

4. РАБОТА С МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫМИ ТРУБАМИ

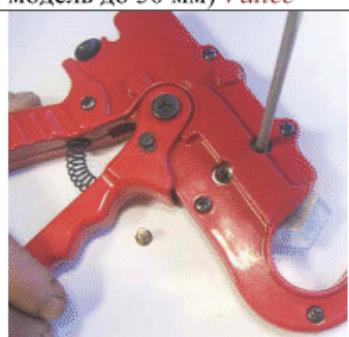
4. Работа с металлополимерными трубами

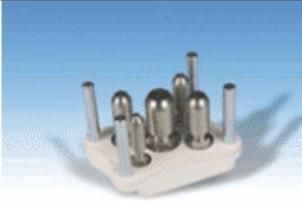
4.1. Инструмент

Сведения об инструменте для работы с МПТ сведены в *таблицу 4.1.т.1.*

Инструмент для работы с МПТ

Таблица 4.1.т.1

Инструмент для разрезания МПТ под прямым углом	
	 Ножницы для МПТ (до 20 мм)
	 Труборез роликовый со встроенным штыревым фаскоснимателем (до 32 мм)
	 Лезвие сменное для гильотинного трубореза <i>Valtec</i>
	Для смены лезвия в гильотинном труборезе <i>Valtec</i> , необходимо совместить головки винтов, крепящих лезвие с отверстиями в корпусе, отвернуть винты, заменить лезвие и закрепить его.

	
Ножовка по металлу	Стусло
<i>При использовании для разрезания МПТ ножовки, применение стусла обязательно. Обработку кромок в этом случае нужно производить с особой тщательностью.</i>	
Инструмент для подготовки торца трубы к соединению	
	
Калибратор ступенчатый штыревой	Калибратор пластиковый
	
Калибратор пластиковый <i>Valtec</i> со встроенными ножами для снятия фаски	Набор металлических калибраторов со встроенными ножами для снятия фаски
	
Фаскосниматель муфтовый	Фаскосниматель штыревой
Инструмент для изгибаания МПТ	
	
Кондуктор пружинный наружный <i>Valtec</i>	Кондуктор пружинный внутренний <i>Valtec</i>



Трубогиб ручной реечный



Трубогиб электрический



Трубогиб гидравлический



Трубогиб ручной рычажный

Трубы диаметром 16 и 20 мм могут изгибаться вручную с использованием наружного или внутреннего пружинных кондукторов. При этом радиус изгиба не должен превышать значений, указанных в таблице.

Минимальные радиусы изгиба металлопластиковых труб

Способ изгиба	Минимальный радиус изгиба, мм, при наружном диаметре труб				
	16мм	20мм	26мм	32мм	40 мм
Вручную	80	100	130	160	-
С использованием трубогиба	45	60	95	125	180

Инструмент для выполнения я обжимных и врезных соединений



Ключи рожковые



Ключ разводной



Ключ трубный рычажный (КТР, «шведки»)

Таблица размеров КТР по ГОСТ 18981

№	0	1	2	3	4	5
L,с м	25	30	40	56,5	71,5	89,5

Таблица размеров ключа (SW) для фитингов VTm300

Dn	16	20	26	32
SW	24	30	37	48

Число оборотов после ручной затяжки

Dn	16	20	26	32
Оборо ты	1	1	3/4	3/4

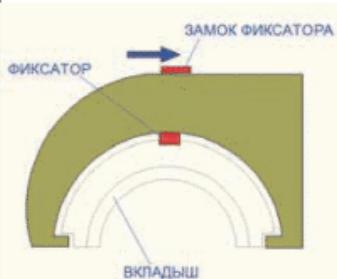
Инструмент для выполнения пресс-соединений



Пресс-клещи радиальные облегченные (16,20 мм)



Вкладыши для облегченных пресс-клещей

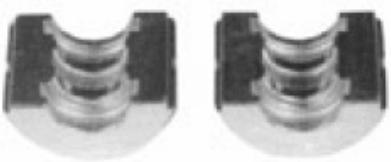


Особенности конструкции: опрессовка производится до полного смыкания рукояток . Не выполнив этого условия, клемы раскрыть невозможно.

Вкладыши вводятся в клемы по направляющим
Вкладыши фиксируются кнопочным фиксатором.



Пресс-клещи радиальные (16,20,26,32) *Valtec*



Вкладыши для пресс-клещей *Valtec*

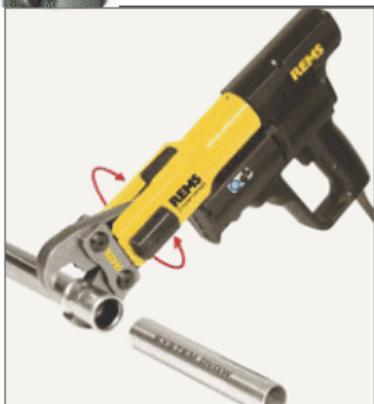


Особенности конструкции: Телескопические рукоятки(1).. Поворотная обойма(2) Замок обоймы (3), кнопочные фиксаторы (4).

Порядок регулировки усилия обжатия.

Вращая обойму, совместить отверстие в ней с головкой регулировочного винта. С помощью шестигранного ключа SW 2,5 мм вывернуть винт наполовину.

Для увеличения усилия обжатия –вращать обойму по часовой стрелке, для уменьшения – против часовой стрелки. Чтобы проверить правильность настройки усилия обжатия, вставьте вкладыши и произвести «холостую» опрессовку, при этом усилие на невыдвинутых рукоятках не должно превышать 10Н, а угол между ручками в момент смыкания «губок» – не более 30°. После завершения регулировки зафиксировать муфту, туго затянув фиксирующий винт.



Электрические пресс-клещи



Аккумуляторные пресс-клещи



Пресс-насадки

Характеристики электроинструмента

<i>Характеристика</i>	<i>Значение</i>
Питание	220 В/50 Гц
Сила тяги привода	32 кН
Сила обжима	100 кН
Мощность	500 Вт
Режим работы (ED)	S3 15%
Габариты	435x230x85
Вес	4,8 кг
Уровень шума	82 дБ

Инструмент для выполнения надвижных соединений



Расширител трубный



Ручной надвижной инструмент



Электрический надвижной инструмент



Аккумуляторный надвижной инструмент

4.2.

