельных тепловых потоков точку 1, соответствующую потоку 62 Вт/м².
2. Проводим горизонталь к точке 2 на шкале «Перепад температур на поверхности пола». Получаем значение перепада в 5,7 °C. Сложив эту величину с известной температурой воздуха в помещении (20 °C), получим температуру поверхности пола 20 + 5,7 = 25,7 °C.
3. Из точки 1 проводим горизонталь до точки 3 на наклонной линии, соответствующей термическому сопротивлению 0,075 м²·°C/Вт.

4. Опустив перпендикуляр из точки 3 на шкалу температурного напора, получаем в точке 4 значение 13,1 °С.
5. Прибавив температурный напор к температуре воздуха в помещении, получаем требуемую среднюю температуру теплоносителя в петлях тёплого пола $20 + 13,1 = 33,1$ °С.

Если действовать в обратном порядке, то по известной температуре теплоносителя можно определить расчётный удельный тепловой поток.

Можно использовать для упрощённого расчёта графики, построенные для конкретных конструкций пола (см. рисунки 6.5.2–6.5.7).



Рис. 6.5.2. Зависимость теплового потока от средней температуры теплоносителя (стяжка 30 мм; керамическая плитка 12 мм; труба 16 х 2,0)

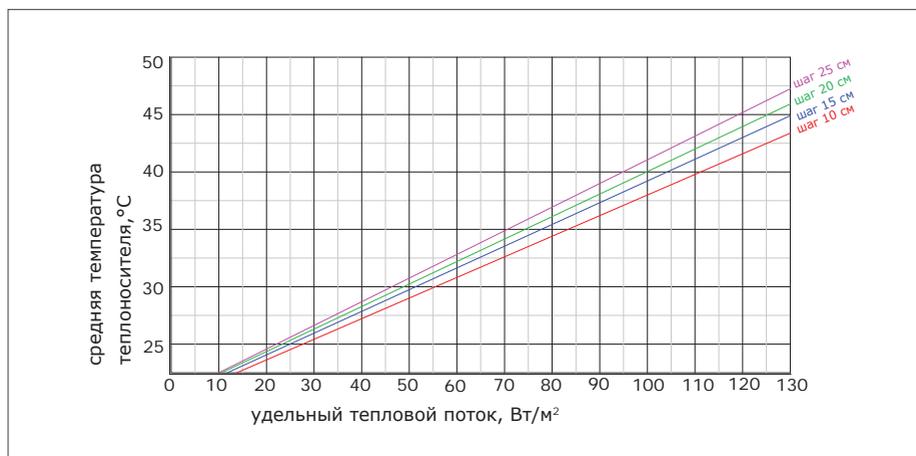


Рис. 6.5.3. Зависимость теплового потока от средней температуры теплоносителя (стяжка 50 мм; керамическая плитка 12 мм; труба 16 х 2,0)

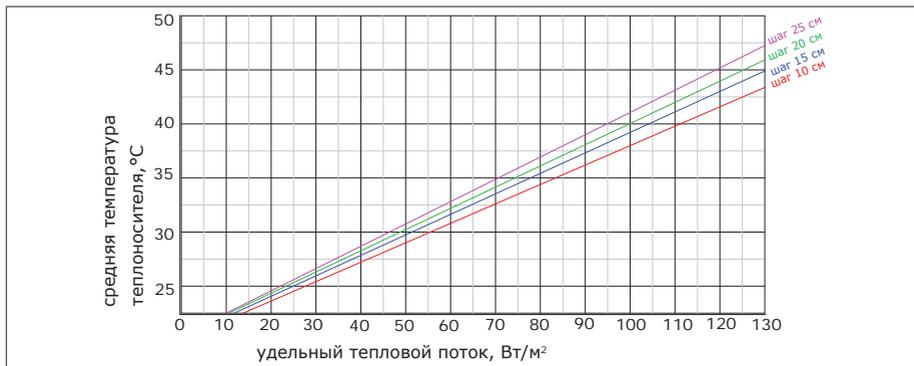


Рис. 6.5.4. Зависимость теплового потока от средней температуры теплоносителя (стяжка 70 мм; керамическая плитка 12 мм; труба 16 x 2,0)

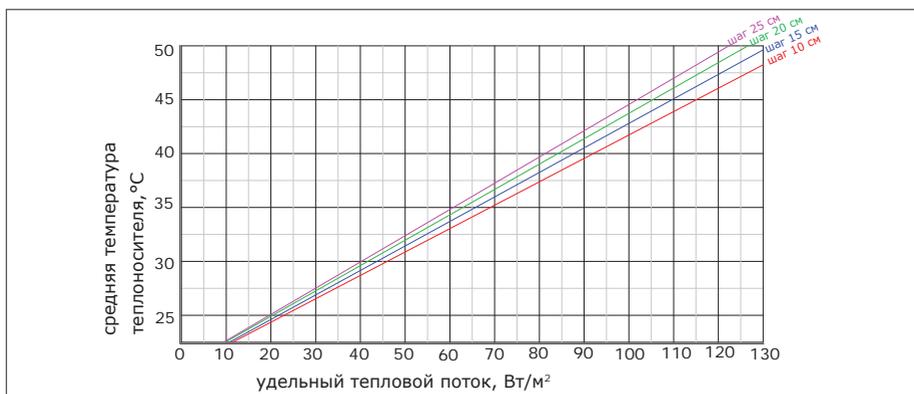


Рис. 6.5.5. Зависимость теплового потока от средней температуры теплоносителя (стяжка 30 мм; ковролин 5 мм; труба 16 x 2,0)

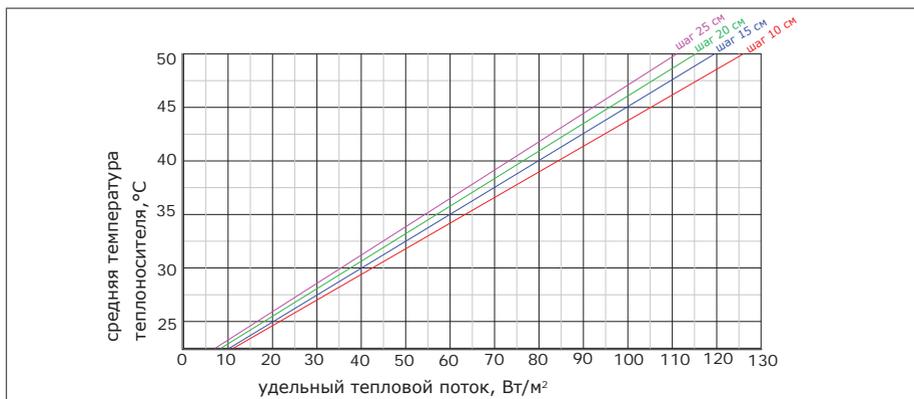


Рис. 6.5.6. Зависимость теплового потока от средней температуры теплоносителя (стяжка 50 мм; ковролин 5 мм; труба 16 x 2,0)

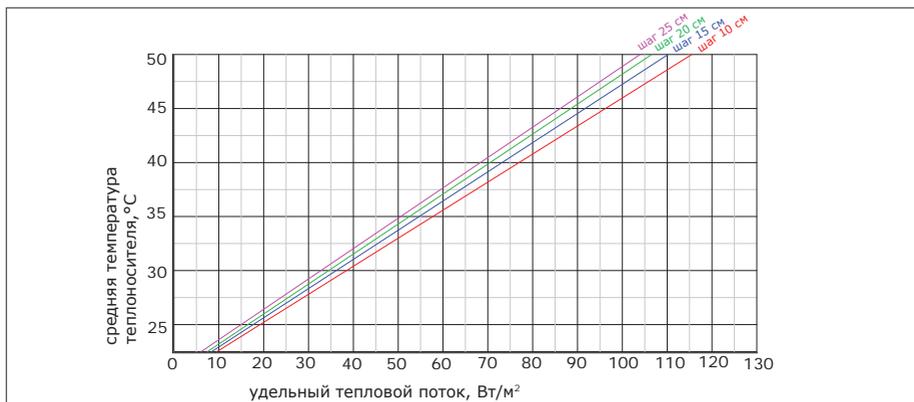


Рис. 6.5.7. Зависимость теплового потока от средней температуры теплоносителя (стяжка 70 мм; ковролин 5 мм; труба 16 x 2,0)

Во всех приведённых графиках принято, что потери тепла в нижнем направлении составляют 10 % от общего теплового потока.

6.6. ТАБЛИЧНЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА

Табличный метод расчёта тёплых полов является наиболее практичным с точки зрения проектировщика. По заданным конкретным данным на основании ранее изложенных методов составляются пользовательские расчётные таблицы (см. таблицы 6.6.1–6.6.3).