Монтаж МПТ

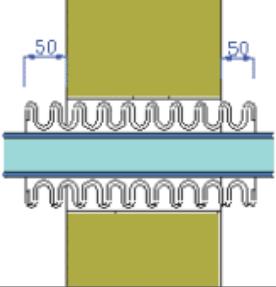
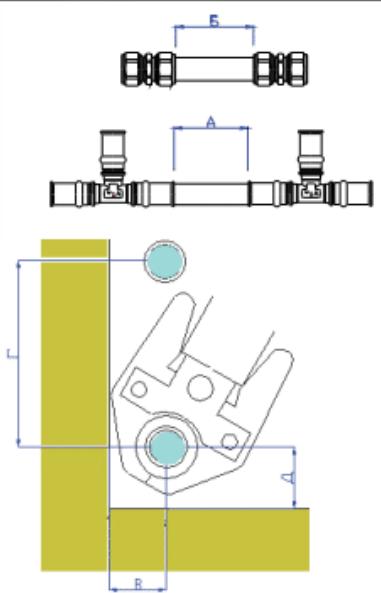
4.2.1. Общие требования к монтажу

При монтаже МПТ следует придерживаться ряда общих правил, изложенных в *таблице 4.2.1.м.1.*

Общие требования к монтажу МПТ

Таблица 4.2.1. м.1

	Монтаж металлополимерных труб должен осуществляться при температуре окружающей среды не ниже 10 °C.
	Не допускаются сплющивания и переломы трубопровода во время монтажа. При «заломе», испорченный участок трубы должен быть удален.
	Бухты труб, хранившиеся или транспортировавшиеся при температуре ниже 0 °C, должны быть перед раскаткой выдержаны в течение 24 часов при температуре не ниже +10 °C.
	Свободные концы труб необходимо закрывать заглушками во избежание попадания грязи и мусора в трубу.
	Металлополимерные трубы следует прокладывать в местах, где отсутствует воздействие прямого солнечного света, в противном случае наружный слой трубы может потрескаться и осыпаться.
	Соединения на обжимных фитингах относятся к разборным, поэтому не допускается их замоноличивание и замуровывание. К каждому такому соединению должен быть обеспечен доступ для технического обслуживания (подтяжки).
	Трубопроводы систем радиаторного отопления, прокладываемые в полах, рекомендуется монтировать в защитном гофрированном пластиковом кожухе или в тепловой изоляции. Эта мера позволит избежать перегрева поверхности пола в местах прокладки труб.

	<p>В местах прохода металлополимерных труб через стены, перегородки и перекрытия, труба должна быть заключена в защитный пластиковый гофрированный кожух.</p>																																				
	<p>Для возможности удобного доступа монтажным инструментом к соединителю и сохранения целостности уже выполненных соединений, рекомендуется соблюдать приведенные в таблице минимальные расстояния между двумя соседними соединителями, а также между осью трубы и поверхностью крепления (стена, пол, потолок). При трубах разного диаметра принимаются данные для более толстой трубы.</p> <p>Минимальные технологические разрывы</p> <table border="1" data-bbox="743 848 1340 1109"> <thead> <tr> <th>Наружный диаметр трубы, мм</th> <th>A, мм</th> <th>Б, мм</th> <th>В, мм</th> <th>Г, мм</th> <th>Д, мм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16</td> <td>120</td> <td>100</td> <td>25</td> <td>55</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>120</td> <td>100</td> <td>25</td> <td>60</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>140</td> <td>120</td> <td>30</td> <td>65</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>140</td> <td>120</td> <td>35</td> <td>80</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>140</td> <td>120</td> <td>40</td> <td>85</td> <td>55</td> </tr> </tbody> </table>	Наружный диаметр трубы, мм	A, мм	Б, мм	В, мм	Г, мм	Д, мм	16	120	100	25	55	40	20	120	100	25	60	45	26	140	120	30	65	50	32	140	120	35	80	50	40	140	120	40	85	55
Наружный диаметр трубы, мм	A, мм	Б, мм	В, мм	Г, мм	Д, мм																																
16	120	100	25	55	40																																
20	120	100	25	60	45																																
26	140	120	30	65	50																																
32	140	120	35	80	50																																
40	140	120	40	85	55																																
	<p>Трубопровод напольного отопления должен заливаться бетонным раствором или закрываться покрытием только после проведения гидравлических испытаний на герметичность. Труба при заливке должна находиться под давлением 3 бара.</p> <p>Минимальная высота заливки раствора над поверхностью трубы должна быть не менее 3 см.</p>																																				

4.2.2. Выполнение соединений

При выполнении соединений МПТ на обжимных и пресс-фитингах следует придерживаться порядка и правил, указанных в *таблице 4.2.2.т.1.*

Порядок выполнения соединений МПТ

Таблица 4.2.2. т.1

Разметка трубы



При помощи рулетки отмеряется необходимая длина трубы и в месте будущего отреза ставится метка фломастером, маркером или карандашом. Не допускается наносить риски острыми предметами, повреждающими верхний слой трубы

Отрезание трубы



При выполнении реза роликовым, сабельным или гильотинным труборезом, труба должна без перекоса опираться на плоскость инструмента, противоположную режущему органу, в этом случае разрез будет произведен строго по плоскости, перпендикулярной оси трубы. В случае, когда инструмент сильно сминает трубу при резке, режущий орган необходимо заточить или заменить.

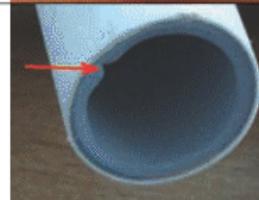


Разрезание металлополимерной трубы ножовкой допускается только с применением стусла.

Проверка качества трубы перед выполнением соединения



Труба на срезе не должна иметь повреждений слоев или их расслоения.



Внутренний слой трубы должен иметь одинаковую толщину по периметру, без «прорезов».

Проверка качества фитингов перед выполнением соединений

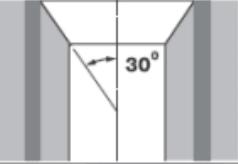
	Детали фитингов не должны иметь механических повреждений, сколов, трещин или задиров.
	Пригодность резьбы проверяется предварительным навинчиванием накидной гайки при снятом «сухаре». Гайка должна навинчиваться на фитинг, полностью скрывая наружную резьбу. Можно проверить резьбу другим способом: при одетом сухаре завинчивать гайку до полного смыкания кольца (это можно наблюдать со стороны штуцера). Если смыкания не происходит – фитинг подлежит замене.
	Резиновые уплотнительные кольца должны плотно (без бугров) располагаться в предназначенных для них канавках.
	На штуцер должна быть одета тefлоновая электроизолирующая шайба
	«Сухарь» обжимного фитинга не должен иметь заусенцев в месте разреза.

Калибровка трубы

	Для того, чтобы металлополимерная труба оделась на штуцер фитинга без значительных усилий, и не нарушила положения эластичных уплотнительных колец штуцера, конец трубы необходимо откалибровать внутренним калибратором. Штырь калибратора соответствующего диаметра вводится в трубу до упора , и производятся 1-2 оборота вокруг оси трубы.
--	---

Снятие внутренней фаски

Фаска снимается для того, чтобы при надевании трубы на штуцер фитинга уплотнительные кольца не потеряли проектное положение. При снятии фаски необходимо трубу держать так, чтобы стружки не попадали внутрь трубы.
--

	На внутреннем слое трубы должна быть снята фаска с размером катета 1,5-2 мм.
	Удобнее всего производить снятие фаски одновременно с калиброванием, используя встроенные в универсальные калибраторы ножи. Труба для этого должна быть надета на штырь калибратора до упора.
	При использовании штыревого фаскоснимателя, его изогнутый нож прислоняется к внутренней кромке трубы, и производятся круговые движения.
Смазка штуцера фитинга	
Для облегчения надевания трубы поверхность штуцера рекомендуется покрыть тонким слоем специальной силиконовой смазки или мыльной воды. Не допускается использовать для этой цели какие-либо другие масла и смазки.	
Выполнение обжимного соединения	
	Обжимное соединение выполняется в следующем порядке: - на подготовленную трубу одевается накидная гайка; - на трубу надевается разрезное обжимное кольцо («сухарь»); - труба надевается на штуцер фитинга так, чтобы уплотнительные кольца не потеряли проектного положения; - накидная гайка завинчивается на резьбу фитинга до упора; - удерживая одним рожковым ключом фитинг, вторым рожковым ключом производится дотягивание накидной гайки до полного смыкания обжимного кольца
Выполнение пресс-соединения	
	Подготовленная труба одевается на штуцер фитинга так, чтобы уплотнительные кольца не потеряли проектного положения. Труба надевается до тех пор, пока она не станет видна в контрольном окошке гильзы. Дальнейшие действия зависят от типа применяемого инструмента.
Запрессовка ручным инструментом Valtec JAW	
	Для установки в инструмент пресс-вкладышей требуемого размера, ручки инструмента надо развести на 180°.

	Обойма открывается при нажатие на рычаг замка.
	При нажатой кнопке фиксатора, вкладыши вставляется в обойму по направляющим, до защелкивания фиксатора.
	Инструмент заводится на фитинг таким образом, чтобы буртик гильзы вошел в соответствующее углубление пресс-насадки.
	После этого обойма закрывается до защелкивания замка и производится первичная опрессовка.
	Ручки инструмента Valtec JAW телескопические, что позволяет опрессовывать соединители , не прилагая больших физических усилий.
	При первичной опрессовке на гильзе появляются два параллельных углубления и характерные «защипы» в местах сопряжения пресс-насадок. Эти «защипы» являются местами потенциально возможных протечек.
	Для выправления «защипов», инструмент поворачивается вокруг оси трубы на 15-90 градусов и опрессовка повторяется. После этого гильза фитинга не должна иметь ярко выраженных «защипов».
	Чтобы снять инструмент с фитинга, ручки инструмента нужно развести на 180 °.

	<p>Качество опрессовки легко проверяется наложением на пресс-соединитель вкладышей. Если зазор между вкладышами не превышает 2 мм (естественная упругая реакция гильзы) – соединение выполнено качественно, если зазор больше – требуется повторить опрессовку.</p>
<p><i>Запрессовка ручным инструментом Henco</i></p>	
	<p>Для установки или замены пресс-вкладышей инструмента Henco необходимо сдвинуть в сторону рукояток рифленый замок фиксатора. Вкладыши вводятся сбоку по направляющим до защелкивания фиксатора.</p>
	<p>Опрессовка производится в описанном выше порядке. Для снятия клещей с фитинга, нужно полностью свести вместе рукоятки. Такая конструкция сделана во избежание неполной опрессовки.</p>
<p><i>Запрессовка электроинструментом REMS</i></p>	
	<p>Для установки пресс-насадки профиля «ТН» на инструмент фирмы REMS нажимается кнопка защелки фиксирующего пальца</p>
	<p>При этом подпружиненный фиксирующий палец выдвигается из гнезда</p>
	<p>Пресс-насадка соответствующего диаметра вставляется в направляющие инструмента до совпадения отверстий под фиксирующий палец</p>

	Пресс-насадка закрепляется на инструменте с помощью фиксирующего пальца
	Нажатием на пусковую кнопку инструмента достигается полное смыкание губок насадки. При полной опрессовке звук работы двигателя меняется (происходит автоматический переход в режим холостого хода)
	Рычаг переключения направления хода поршня переводится в положение реверса. При нажатии кнопки включения, поршень возвращается в исходное положение
Запрессовка электроинструментом Henco(Klauke) и Rothenberger	
	Для установки или замены пресс-насадки пресс-инструмента фирмы Rothenberger или Henco (Klauke) стопорную гайку фиксирующего пальца нужно нажать и немного повернуть против часовой стрелки
	При этом подпружиненный фиксирующий палец выдвигается
	Установив пресс-насадку, следует нажать на фиксирующий палец и повернуть стопорную гайку по часовой стрелке
<p>ВНИМАНИЕ! Электроинструмент для опрессовки рассчитан на повторно-кратковременный режим работы (S3 -15%). Это значит, что после 2 минут непрерывной работы, инструменту необходимо оставаться в течении 8 минут. Несоблюдение этого условия приводит к резкой потере мощности, из-за чего снижается сила обжатия.</p>	

4.2.2. Типичные ошибки при выполнении соединений МПТ

4.2.3.