Таблица 6.6.1. Тепловой поток от труб тёплого пола (потери тепла в нижнем направлении составляют 10%). Покрытие пола — плитка керамическая ($\lambda = 1,00 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$) толщиной 12 мм. Коэффициент теплопроводности стяжки — $0,93 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$. Толщина стяжки — «в» от верха трубы

Средняя температура теплоносителя, °C	Температура воздуха в помещении, °C	Удельный тепловой поток по направлению вверх, Вт/м²								
		шаг труб 10 см			шаг труб 15 см			шаг труб 20 см		
		в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм	в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм	в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм
32,5	15	101	95	90	96	91	86	92	87	82
	20	72	68	64	69	65	61	65	62	59
	25	43	41	39	41	39	37	39	37	35
35	15	116	109	103	110	104	98	105	99	94
	20	87	82	77	83	78	74	79	74	70
	25	58	54	51	55	52	49	52	50	47
37,5	15	131	123	116	124	117	110	118	111	106
	20	102	95	90	96	91	86	92	87	82
	25	73	68	64	69	65	67	66	62	59
40	15	145	136	128	138	130	123	131	124	117
	20	116	109	103	110	104	98	105	99	94
	25	87	82	77	83	78	74	79	74	70

Таблица 6.6.2. Покрытие пола — ковролин ($\lambda=0,07 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) толщиной 5 мм. Коэффициент теплопроводности стяжки — $0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$. Толщина стяжки — «в» от верха трубы

Средняя температура теплоносителя, °C	Температура воздуха в помещении, °C	Удельный тепловой поток по направлению вверх, Вт/м ²								
		шаг труб 10 см			шаг труб 15 см			шаг труб 20 см		
		в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм	в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм	в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм
32,5	15	75	72	69	73	69	67	70	67	64
	20	54	52	49	52	50	48	50	48	46
	25	32	31	30	31	30	29	30	29	28
35	15	86	82	79	83	79	76	80	77	73
	20	65	62	59	62	60	57	60	57	54
	25	43	41	39	42	40	38	40	38	37
37,5	15	97	92	87	93	89	86	90	86	82
	20	76	72	69	73	70	68	70	67	64
	25	54	51	49	52	50	48	50	48	45
40	15	108	103	99	104	99	95	100	96	91
	20	86	82	79	83	79	76	80	76	72
	25	65	61	58	62	59	56	60	57	54

Таблица 6.6.3. Покрытие пола — паркет ($\lambda=0,2 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) толщиной 15 мм по фанере ($\lambda=0,18 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) толщиной 12 мм. Коэффициент теплопроводности стяжки — $0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$. Толщина стяжки — «в» от верха трубы

Средняя температура теплоносителя, °C	Температура воздуха в помещении, °C	Удельный тепловой поток по направлению вверх, Вт/м ²								
		шаг труб 10 см			шаг труб 15 см			шаг труб 20 см		
		в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм	в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм	в = 30 мм	в = 40 мм	в = 50 мм
32,5	15	58	56	54	56	54	52	54	52	51
	20	41	39	37	40	38	37	39	37	36
	25	25	24	23	24	23	22	23	22	21
35	15	66	63	61	64	62	59	62	60	58
	20	50	48	47	48	46	45	47	45	43
	25	33	32	30	32	30	29	31	30	29
37,5	15	74	71	69	72	70	67	70	68	66
	20	58	56	54	56	54	52	54	52	50
	25	41	40	39	40	38	37	39	37	36
40	15	83	80	77	80	78	75	78	75	73
	20	66	63	62	64	62	60	62	61	59
	25	50	48	47	48	47	45	47	45	43

ПРИЛОЖЕНИЯ

1.

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЁПЛЫМ ПОЛАМ

Пункт и содержание	Норматив
3.7. Применение напольных систем отопления из металлополимерных труб разрешается только от автономного источника теплоснабжения (на объект) или от центрального источника теплоснабжения по независимой схеме.	СП 41-102-98
5.1.1. Системы водяного отопления, встроенные в пол, должны быть герметичными и выдерживать пробное давление воды или воздуха не менее чем в 1,5 раза превышающее максимальное рабочее давление. За значение максимального рабочего давления для системы водяного отопления, встроенной в пол, принимают наименьшее значение максимального рабочего давления компонента системы водяного отопления здания, сооружения, в состав которой она входит, но не менее 0,6 МПа.	ГОСТ Р 70834-2023
5.1.5 Отопительные контуры систем водяного отопления, встроенных в пол, выполненные из полимерных материалов, при эксплуатации в системе отопления совместно с металлическими трубами или отопительными приборами и оборудованием, имеющим ограничения по содержанию растворенного кислорода, должны иметь толщину стенки или барьерный слой, обеспечивающие кислородопроницаемость не более $0,1 \text{ г}/(\text{м}^3 \cdot \text{сут})$ согласно СП 60.13330.2020 (пункт 6.3.3)	ГОСТ Р 70834-2023
14.7. Полимерные трубы следует прокладывать в защитных футлярах из негорючих материалов в местах возможного механического повреждения под порогами, на стыках плит перекрытий, в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок и т. п.).	СП 60.13330.2020
14.6. При напольном отоплении полимерные трубы следует прокладывать без гофротрубы.	СП 60.13330.2020
9.1.4 Трубы отопительных контуров системы водяного отопления, встроенной в пол, располагают на расстоянии не менее чем 50 мм от вертикальных элементов здания и не менее 200 мм от дымоходов, открытых каминов или закрытых шахт, включая лифтовые шахты.	ГОСТ Р 70834-2023

Пункт и содержание	Норматив
<p>14.18. Среднюю температуру поверхности строительных конструкций со встроенными нагревательными элементами в расчетных условиях следует принимать не выше:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 29 °С – для полов помещений с постоянным пребыванием людей; • 23 °С – для полов зданий дошкольных образовательных организаций согласно СП 118.13330; • 31 °С – для полов помещений с временным пребыванием людей, а также для обходных дорожек, скамей крытых плавательных бассейнов. <p>Температура поверхности пола по оси нагревательного элемента в зданиях дошкольных образовательных организаций, жилых зданиях и плавательных бассейнах не должна превышать 35 °С.</p> <p>Ограничения температуры поверхности пола не распространяются на встроенные в перекрытие или пол одиночные трубы системы отопления.</p>	СП 60.13330.2020
<p>3.11. Перепад температуры на отдельных участках пола при напольном отоплении не должен превышать 10 °С (оптимально 5 °С).</p>	СП 41-102-98
<p>6.2.1. Оптимальное значение температуры поверхности пола составляет $24 \pm 1,5$ °С.</p>	АВОК 4.4-2013
<p>5.1.1. Трубы должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52134 для класса 4 эксплуатации.</p>	АВОК 4.4-2013
<p>5.4.5. Толщина стяжки над трубой должна быть не менее 30 мм.</p>	АВОК 4.4-2013
<p>9.1.9 Толщина стяжки над трубой должна быть не менее 30 мм. Наименьшая толщина цементно-песочной или бетонной стяжек для укрытия труб в полах должна превышать диаметр труб не менее чем на 45 мм. При использовании ангидритовой стяжки толщина над трубой должна быть не менее 35 мм.</p>	ГОСТ Р 70834-2023
<p>5.5.3. Термическое сопротивление покрытия пола не должно превышать $0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$.</p>	АВОК 4.4-2013

Нормативные требования к тёплым полам

Пункт и содержание		Норматив
<p>9.1.5 При монтаже видов систем водяного отопления, встроенных в пол, предусматривающих тепловую изоляцию системы от конструктивного основания, минимальные значения термического сопротивления изолирующего слоя должны быть не менее значений, приведенных в таблице 2.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 2</p> <p style="text-align: center;">Минимальные значения термического сопротивления теплоизоляции пола</p>		ГОСТ Р 70834-2023
Параметры	Термическое сопротивление теплоизоляции, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	
Установка над отапливаемым помещением	0,75	
Установка над неотапливаемым или нерегулярно отапливаемым помещением или помещением, расположенным непосредственно на грунте	1,25	
Расчетная температура окружающей среды под системой отопления, °C :	<p style="text-align: center;">1,25</p> <p style="text-align: center;">1,50</p> <p style="text-align: center;">2,00</p>	
<p>5.6.6. Поверхность стяжки сложной формы следует разбивать на участки, форма которых будет наиболее приближена к квадрату или прямоугольнику. При этом соотношение длины к ширине участка не должно превышать величину, приблизительно составляющую 1:2.</p>		АВОК 4.4-2013
<p>9.1.10 Для предотвращения повреждения стяжки и покрытия пола, которое может произойти в результате их теплового расширения при нагревании, необходимо разделять поверхность бетонной стяжки с помощью деформационных швов.</p> <p>Площадь бесшовного участка не должна превышать 40 м^2. При этом длина каждой из сторон не должна превышать 8 м. Деформационные швы необходимо предусмотреть для разделения помещений с разными температурными режимами. По периметру помещений с напольным отоплением следует укладывать отстенную изоляцию для отделения нагреваемой конструкции от ненагреваемой и компенсации температурных расширений нагреваемой стяжки.</p>		ГОСТ Р 70834-2023

Пункт и содержание	Норматив
5.6.8. Верхнюю часть шва необходимо обработать герметиком.	АВОК 4.4-2013
5.6.11. Трубы в местах пересечения деформационных швов полного и неполного профилей следует прокладывать в гибком защитном кожухе длиной 0,3–1,0 м.	АВОК 4.4-2013
5.7.4. Один коллектор 1" может обеспечивать теплоносителем до 12 петель.	АВОК 4.4-2013
<p>5.6. При монтаже систем напольного отопления должны выполняться следующие условия:</p> <ul style="list-style-type: none"> • отопительные трубы для одного помещения следует изготавливать из целого куска трубы; • трубы не должны проходить под деформационными швами бетонной заливки, в противном случае они должны иметь защитную оболочку длиной не менее 1 м; • трубопровод напольного отопления должен заливаться бетонным раствором или закрываться покрытием только после проведения гидравлических испытаний на герметичность. Труба при заливке должна находиться под давлением 0,3 МПа; • нагреваемая площадь одного змеевика не должна превышать 30 м² с максимальной длиной одной из сторон 8 м; • минимальная высота заливки над поверхностью трубы должна быть не менее 3 см. Цементно-песчаная смесь должна быть не ниже марки 400 с пластификатором. 	СП 41-102-98
9.1.11 При заливке стяжки давление в трубах отопительных контуров должно быть не менее 0,3 МПа	ГОСТ Р 70834-2023
7.5.3. Во время укладки стяжки в трубах следует поддерживать давление не менее 3 бар. Систему и стяжку следует предохранять от замерзания.	АВОК 4.4-2013
7.5.7. Тепловое испытание систем напольного отопления следует осуществлять после того, как стяжка окончательно затвердеет, то есть через 20–28 суток. Испытания следует начинать с температуры 25 °С с ежедневным увеличением температуры на 5 °С до тех пор, пока она не будет соответствовать проектной величине.	АВОК 4.4-2013