В *таблице 4.2.3.т.1* приведен ряд типичных ошибок, допускаемых при выполнении соединений МПТ.

Ошибки при выполнении соединений МПТ

Таблица 4.2.3.т.1

	<p>Нижняя обжимная гайка не докручена. Об этом свидетельствует отсутствие на нижней трубе радиальных углублений от «сухаря». Верхнее соединение было выполнено качественно (следы «сухаря» отпечатаны явно).</p>
	<p>Пресс-насадка была неправильно надета на фитинг, что привело к порче гильзы, фиксирующей пластиковой обоймы и негерметичному соединению</p>
	<p>При надевании трубы на штуцер уплотнительное кольцо потеряло проектное положение, в результате чего образовалась протечка. Фаска с трубы была не снята.</p>
	<p>Не выдержан монтажный разрыв между соседними соединителями. При таком исполнении, запрессовка одного из соединителей нарушает герметичность ранее выполненного соединения.</p>
	<p>Изгиб трубы произведен сразу от фитинга, с использованием соединителя, как опоры. Не выдержано расстояние до начала изгиба. В результате произошло нарушение выполненного пресс-соединения (зазор между пресс-вкладышами составляет 5,5мм вместо допустимых 2 мм).</p>

	<p>Запрессовка произведенная насадкой неподходящего профиля («U» вместо «TH»). Вторичная запрессовка для ликвидации «защипа» не производилась. В результате все соединения оказались негерметичны.</p>
	<p>Накидная гайка накручена с применением льна. Это приводит к тому, что гайка не может обеспечить смыкание обжимного кольца (сухаря). Использование уплотнительного материала в данном случае недопустимо и не нужно, т.к. транспортируемая жидкость под гайку не поступает.</p>
	<p>Некачественная запрессовка фитинга (зазор между пресс-вкладышами составляет 4 мм, вместо допустимых 2 мм). Ошибка вызвана несоблюдением режима работы электроинструмента. Его перегрев привел к ослаблению усилия обжатия.</p>

4.2.4. Компенсация температурных удлинений и расстановка опор

Коэффициент линейного расширения труб *Valtec* составляет $\alpha = 0,000026 \text{ } 1/\text{°C}$. Это значит, что каждые 10м трубы при повышении температуры на 10 °C удлиняются на 2,6мм .

Величину температурного удлинения (укорочения) участка трубы *Valtec* можно определить по формуле:

$$\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T = 26 \times L \times \Delta T / 1000000 \text{ (мм); (4.2.4.ф.1)}$$

где:

ΔL – величина изменения длины трубы в мм;

L – длина участка трубы в мм;

ΔT – разница между минимальной и максимальной температурой стенки трубы.

В качестве максимальной температуры принимается $T_{\text{авар}}$ из таблицы 26 ГОСТ

Р 52134-2003 . Минимальной рекомендуется принимать температуру холодной водопроводной воды в зимний период (+5°C). (см. таблицу 4.2.4.т.1)

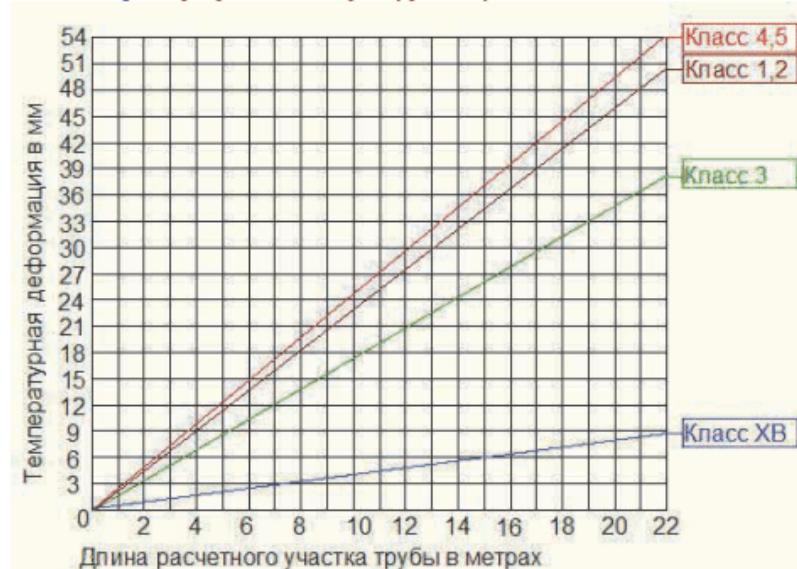
Значения ΔT по классам эксплуатации и упрощенные формулы расчета температурной деформации

Таблица 4.2.4.т.1

Класс эксплуатации	Вид системы	ΔT	Формула расчета деформации (мм) (L – в метрах)
1	Горячее водоснабжение (60 °C)	90	2,34L
2	Горячее водоснабжение (70 °C)	90	2,34L
3	Низкотемпературное напольное отопление	60	1,56L
4	Высокотемпературное напольное отопление. Низкотемпературное радиаторное отопление.	95	2,47L
5	Высокотемпературное радиаторное отопление	95	2,47L
XВ	Холодное водоснабжение	15	0,39L

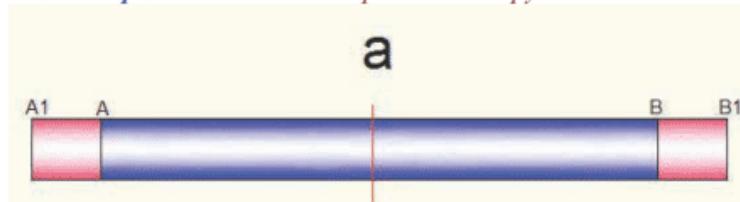
Величину температурного удлинения можно определять по графику (рис.4.2.4.р.1)

Рис.4.2.4.р.1 График температурного удлинения



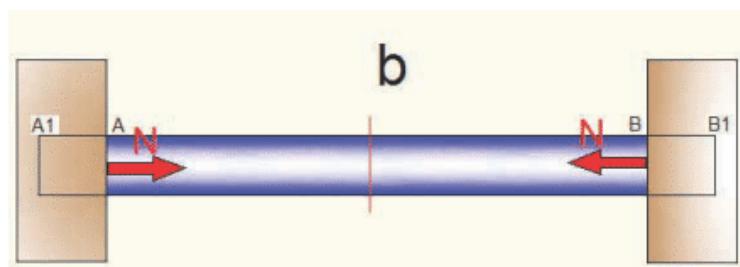
При нагревании незакрепленного отрезка трубы, его концы перемещаются на одинаковое расстояние относительно геометрического центра отрезка (рис.4.2.4.р.2). То есть $AA_1=BB_1=\Delta L/2$. В центре отрезка образуется *мнимая неподвижная опора*, положение которой не меняется при удлинении трубы.