2.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ И МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

Гидравлические характеристики полимерных и металлополимерных труб при средней температуре теплоносителя (воды) 35 °С

Расход, л/с	Труба 16х2,0		Труба 16х2,2		Труба 20х2,0		Труба 20х2,8	
	v, м/с	Δр,Па/м						
0,005	0,044	7	0,047	8	0,025	2	0,031	3
0,010	0,088	14	0,095	16	0,050	5	0,061	7
0,015	0,133	21	0,142	25	0,075	7	0,092	10
0,020	0,177	56	0,189	66	0,100	9	0,123	24
0,025	0,222	83	0,237	97	0,124	21	0,154	35
0,030	0,265	114	0,284	133	0,149	29	0,184	48
0,035	0,310	148	0,331	175	0,174	38	0,215	63
0,040	0,364	188	0,379	221	0,199	48	0,246	79
0,045	0,398	231	0,426	271	0,224	59	0,276	97
0,050	0,442	278	0,473	327	0,249	71	0,307	117
0,055	0,487	329	0,521	386	0,274	84	0,338	138
0,060	0,531	382	0,568	450	0,299	98	0,369	161
0,065	0,575	440	0,615	517	0,323	112	0,399	185
0,070	0,619	501	0,663	589	0,348	127	0,430	211
0,075	0,663	565	0,710	664	0,373	144	0,461	238
0,080	0,708	633	0,757	769	0,398	161	0,491	266
0,085	0,752	728	0,805	856	0,423	179	0,522	296
0,090	0,796	806	0,852	949	0,448	198	0,553	327
0,095	0,840	888	0,899	1045	0,473	218	0,584	359
0,100	0,885	973	0,947	1145	0,498	239	0,614	393
0,105	0,929	1061	0,994	1250	0,522	260	0,645	428
0,110	0,973	1154	1,041	1359	0,547	281	0,676	464
0,115	1,017	1249	—	—	0,572	305	0,706	502
0,120	—	—	—	—	0,597	328	0,737	559
0,125	—	—	—	—	0,622	352	0,768	601
0,130	—	—	—	—	0,647	378	0,799	645
0,135	—	—	—	—	0,672	403	0,829	690
0,140	—	—	—	—	0,697	430	0,860	736
0,145	—	—	—	—	0,722	457	0,891	784
0,150	—	—	—	—	0,746	501	0,922	833
0,155	—	—	—	—	0,771	531	0,952	884
0,160	—	—	—	—	0,796	562	0,983	935
0,165	—	—	—	—	0,821	594	1,014	988
0,170	—	—	—	—	0,846	626	—	—
0,175	—	—	—	—	0,871	660	—	—
0,180	—	—	—	—	0,896	694	—	—
0,185	—	—	—	—	0,921	729	—	—
0,190	—	—	—	—	0,945	764	—	—
0,195	—	—	—	—	0,970	801	—	—
0,200	—	—	—	—	0,996	838	—	—
0,205	—	—	—	—	1,020	876	—	—

3.

КОЛЛЕКТОРЫ И КОЛЛЕКТОРНЫЕ БЛОКИ VALTEC

Эскиз, модель, тип, D подключения, шаг выходов	Выходы		Фитинги для присоединения	Кронштейны
	Кол-во	Размер		
 <p>VTc.500.N латунный, 3/4", 1", шаг 36 мм</p>	2, 3, 4	1/2"НР конус	VTc.709 (PE-X; PE-RT) VTc.710; VTc.712 (МП); VTc.711 (медь); VTr.708.K (PPR)	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130 (115 мм)
 <p>VTc.500.NE латунный, 1", шаг 40 мм</p>	2, 3, 4	3/4"НР евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130 (115 мм)
 <p>VTc.550.N латунный, 3/4", 1", шаг 36 мм</p>	2, 3, 4	1/2"BP	VTm.201 (МПТ; PE-X; PE-RT) VTm.301 (МПТ) VTr.701 (PPR) VTi.901 (H/Ж)	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130 (115 мм)
 <p>VTc.560.N латунный с регулиру- ющими вентилями для петель обратки, 3/4", 1", шаг 36 мм</p>	2, 3, 4	1/2"НР конус	VTc.709 (PE-X; PE-RT) VTc.710; VTc.712 (МП); VTc.711 (медь); VTr.708.K (PPR)	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130 (115 мм)
 <p>VTc.560.NE латунный с регулиру- ющими вентилями для петель обратки, 1", шаг 40 мм</p>	2, 3, 4	3/4"НР евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130 (115 мм)

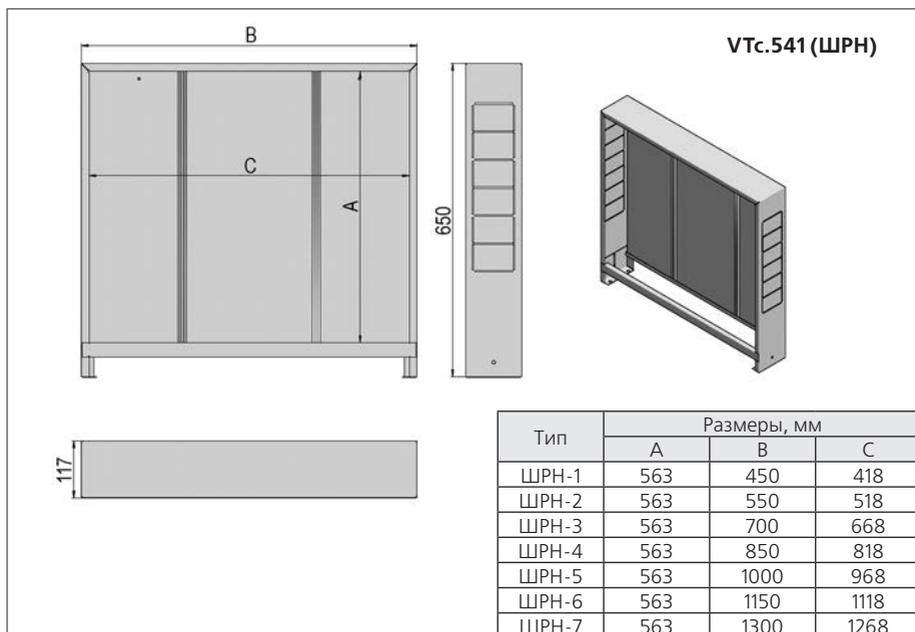
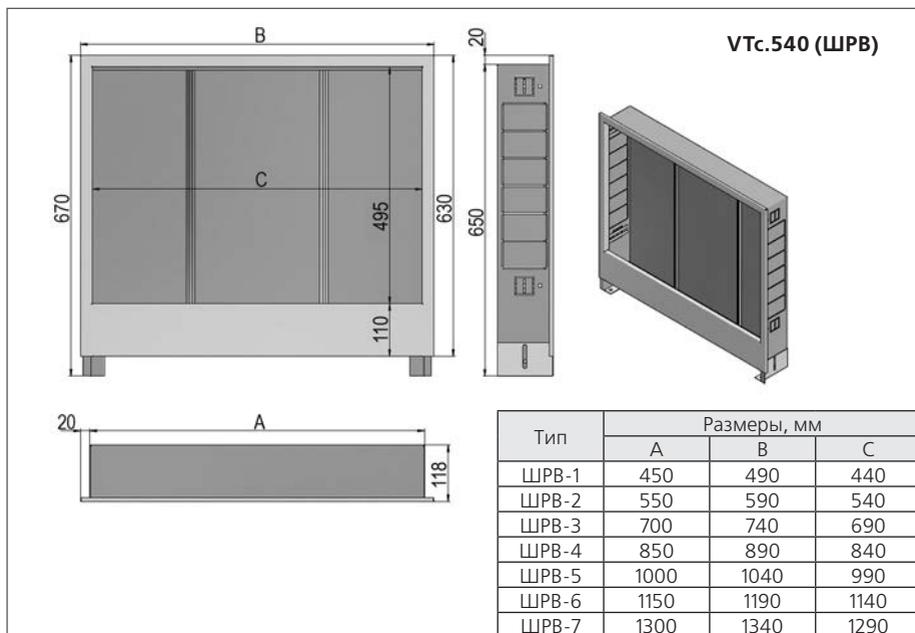
 <p>VTc.570.N латунный с регулирующими вентилями для петель подачи, 3/4", шаг 45 мм</p>	2, 3, 4	1/2"НР конус	VTc.709 (PE-X; PE-RT) VTc.710; VTc.712 (МП); VTc.711 (медь); VTr.708.K (PPR)	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130 (115 мм)
 <p>VTc.570.NE латунный, с регулирующими вентилями для петель подачи, 3/4", шаг 45 мм</p>	2, 3, 4	3/4"НР евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130.42 (115 мм)
 <p>VTc.580.N латунный с отсекающими кранами, 1", шаг 36 мм</p>	2, 3	1/2"НР конус	VTc.709 (PE-X; PE-RT) VTc.710; VTc.712 (МП); VTc.711 (медь); VTr.708.K (PPR)	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130 (115 мм)
 <p>VTc.580.NE латунный, с отсекающими кранами, 3/4", 1", шаг 40 мм</p>	2, 3	3/4"НР евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.IV130.0635 (200 мм) VTc.130 (115 мм)
 <p>VTc.505.SS из нержавеющей стали, 1", шаг 50 мм</p>	2...10	3/4"НР евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.130.INX
 <p>VTc.510.SS из нержавеющей стали, 1", 1 1/2", шаг 100 мм</p>	2...10 (1") 4...7 (1 1/2")	1/2"НР (1") 3/4" НР (1 1/2")	VTm.202; VTm.222 (МПТ; PE-X; PE-RT) VTm.302 (МПТ) VTr.702 (PPR) VTi.902 (H/Ж)	VTc.130.INX

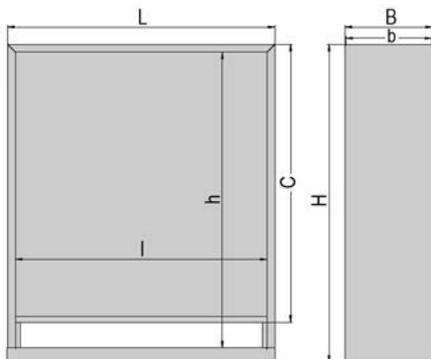
 <p>VTc.510.BS из углеродистой стали, 1", шаг 100 мм</p>	4, 5, 6	1/2"HP	VTm.202; VTm.222 (МПТ;PE-X; PE-RT) VTm.302 (МПТ) VTr.702 (PPR) VTi.902 (H/Ж)	VTc.130.INX RUS.833
 <p>VTc.579.EMNX блок из нержавеющей стали, с регулирующими клапанами и расходомерами, 1", шаг 50 мм</p>	3...12	3/4"HP евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.IV130.0635
 <p>VTc.582.EMNX блок из нержавеющей стали, с регулирующими и балансировочными клапанами, 1", шаг 50 мм</p>	3...10	3/4"HP евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.IV130.0635
 <p>VTc.584.EMNX блок из нержавеющей стали, с регулирующими клапанами и расходомерами, 1", шаг 50 мм</p>	3...10	3/4"HP евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.IV130.0635

 <p>VTc.586.EMNX блок из нержавеющей стали, с регулирующими клапанами и расходомерами, 1", шаг 50 мм</p>	2...12	3/4"HP евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.IV130.0650
 <p>VTc.588.EMNX блок из нержавеющей стали, с регулирующими и балансировочными клапанами, 1", шаг 50 мм</p>	3...10	3/4"HP евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc.130.IN
 <p>VTc.594.EMNX латунный блок, с регулирующими и балансировочными клапанами, 1", шаг 50 мм</p>	3...12	3/4"HP евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTr.708.E (PPR) VTc.712.NE	VTc. IV130.0650

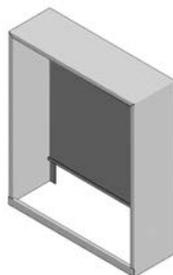
 <p>VTc.596.EMNX латунный блок, с регулирующими клапанами и расходомерами, 1", шаг 50 мм</p>	3...12	3/4"НР евроконус	VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTр.708.Е (PPR) VTc.712.NE	VTc. IV130.0650
 <p>VTр.734 тройник коллекторный PPR, DN40, шаг 54 мм</p>		1/2"НР конус 3/4"НР евроконус	для конуса VTc.709 (PE-X; PE-RT) VTc.710; VTc.712 (МП); VTc.711 (медь); VTр.708.К (PPR) для евроконуса VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTр.708.Е (PPR) VTc.712.NE	RUS.833
 <p>VTр.781 тройник коллекторный PPR с отсекающими кранами, DN40, шаг 54 мм</p>		1/2"НР конус 3/4"НР евроконус	для конуса VTc.709 (PE-X; PE-RT) VTc.710; VTc.712 (МП); VTc.711 (медь); VTр.708.К (PPR) для евроконуса VT.4410 (PE-X; PE-RT) VT.4420 (МПТ) VT.4430 (медь) VTр.708.Е (PPR) VTc.712.NE	RUS.833

4. КОЛЛЕКТОРНЫЕ ШКАФЫ VALTEC

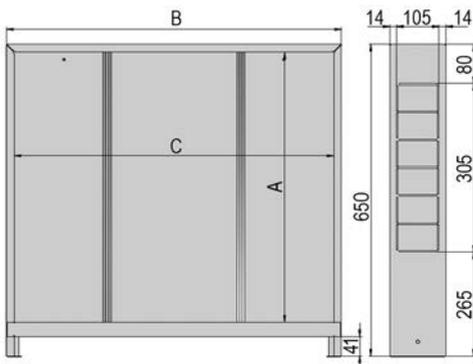




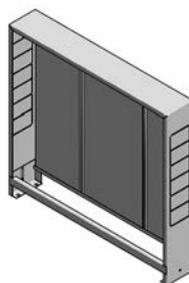
VTc.541.U (ШРНУ)



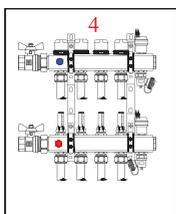
Тип	Размеры, мм							Вес, кг
	H	B	L	C	h	b	l	
ШРНУ-3	650	180	700	567	604	178	668	10,6
ШРНУ-4	650	180	850	567	604	178	818	12,6
ШРНУ-5	650	180	1000	567	604	178	968	15,3
ШРНУ-6	650	180	1150	567	604	178	1118	17,3
ШРНУ-7	650	180	1300	567	604	178	1268	18,2



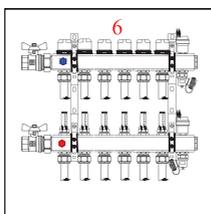
VTc.541.D (ШРНГ)



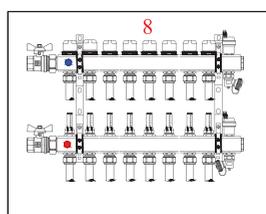
Тип	Размеры, мм		
	A	B	C
ШРНГ-3	563	700	668
ШРНГ-4	563	850	818
ШРНГ-5	563	1000	968
ШРНГ-6	563	1150	1118
ШРНГ-7	563	1300	1268