Рис.4.2.4.р.2 Удлинение незакрепленной трубы



Если продольные перемещения концов отрезка ограничены жесткими (неподвижными) опорами (рис.4.2.4.р.3), то деформация температурного передается на сам отрезок: он испытывает осевое сжатие с силой N , приводящей к его мнимой деформации ΔL .

Рис.4.2.4.р.3 Возникновение усилий в трубе при ограничении перемещений



Относительная величина этой мнимой деформации:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (4.2.4.\phi.2)$$

По формуле Гука, можно определить напряжение, возникающее в стенках трубы под воздействием сжимающей силы:

$$\sigma = \varepsilon E \quad (4.2.4.\phi.3)$$

где: E – модуль упругости материала стенки. Для труб *Valtec* $E=900$ МПа.

Подставив в формулу (4.2.4.ф.3) выражение ΔL как функцию от коэффициента температурного расширения (4.2.4.ф.1), получим следующую зависимость:

$$\sigma = \frac{E\Delta L}{L} = \frac{E\alpha L\Delta T}{L} = E\alpha\Delta T \quad (4.2.4.\phi.4)$$

Из полученной формулы следует, что напряжение, возникающее в стенке, защемленной с двух концов трубы, при температурном воздействии не зависит от длины трубы. Также, не зависит от длины трубы и продольная сжимающая сила:

$$N=\sigma F, \quad (4.2.4.\phi.5)$$

где

F – площадь поперечного сечения стенки трубы (см. таблицу 4.2.4.т.2).

Геометрические характеристики труб Valtec

Таблица 4.2.4.т.2

Размер трубы	F , Площадь сечения стенки, мм^2	W , момент сопротивления сечения, мм^3	I , Момент инерции сечения, мм^4	Вес 1 м.п. с водой, г
16x2,0	88	275	2198	228
20x2,0	113	463	4635	371
26x3,0	217	1121	14570	614
32x3,0	273	1814	29025	901
40x3,5	401	3371	67416	1285

При ограничении участка трубы двумя неподвижными опорами без мероприятий по компенсации температурных деформаций, возникают дополнительные напряжения, которые можно интерпретировать, как прирост давления транспортируемой среды (см. таблицу 4.2.4.т.3).

Дополнительные напряжения, продольные усилия и соответствующий им прирост внутреннего давления для труб Valtec при отсутствии температурной компенсации

Таблица 4.2.4.т.3

Размер трубы	Напряжения (МПа)/ Продольные усилия (Н) для классов эксплуатации/ Эквивалентный прирост внутреннего давления (бар)					
	1	2	3	4	5	XB
16x2,0	<u>2,106</u>	<u>2,106</u>	<u>1,404</u>	<u>2,223</u>	<u>2,223</u>	<u>0,351</u>
	<u>185</u>	<u>185</u>	<u>123</u>	<u>195</u>	<u>195</u>	<u>31</u>
	<u>6,0</u>	<u>6,0</u>	<u>4,0</u>	<u>6,35</u>	<u>6,35</u>	<u>1,0</u>
20x2,0	<u>2,106</u>	<u>2,106</u>	<u>1,404</u>	<u>2,223</u>	<u>2,223</u>	<u>0,351</u>
	<u>238</u>	<u>238</u>	<u>159</u>	<u>251</u>	<u>251</u>	<u>40</u>
	<u>4,7</u>	<u>4,7</u>	<u>3,1</u>	<u>4,9</u>	<u>4,9</u>	<u>0,78</u>
26x3,0	<u>2,106</u>	<u>2,106</u>	<u>1,404</u>	<u>2,223</u>	<u>2,223</u>	<u>0,351</u>
	<u>456</u>	<u>456</u>	<u>304</u>	<u>482</u>	<u>482</u>	<u>76</u>
	<u>5,5</u>	<u>5,5</u>	<u>3,7</u>	<u>5,8</u>	<u>5,8</u>	<u>0,92</u>
32x3,0	<u>2,106</u>	<u>2,106</u>	<u>1,404</u>	<u>2,223</u>	<u>2,223</u>	<u>0,351</u>
	<u>575</u>	<u>575</u>	<u>384</u>	<u>607</u>	<u>607</u>	<u>96</u>
	<u>4,4</u>	<u>4,4</u>	<u>2,9</u>	<u>4,6</u>	<u>4,6</u>	<u>0,73</u>
40x3,5	<u>2,106</u>	<u>2,106</u>	<u>1,404</u>	<u>2,223</u>	<u>2,223</u>	<u>0,351</u>
	<u>844</u>	<u>844</u>	<u>563</u>	<u>892</u>	<u>892</u>	<u>141</u>
	<u>4,0</u>	<u>4,0</u>	<u>2,7</u>	<u>4,3</u>	<u>4,3</u>	<u>0,67</u>

Чтобы оценить результаты воздействия дополнительных температурных напряжений на эксплуатационные качества МПТ, достаточно прибавить дополнительные напряжения из таблицы 4.2.4.т.3 к расчетным начальным напряжениям по таблице 2.5.6.т.5., и затем оценить срок службы трубы при изменившихся значениях начального напряжения. При такой оценке выясняется, что, например, *для трубы МПТ 16x2 при первом классе эксплуатации и несоблюдении мероприятий по компенсации температурных деформаций, срок службы снижается с 50 до 9 лет, а для этой же трубы при 5 классе эксплуатации – с 50 до 1,7 года.*

Основным критерием при разработке мероприятий по компенсации температурных деформаций служит правило: *дополнительные напряжения в стенке трубы, возникающие при температурных деформациях, не должны превышать 25 % расчетных напряжений, используемых в прочностных расчетах* (см. таблицу 4.2.4.т.4).