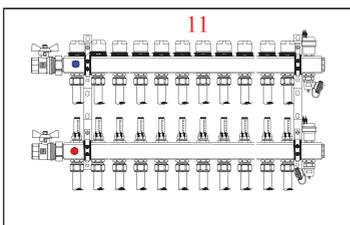
ШП-1



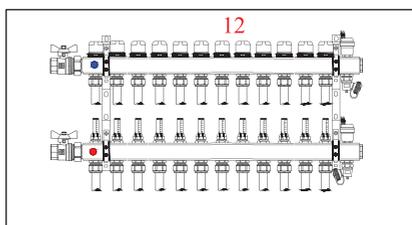
ШП-2



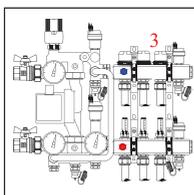
ШП-3



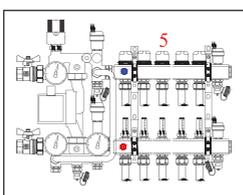
ШП-4



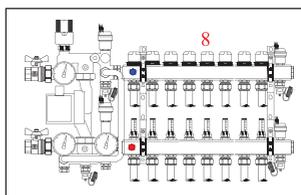
ШП-5



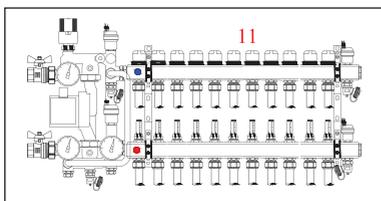
ШП-2



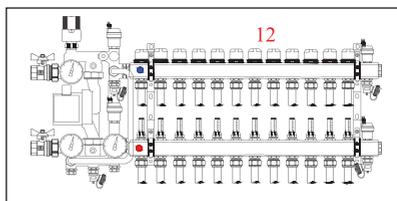
ШП-3



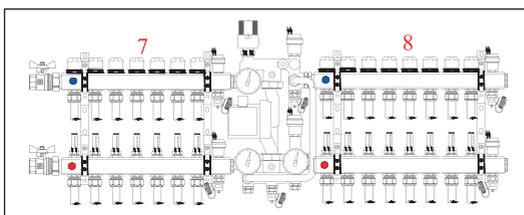
ШП-4



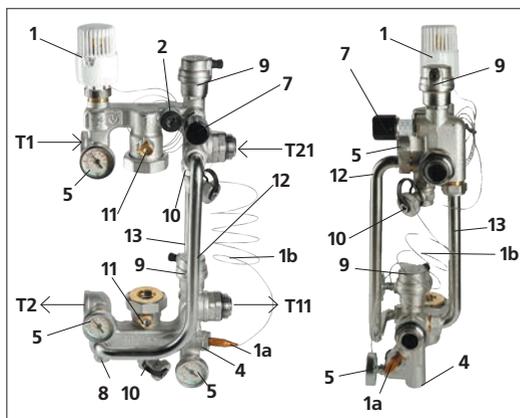
ШП-5



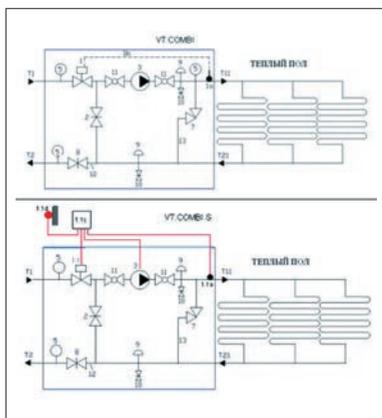
ШП-6



ШП-7

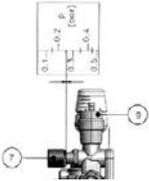


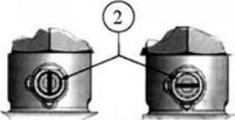
Элементы узла



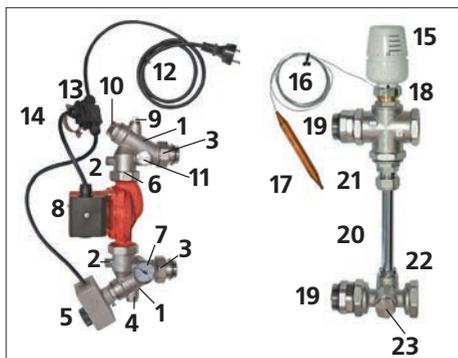
Тепломеханические схемы узлов

Поз.	Наименование элемента	Функция элемента
1	Регулирующий клапан с жидкостной термоголовкой VT.3011 и выносным погружным термочувствительным элементом. Только для узла VT.Combi	Регулирование потока теплоносителя, поступающего из первичного контура в зависимости от температуры теплоносителя на выходе из смесительного узла. Требуемая температура устанавливается термоголовкой
1.1.	Регулирующий клапан с электротермическим аналоговым сервоприводом VT.TE3043. Только для узла VT.Combi.S.180	Регулирование потока теплоносителя по командам контроллера (рекомендуется VT.K500). Контроллер формирует управляющий сигнал в зависимости от показаний датчика наружной температуры и датчика температуры теплоносителя. Контроллер и датчики температуры в комплект поставки не входят
1a	Погружной термочувствительный элемент. Только для узла VT.Combi	Фиксирует текущее значение температуры на выходе из смесительного узла с передачей импульса к термоголовке (поз. 1) по капиллярной импульсной трубке (поз. 1b)
1.1.a	Погружной датчик температуры теплоносителя. Только для узла VT.Combi.S.180	Фиксирует текущее значение температуры на выходе из смесительного узла с передачей данных контроллеру по проводной линии. Датчик входит в комплект поставки контроллера VT.K500
1b	Капиллярная импульсная трубка термостатического узла. Только для узла VT.Combi	Связывает между собой жидкостную термоголовку (поз. 1) и погружной термочувствительный элемент (поз. 1a)
1.1.c	Контроллер VT.K500. Только для узла VT.Combi.S.180	Контроллер управляет сервоприводом (1.1.) по заданному пользователем графику, в зависимости от показаний датчика температуры теплоносителя (поз. 1.1.a) и датчика температуры наружного воздуха (поз. 1.1.d). Контроллер приобретается отдельно

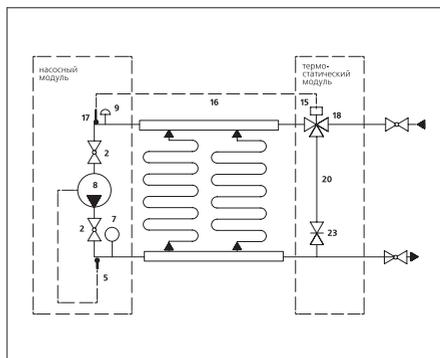
Поз.	Наименование элемента	Функция элемента
1.1.d	Датчик наружной температуры. <i>Только для узла VT.Combi.S.180C</i>	Устанавливается на северной стороне здания (желательно) вне зоны воздействия прямых солнечных лучей. Показания датчика обрабатываются контроллером для корректировки температуры теплоносителя в соответствии с заданным пользователем графиком. Датчик входит в комплект поставки контроллера VT.K500
2	Балансировочный клапан вторичного контура 	Задаёт соотношение между количеством теплоносителя, поступающего из обратной линии вторичного контура и прямой линии первичного контура. От настроечного значения K_{vb} этого клапана и установленного скоростного режима насоса (поз. 3) зависит тепловая мощность смесительного узла. Регулировка клапана осуществляется шестигранным ключом (SW 10)
3	Насос циркуляционный	Обеспечивает циркуляцию теплоносителя во вторичном контуре. <i>Накидные гайки насоса (G 1 1/2") обслуживаются рожковым или разводным ключом (SW 50). Насос приобретается отдельно</i>
4	Гильза резьбовая G1/2" для погружного термочувствительного элемента или датчика температуры	Гильза может быть переставлена в гнездо (поз. 4a). В этом случае освободившееся гнездо либо глушится пробкой, либо используется для установки предохранительного термостата (дополнительная опция), отключающего циркуляционный насос (поз. 3) при превышении максимально допустимой температуры. Гильза имеет винт, с помощью которого фиксируется положение датчика или термочувствительного элемента. Гильза обслуживается рожковым или разводным ключом (SW 22). Для фиксирующего винта требуется шестигранный ключ SW 2
4a	Гнездо G1/2" для гильзы (поз. 4) или предохранительного термостата	Гнездо поставляется заглушенным резьбовой пробкой. При необходимости может использоваться для гильзы (поз. 4) или предохранительного термостата (дополнительная опция), отключающего циркуляционный насос (поз. 3)
5	Термометр погружной (D-41 мм) с тыльным подключением	Индикация текущего значения температуры теплоносителя на входе в смесительный узел, вторичном контуре и на выходе из смесительного узла
5a	Гильза резьбовая G3/8" для погружного термометра	В гильзу вставляется погружной термометр. В комплект поставки VT.Combi входят 3 термометра, VT.Combi.S — 2 термометра. Гильза обслуживается рожковым или разводным ключом (SW 17)
7	Перепускной клапан 	Обеспечивает постоянство расхода теплоносителя во вторичном контуре, независимо от ручной или автоматической регулировки пелить тёплого пола. При превышении настроечного значения перепада давлений, клапан перепускает часть потока в байпас (поз. 13), предохраняя насос от работы на «закрытую задвижку». Настройка на требуемое значение перепада давлений осуществляется с помощью пластиковой ручки

Поз.	Наименование элемента	Функция элемента
8	Запорный клапан первичного контура	Перекрывает расход теплоносителя, возвращаемого в первичный контур (поз. 12). Для управления необходимо снять заглушку (SW 22). Управление осуществляется шестигранным ключом (SW 5)
9	Автоматический поплавковый воздухоотводчик G 1/2"	Автоматическое отведение воздуха и газов из системы. Воздухоотводчик демонтируется и монтируется рожковым или разводным ключом (SW 30). При заполнении системы воздухоотводчик должен быть закрыт
10	Поворотный дренажный клапан G 1/2" с заглушкой G 3/4"	Осушение и заполнение теплоносителем вторичного контура. К клапану может присоединяться гибкая подводка с накидной гайкой, имеющей резьбу G 3/4". Клапан открывается с помощью профильного ключа, имеющегося на заглушке. Монтируется клапан с помощью рожкового или разводного ключа (SW 25)
11	Шаровой клапан 	Отключение насоса для обслуживания или замены. Клапаны открываются и закрываются с помощью шестигранного ключа (SW 6) или отвёртки с плоским шлицем
12	Обратный трубопровод (D 15x1)	Возвращает теплоноситель в первичный контур. Присоединен к узлу с помощью двух накидных гаек G 3/4" (SW 30)
13	Перепускной байпас	Поддержание циркуляции во вторичном контуре, независимо от потребности в теплоносителе контурами тёплого пола. Присоединен к узлу с помощью угольника G 1/2"x3/4" (H-B) и накидной гайки G 3/4" (SW 30)
T1	Присоединение подающего трубопровода первичного контура	G 1" (B)
T2	Присоединение обратного трубопровода первичного контура	G 1" (B)
T11	Присоединение подающего трубопровода или коллектора вторичного контура (контура тёплого пола)	Соединение с коллекторным блоком осуществляется с помощью сдвоенного ниппеля VT.0606 G 1" (H). Монтаж производится рожковым ключом VT.AC671 (SW41)
T21	Присоединение обратного трубопровода или коллектора вторичного контура (контура тёплого пола)	Соединение с коллекторным блоком осуществляется с помощью сдвоенного ниппеля VT.0606 G 1" (H). Монтаж производится рожковым ключом VT.AC671 (SW41)

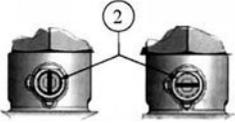
7. СОСТАВ НАСОСНО-СМЕСИТЕЛЬНОГО УЗЛА VT.DUAL

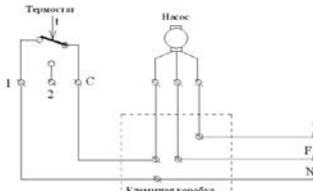


Элементы узлов

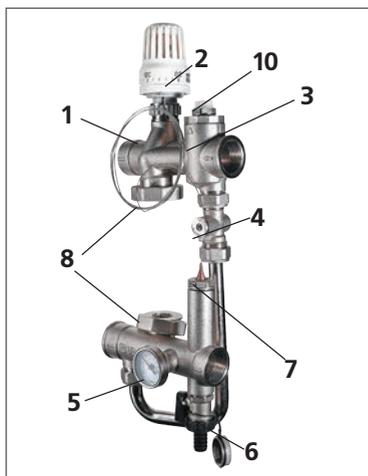


Тепломеханическая схема узла

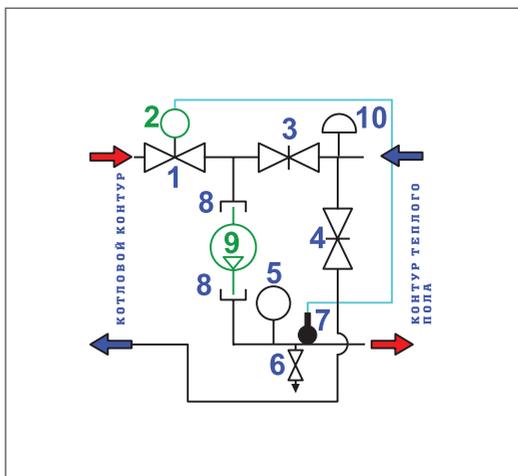
Поз.	Наименование элемента	Функция элемента
1	Шестиходовой блок-соединитель (2 шт.)	Включает в себя шаровый кран, патрубки для присоединения коллекторов, насоса, манометров, термостатов, датчиков и воздухоотводчика
2	Шаровый клапан 	Отключение насоса для обслуживания или замены. Клапаны открываются и закрываются с помощью шестигранного ключа (SW 6) или отвёртки с плоским шлицем
3	Полусгон с накидной гайкой	Присоединение коллекторов G1" (НР)
4	Пробка резьбовая 3/8"	Заглушает резьбовой патрубков, который может использоваться для установки сливного клапана 3/8"
5	Термостат предохранительный, настраиваемый, погружной	Отключает насос в случае превышения настроечного значения температуры теплоносителя
6	Гайка накидная G1 1/2"	Для присоединения насоса
7	Термометр погружной (D-41 мм) с тыльным подключением	Индикация текущего значения температуры теплоносителя на входе в подающий коллектор
8	Насос циркуляционный	Обеспечивает циркуляцию теплоносителя во вторичном контуре (приобретается отдельно). Накидные гайки насоса (G 1 1/2") обслуживаются рожковым или разводным ключом (SW 50)
9	Воздухоотводчик ручной (кран Маевского) 3/8"	Для ручного выпуска воздуха и газов
10	Гильза резьбовая G1/2" для погружного термочувствительного элемента	В гильзу вставляется термочувствительный элемент (поз. 17) регулирующего клапана (поз.15). Гильза имеет винт, с помощью которого фиксируется положение датчика. Гильза обслуживается рожковым или разводным ключом (SW 22). Для фиксирующего винта требуется шестигранный ключ SW 2

Поз.	Наименование элемента	Функция элемента
11	Пробка патрубка для установки погружного термометра G 1/2"	Унифицированный шестиходовой блок (поз. 1) имеет патрубки для установки погружных термометров, которые используются в зависимости от расположения блока (правое, левое, верхнее, нижнее). Неиспользованные патрубки перекрыты пробками
12	Шнур электропитания	Для подключения насоса к электросети 220 В 50 Гц
13	Клеммная коробка	В коробке соединяются электропровода от предохранительного термостата и насоса. <i>Схема подключения:</i> 
14	Хомут крепёжный	Для крепления клеммной коробки к шестиходовому блоку-соединителю
15	Головка термостатическая жидкостная	Регулирует подачу первичного теплоносителя в зависимости от температуры на выходе из смесительного узла. Требуемая температура выставляется вручную
16	Капиллярная импульсная трубка термостатического узла	Связывает между собой жидкостную термоголовку (поз. 15) и её термочувствительный элемент (поз. 17)
17	Термочувствительный элемент термоголовки	Фиксирует мгновенное значение температуры на выходе из смесительного узла с передачей импульса к термоголовке (поз. 15) по капиллярной импульсной трубке (поз. 16)
18	Клапан трёхходовой регулирующий	Регулирует подачу первичного теплоносителя (подмес) за счёт воздействия термоголовки.
19	Ниппель двоянный VT.0606 G 1" (H)	Для присоединения коллектора. <i>Соединение осуществляется с помощью двух рожковых ключей (SW 41)</i>
20	Байпас перепускной	При перекрытии коллекторных контуров перепускает теплоноситель из подающего коллектора к обратному. При выключении насоса обеспечивает циркуляцию теплоносителя в первичном контуре
21	Накидная гайка (с обжимным кольцом) крепления перепускного байпаса G 1/2"	Для крепления перепускного байпаса к трёхходовому клапану
22	Тройник со встроенным балансирующим клапаном	Имеет патрубки G 1"(B-B) для присоединения к первичному контуру и коллектору
23	Клапан балансируочный перепускного контура	Регулирует перепад давления между подающим и обратным коллектором в режиме перекрытия контуров тёплого пола. <i>Для регулировки необходимо снять заглушку (SW 22). Регулировка осуществляется шестигранным ключом (SW 5)</i>

8. СОСТАВ НАСОЧНО-СМЕСИТЕЛЬНОГО УЗЛА VT.VALMIX

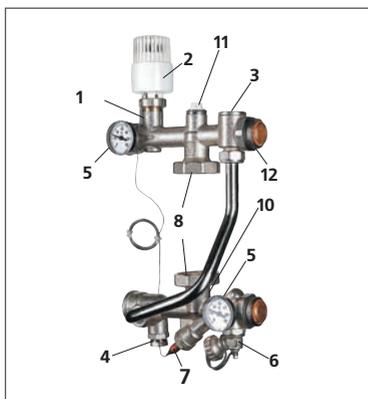


Элементы узла

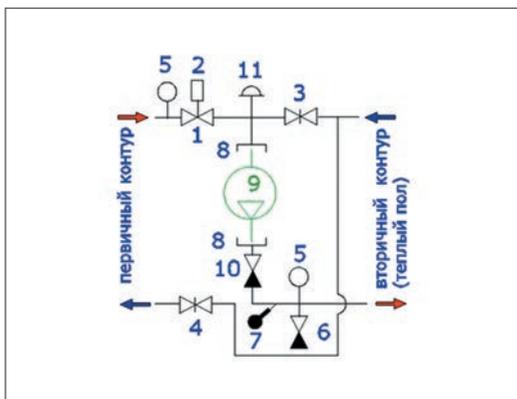


Тепломеханическая схема узла

Поз.	Наименование элемента	Функция элемента
1	Регулирующий клапан	Регулирование потока теплоносителя, поступающего из первичного контура в зависимости от температуры теплоносителя на выходе из смесительного узла
2	Жидкостная термоголовка VT.3011 с выносным погружным термочувствительным элементом	Управление регулирующим клапаном (поз. 1) по температуре смешанного теплоносителя. Требуемая температура устанавливается по шкале термоголовки
3	Балансировочный клапан вторичного контура	Задаёт соотношение между количеством теплоносителя, поступающего из обратной линии вторичного контура и прямой линии первичного контура. От настроечного значения K_{vb} этого клапана и установленного скоростного режима насоса (поз. 9) зависит тепловая мощность смесительного узла
4	Балансировочный клапан первичного контура	Регулирует расход теплоносителя, возвращаемого в первичный контур
5	Термометр погружной с тыльным подключением	Индикация текущего значения температуры смешанного теплоносителя на подаче в тёплый пол
6	Дренажный кран G 1/2" с заглушкой G 3/4"	Осушение и заполнение теплоносителем вторичного контура. К клапану может присоединяться гибкая подводка с накидной гайкой, имеющей резьбу G 3/4"
7	Погружной термочувствительный элемент	Фиксирует текущее значение температуры на выходе из смесительного узла с передачей импульса к термоголовке (поз. 2) по капиллярной импульсной трубке
8	Накидные гайки G 1 1/2"	Для присоединения насоса VT.VRS.25
9	Насос циркуляционный VT.VRS25 длиной 130 мм	Обслуживает вторичный контур (тёплого пола). Насос в комплект поставки узла не входит
10	Ручной воздухоотводчик	Для выпуска воздуха из смесительного узла



Элементы узла



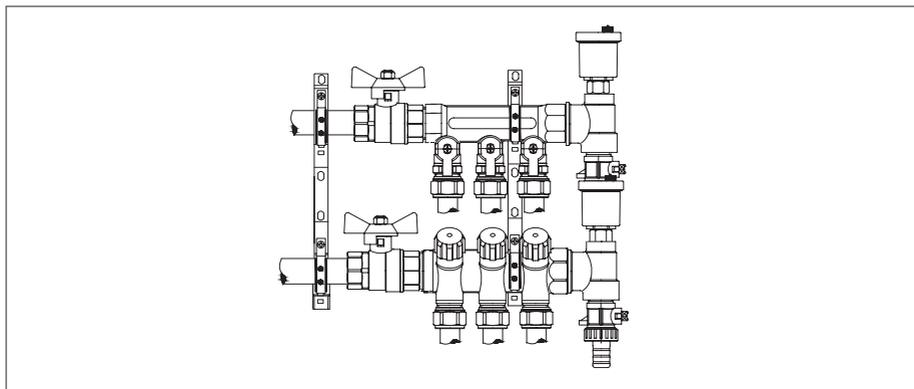
Тепломеханическая схема узла

Поз.	Наименование элемента	Функция элемента
1	Регулирующий клапан	Регулирование потока теплоносителя, поступающего из первичного контура в зависимости от температуры теплоносителя на выходе из смешительного узла
2	Жидкостная термоголовка с выносным погружным термочувствительным элементом	Управление регулирующим клапаном (поз. 1) по температуре смешанного теплоносителя. Требуемая температура устанавливается по шкале термоголовки
3	Балансировочный клапан вторичного контура	Задаёт соотношение между количеством теплоносителя, поступающего из обратной линии вторичного контура и прямой линии первичного контура. От настроечного значения K_{vb} этого клапана и установленного скоростного режима насоса (поз. 9) зависит тепловая мощность смешительного узла
4	Балансировочный клапан первичного контура	Регулирует расход теплоносителя, возвращаемого в первичный контур
5	Термометр погружной с тыльным подключением	Индикация текущего значения температуры, подающегося на узел из системы и теплоносителя на подаче в тёплый пол
6	Дренажный клапан поворотный G1/2" с заглушкой G3/4"	Осушение и заполнение теплоносителем вторичного контура. К клапану может присоединяться гибкая подводяка с накидной гайкой, имеющей резьбу G3/4"
7	Погружной термочувствительный элемент	Фиксирует текущее значение температуры на выходе из смешительного узла с передачей импульса к термоголовке 2 по капиллярной импульсной трубке
8	Накидные гайки G11/2"	Для присоединения насоса VT.VRS.25
9	Насос циркуляционный VT.VRS25 длиной 130 мм	Обслуживает вторичный контур (тёплого пола). Насос в комплект поставки узла не входит
10	Обратный клапан	Предотвращает обратную циркуляцию теплоносителя при выключенном насосе
11	Ручной воздухоотводчик	Удаление воздуха из узла