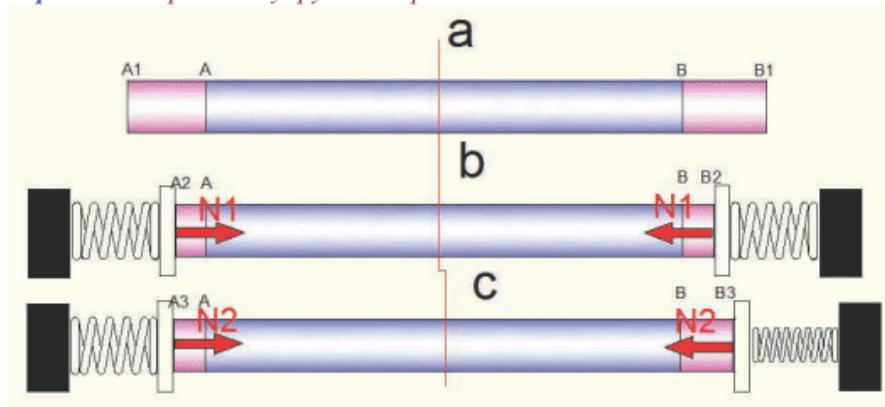
Допустимые напряжения от температурных деформаций трубы Valtec

Таблица 4.2.4.т.4

Класс эксплуатации	1	2	3	4	5	XB
Расчетное напряжение, МПа	6,52	5,87	7,83	6,74	5,62	9,27
Предельное дополнительное напряжение от температурных деформаций, МПа	1,63	1,47	1,96	1,69	1,41	2,32

Если концы трубного отрезка закрепить не в жестких опорах, а в упругих (*рис.4.2.4.p.4-b*), то картина температурных деформаций и напряжений несколько изменится.

Рис.4.2.4.p.4 Схема работы упругих опор.



При незакрепленных концах трубы удлинится на длину:

$$(AA_1)+(BB_1)=\Delta L=\alpha \Delta T L \quad (4.2.4.\phi.6)$$

При одинаковой жесткости пружин (*рис.4.2.4.p.4-b*) труба окажется под воздействием сжимающих сил N_1 :

$$N_1=k(AA_2+BB_2)=k\Delta L_1, \quad (4.2.4.\phi.7)$$

где k – жесткость пружины, показывающая какую силу реакции оказывает пружина на трубу (в Ньютонах) при смещении на единицу длины (мм).

В результате действия сил N_1 деформация трубы составит:

$$\Delta l_2 = \Delta L - \Delta L_1 = \frac{N_1 L}{EF} = \frac{\Delta L_1 k L}{EF} \quad (4.2.4.\phi.8),$$

откуда фактическое удлинение трубы будет:

$$\Delta L_1 = \frac{\alpha L \Delta T}{\left(1 + \frac{k L}{EF}\right)} \quad (4.2.4.\phi.9),$$

а удлинение каждого конца трубы составит:

$$\Delta L_{11} = \Delta L_{12} = 0,5 \Delta L_1 \quad (4.2.4.\phi.10).$$

Положение геометрического центра трубы при одинаковой жесткости пружин не изменилось, т.е. в центре трубы имеется *минимая неподвижная опора* с нулевыми перемещениями.

Если принять жесткость пружин разную (*рис.4.2.4.p.4-c*), то формула общего удлинения трубы примет вид:

$$\Delta L_1 = \frac{\alpha L \Delta T}{\left(1 + \frac{(k_1 + k_2)L}{EF}\right)} \quad (4.2.4.\phi.11), \text{ где}$$

k_1 и k_2 – жесткости соответственно правого и левого конца трубы, а удлинение каждого из концов трубы составит:

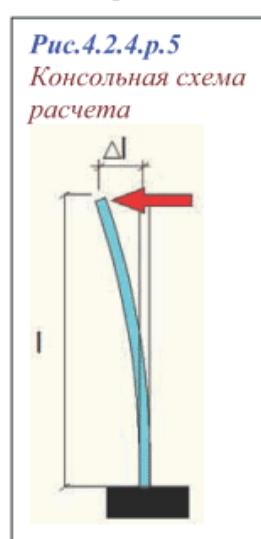
$$\Delta L_{11} = \frac{\alpha L \Delta T}{\left(1 + \frac{(k_1 + k_2)L}{EF}\right)} \left(\frac{k_2}{k_1 + k_2} \right); \quad (4.2.4.\phi.12)$$

$$\Delta L_{12} = \frac{\alpha L \Delta T}{\left(1 + \frac{(k_1 + k_2)L}{EF}\right)} \left(\frac{k_1}{k_1 + k_2} \right). \quad (4.2.4.\phi.13)$$

Положение геометрического центра трубы смещается в сторону опоры с меньшей жесткостью. На отрезке трубы нет точек, положение которых не изменилось бы в процессе деформации (мнимой жесткой опоры нет).

Любой угол поворота на трубе или тройниковое ответвление тоже представляет из себя упругую опору, которую в расчетах можно принять за консольно-закрепленный стержень (*рис.4.2.4.р.5*).

Из курса сопротивления материалов известна формула для определения деформации такого стержня:



$$\Delta l = \frac{Nl^3}{3EI} \quad (4.2.4.\phi.14)$$

Если сравнить эту формулу с выражением для деформации пружины:

$$\Delta l = \frac{N}{k}, \quad (4.2.4.\phi.15)$$

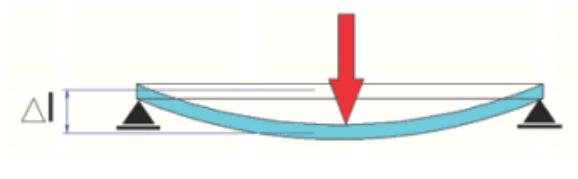
то очевидно, что для стержня значение

$$G = \frac{3EI}{l^3} \quad (4.2.4.\phi.16)$$

является, по сути, такой же «жесткостью», то есть показывает, какую силу надо приложить в Ньютонах, чтобы получить смещение конца стержня на 1 мм. Но поскольку в этом случае речь идет не о сжатии, а об изгибе, этот показатель называется коэффициентом упругой реакции (G).

При расчетах сквозного трубопровода тройниковых узлов на деформацию от воздействия трубопровода на ответвление используется балочная схема расчета (см.*рис.4.2.4.р.6*).