10. ГОТОВЫЕ КОМПЛЕКТЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ТЁПЛОГО ПОЛА

Комплект «20»

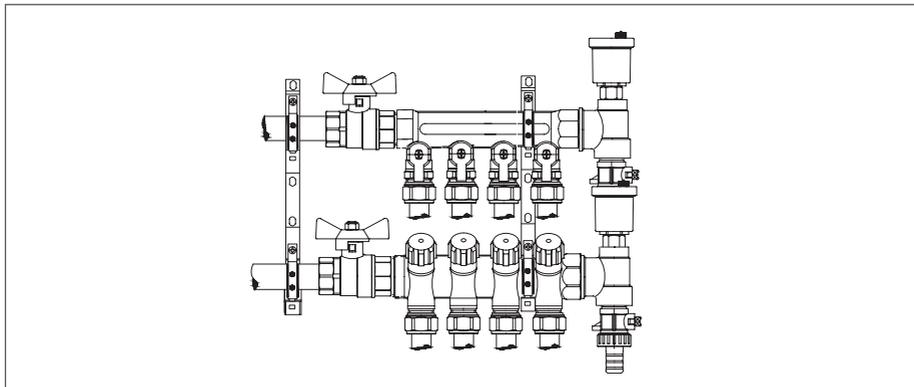
Без насосно-смесительного узла для площади тёплого пола 20 м²



№	Наименование изделий, входящих в комплект	Артикул	Кол-во	Ед. изм.
1	Кран шар. BASE, рукоятка бабочка, 1", вн.-вн.	VT.217.N.06	2	шт.
2	Кран дренажный, 1/2"	VT.430.N.04	2	шт.
3	Воздухоотводчик автоматический, 1/2"	VT.502.NH.04	2	шт.
4	Клапан отсекающий, 1/2"	VT.539.N.04	2	шт.
5	Труба металлопластиковая, PE-Xb/AL/PE-Xb, 16 x 2,0	V1620	150	пог. м
6	Шкаф коллекторный	ШРВ1/ШРН1	1	шт.
7	Пара кронштейнов для коллекторов 1"	VTc.130.N.0600	1	шт.
8	Тройник коллекторный, 1" x 1/2" x 1/2", нар.-вн.-вн.	VTc.530.N.060404	2	шт.
9	Коллектор с регулирующими вентилями, 1" x 3 вых. x 3/4" нар.	VTc.560.NE.060503	1	шт.
10	Коллектор с отсекающими кранами, 1" x 3 вых. x 3/4" нар.	VTc.580.NE.0603	1	шт.
11	Соединитель для металлопластиковой трубы	VT.4420.NE.16	6	шт.
12	Фиксатор поворота пластиковый	FS 16	6	шт.
13	Плита пенополистирольная для теплого пола с покрытием	EasyFix L	40	шт.
14	Лента демпферная	THG000008	50	м

Комплект «40»

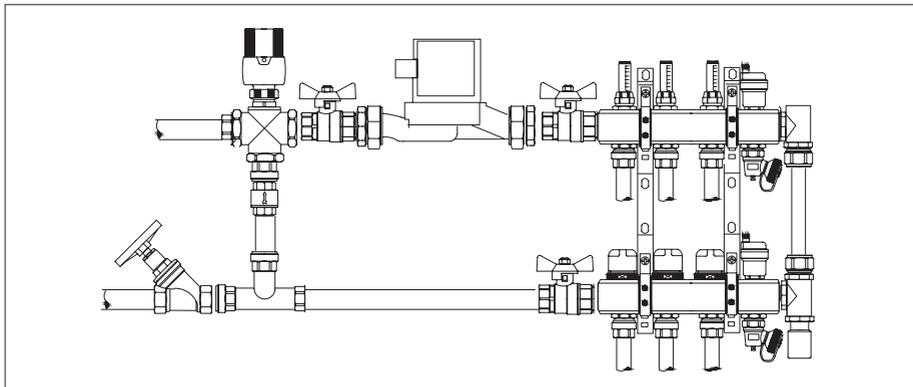
Без насосно-смесительного узла для площади тёплого пола 40 м²



№	Наименование изделий, входящих в комплект	Артикул	Кол-во	Ед. изм.
1	Кран шар. BASE, рукоятка бабочка, 1", вн.-вн.	VT.217.N.06	2	шт.
2	Кран дренажный, 1/2"	VT.430.N.04	2	шт.
3	Воздухоотводчик автоматический, 1/2"	VT.502.NH.04	2	шт.
4	Клапан отсекающий, 1/2"	VT.539.N.04	2	шт.
5	Труба металлопластиковая, PE-Xb/AL/PE-Xb, 16x2,0	V1620	300	пог. м
6	Шкаф коллекторный	ШРВ1/ШРН1	1	шт.
7	Пара кронштейнов для коллекторов 1"	VTc.130.IN.0600	1	шт.
8	Тройник коллекторный, 1" x 1/2" x 1/2", нар.-вн.-вн.	VTc.530.N.060404	2	шт.
9	Коллектор с регулирующими вентилями, 1" x 4 вых. x 3/4" нар.	VTc.560.NE.060504	1	шт.
10	Коллектор с отсекающими кранами, 1" x 4 вых. x 3/4" нар.	VTc.580.NE.0602	2	шт.
11	Соединитель для металлопластиковой трубы	VT.4420.NE.16	8	шт.
12	Фиксатор поворота пластиковый	FS 16	8	шт.
13	Плита пенополистирольная для теплого пола с покрытием	EasyFix L	80	шт.
14	Лента демпферная	THG000008	75	м

Комплект «40-MR01»

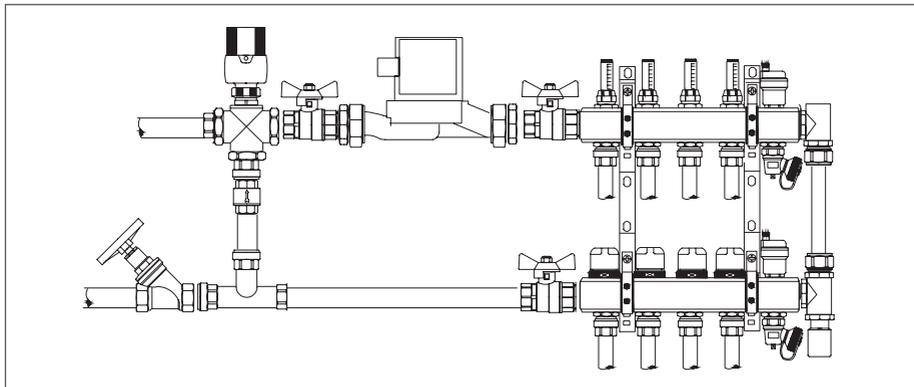
Насосно-смесительный узел на клапане VT.MR01 для площади тёплого пола 40 м²



№	Наименование изделий, входящих в комплект	Артикул	Кол-во	Ед. изм.
1	Кран шар. BASE с полусоном, 1", вн.-нар.	VT.227.N.06	3	шт.
2	Вентиль прямооточный запорно-регулирующий, 1"	VT.052.N.06	1	шт.
3	Труба металлопластиковая PE-Xb/AL/PE-Xb, 16 x 2,0	V1620	300	пог. м
4	Труба металлопластиковая PE-Xb/AL/PE-Xb, 26 x 3,0	V2630	1	пог. м
5	Клапан обратный, 1/2"	VT.151.N.04	1	шт.
6	Соединитель обжимной с переходом на нар. п., 16 x 1/2"	VTm.301.N.001604	1	шт.
7	Соединитель обжимной с переходом на нар. п., 26 x 1"	VTm.301.N.002606	1	шт.
8	Шкаф коллекторный	ШПБ5/ШПН5	1	шт.
9	Соединитель для металлопластиковой трубы PE-Xb/AL/PE-Xb	VT.4420.NE.16	6	шт.
10	Тройник обжимной, 26 x 16 x 26	VTm.331.N.261626	1	шт.
11	Ниппель переходной, 1" x 1/2", нар.-нар.	VTr.580.N.0604	1	шт.
12	Ниппель, 1", нар.-нар.	VTr.582.N.0006	2	шт.
13	Клапан трехходовой смесительный, 1"	VT.MR01.N.0603	1	шт.
14	Коллекторный блок, 1" x 3 вых. евроконус 3/4"	VTc.596.EMNX.0603	1	шт.
15	Насос циркуляционный	VRS.25/4.130	1	шт.
16	Термоголовка с выносным накладным датчиком	VT.5012.0.0	1	шт.
17	Байпас тупиковый, 200 мм	VT.0666.0.0	1	шт.
18	Фиксатор поворота пластиковый	FS 16	6	шт.
19	Плита пенополистирольная для теплого пола с покрытием EasyFix L	EasyFix L	80	шт.
20	Лента демпферная	THG000008	75	м