Рис.4.2.4.р.6 Балочная схема расчета



В этом случае коэффициент упругой реакции находится по формуле:

$$G = \frac{48EI}{l^3} \quad (4.2.4.\phi.17)$$

При расчетах на температурные деформации следует проверять соединители, на возникающие в трубопроводе изгибающие усилия.

Предельные изгибающие моменты, воспринимаемые фитингами должны быть на 10% меньше, чем предельный изгибающий момент для трубы такого же диаметра.

Зная допустимое дополнительное напряжение в стенке трубы от температурных деформаций (*таблица 4.2.4.т.4*) и момент сопротивления поперечного сечения трубы (*таблица 4.2.4.т.2*) можно определить предельно допустимый изгибающий момент, возникающий при температурных деформациях (*Таблица 4.2.4.т.5*) по формуле:

$$M_{\delta} = W_{\delta} \sigma_{\delta}$$

Значения предельно допустимых изгибающих моментов от температурных деформаций для труб и фитингов Valtec

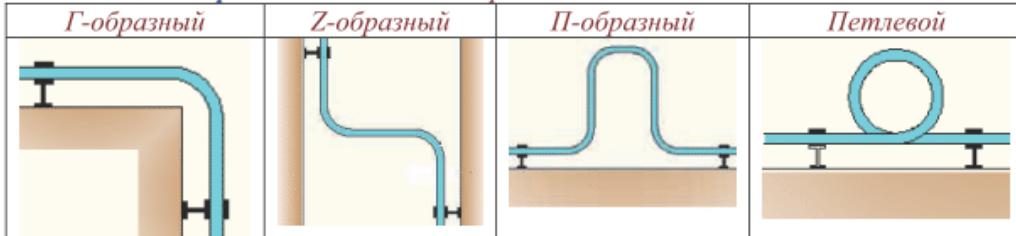
Таблица 4.2.4.т.5

Класс эксплуатации	1	2	3	4	5	XВ
Предельный изгибающий момент для труб, Нмм						
-16x2,0	440	404	539	465	388	638
-20x2,0	755	681	907	782	653	1074
-26x3,0	1827	1648	2197	1894	1581	2601
-32x3,0	2957	2667	3555	3066	2558	4208
-40x3,5	5495	4955	6607	5697	4753	7821
Предельный изгибающий момент для фитинговых соединений, Нмм						
-16x2,0	396	364	485	419	349	574
-20x2,0	680	613	816	704	588	967
-26x3,0	1644	1483	1977	1705	1423	2341
-32x3,0	2661	2400	3200	2759	2302	3787
-40x3,5	4946	4560	5946	5127	4278	7039

Пример расчета условного внутридомового стояка из МПТ (без промежуточных неподвижных опор) на температурные деформации приведен в *приложении 18*.

Для компенсации температурных деформаций при проектировании трубопроводных систем используются различные виды компенсаторов (*рис. 4.2.4.р.7*)

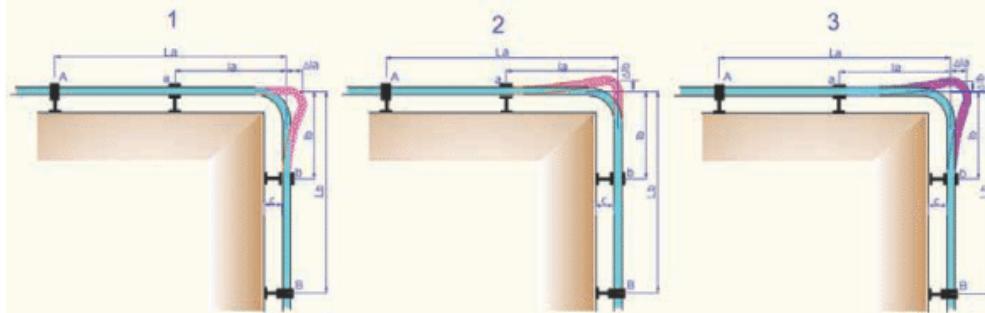
Рис.4.2.4.р.7 Типы компенсаторов для МПТ



Корректная работа этих компенсаторов возможна только при правильной установке соседних подвижных опор и соблюдения расчетных радиусов и длин компенсирующих участков.

Расчет Г-образного компенсатора (рис.4.2.4.p.8)

Рис.4.2.4.p.8 Г-образный компенсатор



1. Для определения минимального расстояния до подвижной опоры *b*, считаем, что температурное удлинение трубы происходит только на участке *L_a*, а плечо *l_b* является гибкой опорой (*рис.4.2.4.p.8-1*).

$$\Delta l_a = \alpha \Delta T L_a = \frac{N l_b^3}{3EI} = \frac{\sigma_\delta W l_b^2}{3EI}, \quad (4.2.4.\phi.18)$$

учитывая, что $\frac{I}{W} = \frac{D}{2}$, получаем формулу плеча компенсатора:

$$l_b = \sqrt{\frac{3ED\Delta l_a}{2\sigma_\delta}} = 36,74 \sqrt{\frac{D\Delta l_a}{\sigma_\delta}}, \quad (4.2.4.\phi.19)$$

где σ_δ – допустимое напряжение в стенке трубы, МПа.

2. Аналогично, для опоры *a* считаем, что удлинение происходит только на участке *L_b* (*рис.4.2.4.p.8-2*). Минимальное расстояние до опоры *a* вычисляется по формуле:

$$l_a = \sqrt{\frac{3ED\Delta l_b}{2\sigma_\delta}} = 36,74 \sqrt{\frac{D\Delta l_b}{\sigma_\delta}} \quad (4.2.4.\phi.20)$$

3. Фактическая деформация компенсатора будет равна векторной сумме смещений Δl_a и Δl_b (*рис.4.2.4.p.8-3*).

Для расчета плеча компенсатора можно пользоваться *таблицей 4.2.4.m.6* или графиками на *рис.4.2.4.p.9*.