Комплект «60-MR01»

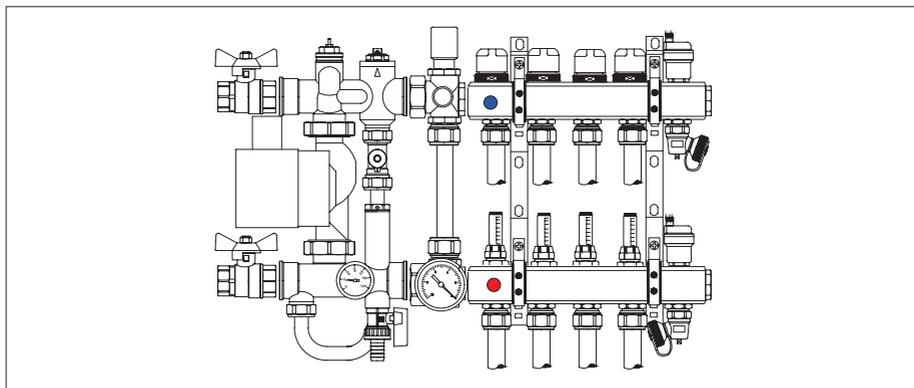
Насосно-смесительный узел на клапане VT.MR01 для площади тёплого пола 60 м²



№	Наименование изделий, входящих в комплект	Артикул	Кол-во	Ед. изм.
1	Кран шар. BASE с полусгоном, 1", вн.-нар.	VT.227.N.06	3	шт.
2	Вентиль прямоотный запорно-регулируочный, 1"	VT.052.N.06	1	шт.
3	Труба металлопластиковая PE-Xb/AL/PE-Xb, 16x2,0	V1620	500	пог.м
4	Труба металлопластиковая PE-Xb/AL/PE-Xb, 26x3,0	V2630	1	пог.м
5	Клапан обратный, 1/2"	VT.151.N.04	1	шт.
6	Соединитель обжимной с переходом на нар. р., 16x1/2"	VTm.301.N.001604	1	шт.
7	Соединитель обжимной с переходом на нар. р., 26x1"	VTm.301.N.002606	1	шт.
8	Шкаф коллекторный	ШПB5/ШПH5	1	шт.
9	Соединитель для металлопластиковой трубы PE-Xb/AL/PE-Xb	VT.4420.NE.16	8	шт.
10	Тройник обжимной, 26x16x26	VTm.331.N.261626	1	шт.
11	Ниппель переходной, 1"x1/2", нар.-нар.	VTTr.580.N.0604	1	шт.
12	Ниппель, 1", нар.-нар.	VTTr.582.N.0006	2	шт.
13	Клапан трехходовой смесительный	VT.MR01.N.0606	1	шт.
14	Коллекторный блок, 1"x4 вых. евроконус 3/4"	VTc.596.EMNX.0604	1	шт.
15	Насос циркуляционный	VRS.25/4.130	1	шт.
16	Термоголовка с выносным накладным датчиком	VT.5012.0.0	1	шт.
17	Байпас тупиковый, 200 мм	VT.0666.0.0	1	шт.
18	Фиксатор поворота пластиковый	FS 16	8	шт.
19	Плита пенополистрольная для теплого пола с покрытием EasyFix L	EasyFix L	120	шт.
20	Лента демпферная	THG000008	100	м

Комплект «60-VALMIX»

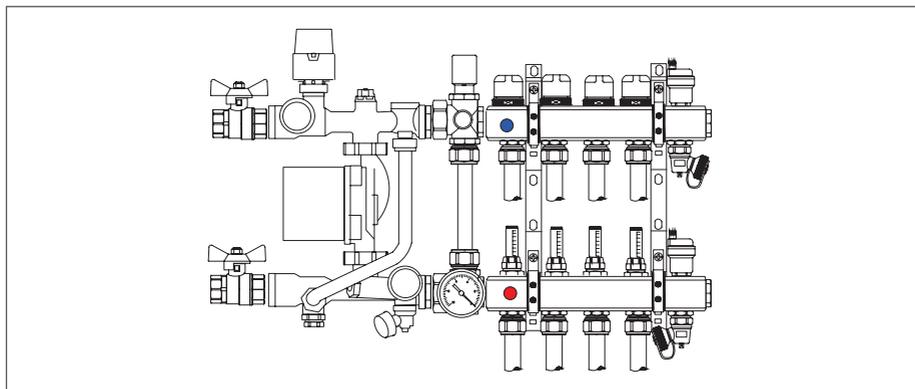
Насосно-смесительный узел VT.Valmix для площади тёплого пола 60 м²



№	Наименование изделий, входящих в комплект	Артикул	Кол-во	Ед. изм.
1	Кран шар. BASE с полусгоном, 1", вн.-нар.	VT.227.N.06	2	шт.
2	Труба металлопластиковая PE-Xb/AL/PE-Xb, 16x2,0	V1620	500	пог. м
3	Соединитель для металлопластиковой трубы PE-Xb/AL/PE-Xb	VT.4420.NE.16	8	шт.
4	Сдвоенный ниппель	VT.0606.0.06	2	шт.
5	Шкаф коллекторный	ШРВЗ/ШРНЗ	1	шт.
6	Насосно-смесительный узел VT. VALMIX	VT.VALMIX.0.130	1	шт.
7	Байпас с перепускным клапаном	VT.0667T	1	шт.
8	Коллекторный блок, 1" x 4 вых. евроконус 3/4"	VTc.596.EMNX.0604	1	шт.
9	Насос циркуляционный	VRS.25/4.130	1	шт.
10	Фиксатор поворота пластиковый	FS 16	8	шт.
11	Плита пенополистирольная для теплого пола с покрытием EasyFix L	EasyFix L	120	шт.
12	Лента демпферная	THG000008	100	м

Комплект «60-TECHNOMIX»

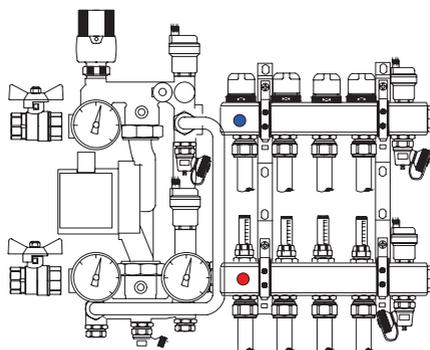
Насосно-смесительный узел VT.Technomix для площади тёплого пола 60 м²



№	Наименование изделий, входящих в комплект	Артикул	Кол-во	Ед. изм.
1	Кран шар. BASE с полусгоном, 1", вн.-нар.	VT.227.N.06	2	шт.
2	Труба металлопластиковая PE-Xb/AL/PE-Xb, 16 x 2,0	V1620	500	пог. м
3	Соединитель для металлопластиковой трубы PE-Xb/AL/PE-Xb	VT.4420.NE.16	8	шт.
4	Шкаф коллекторный	ШРВЗ/ШРНЗ	1	шт.
5	Насосно-смесительный узел VT.TECHNOMIX	VT.TECHNOMIX.0.130	1	шт.
6	Байпас с перепускным клапаном	VT.0667T	1	шт.
7	Коллекторный блок, 1" x 4 вых. евроконус 3/4"	VTc.596.EMNX.0604	1	шт.
8	Насос циркуляционный	VRS.25/4.130	1	шт.
9	Фиксатор поворота пластиковый	FS 16	8	шт.
10	Плита пенополистрольная для теплого пола с покрытием EasyFix L	EasyFix L	120	шт.
11	Лента демпферная	THG000008	100	м

Комплект «60-COMBI»

Насосно-смесительный узел VT.Combi для площади тёплого пола 60 м²



№	Наименование изделий, входящих в комплект	Артикул	Кол-во	Ед. изм.
1	Кран шар. BASE с полусгоном, 1", вн.-нар.	VT.227.N.06	2	шт.
2	Труба металлопластиковая PE-Xb/AL/PE-Xb, 16 x 2,0	V1620	500	пог. м
3	Соединитель для металлопластиковой трубы PE-Xb/AL/PE-Xb	VT.4420.NE.16	8	шт.
4	Шкаф коллекторный	ШРВЗ/ШРНЗ	1	шт.
5	Коллекторный блок, 1" x 4 вых. евроконус 3/4"	VTc.596.EMNX.0604	1	шт.
6	Насосно-смесительный узел VT.COMBI	VT.COMBI.0.180	1	шт.
7	Насос циркуляционный	VRS.25/4.180	1	шт.
8	Фиксатор поворота пластиковый	FS 16	8	шт.
9	Плита пенополистрольная для теплого пола с покрытием EasyFix L	EasyFix L	120	шт.
10	Лента демпферная	THG000008	100	м

Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена, скопирована, сохранена на электронном носителе, размножена или передана в любой форме и любыми средствами, в том числе электронными, механическими или фотокопированием, без письменного разрешения автора/правообладателя.

Любое нарушение прав автора/правообладателя влечёт гражданскую и уголовную ответственность на основе российского и международного законодательства.

ООО «ТИПОГРАФИЯ»

Юридический адрес: 190005, г. Санкт-Петербург,
пр. Троицкий, д. 6, лит. В, пом./эт./пом. 2-Н/2/37
Договор № 25 от 14.10.2020 г.

Тираж: 5000 экз.

Количество страниц: 140

Автор: Поляков В. И.

© Правообладатель: ООО «Веста Регионы»
142104, Московская область, г. о. Подольск,
г. Подольск, ул. Свердлова, д.30, корп. 1
Подписано к печати: 14.10.2025 г.

Все авторские права защищены.

 **VALTEC**[®]

www.valtec.ru