Формулы расчета плеча Г-образного компенсатора

Таблица 4.2.4.m.6

	Формулы плеча компенсатора (мм) для класса эксплуатации					
	1	2	3	4	5	XB
По удлинению (мм) и диаметру(мм)	$28,8\sqrt{D\Delta l}$	$30,3\sqrt{D\Delta l}$	$26,2\sqrt{D\Delta l}$	$28,3\sqrt{D\Delta l}$	$30,9\sqrt{D\Delta l}$	$24,1\sqrt{D\Delta l}$
По удлинению (мм) и диаметру (мм) при уголковом фитинге	$30,3\sqrt{D\Delta l}$	$31,9\sqrt{D\Delta l}$	$27,7\sqrt{D\Delta l}$	$29,8\sqrt{D\Delta l}$	$32,6\sqrt{D\Delta l}$	$25,4\sqrt{D\Delta l}$
По расчетной длине (мм) и диаметру(мм) при уголковом фитинге	$1,39\sqrt{DL}$	$1,47\sqrt{DL}$	$1,04\sqrt{DL}$	$1,40\sqrt{DL}$	$1,54\sqrt{DL}$	$0,48\sqrt{DL}$
	$1,47\sqrt{DL}$	$1,55\sqrt{DL}$	$1,09\sqrt{DL}$	$1,48\sqrt{DL}$	$1,62\sqrt{DL}$	$0,5\sqrt{DL}$

Рис.4.2.4.p.9 Графики для определения плеча Г-образного компенсатора

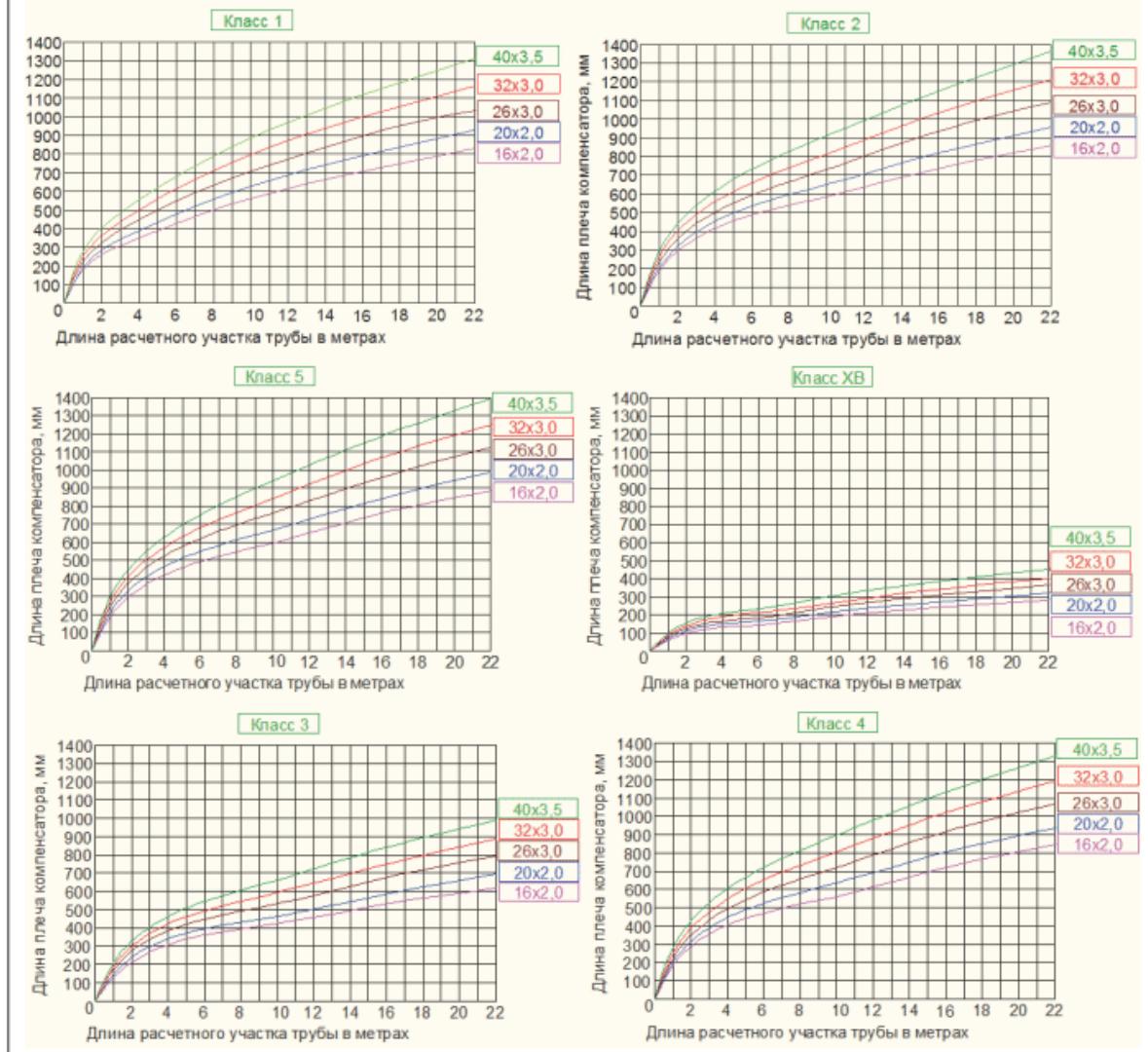
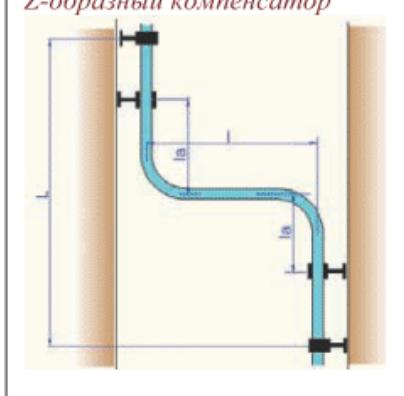


Рис.4.2.4.p.10
Z-образный компенсатор



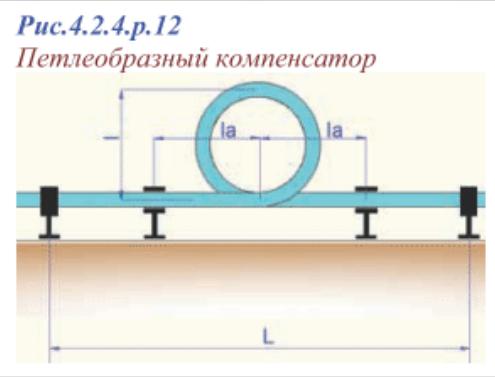
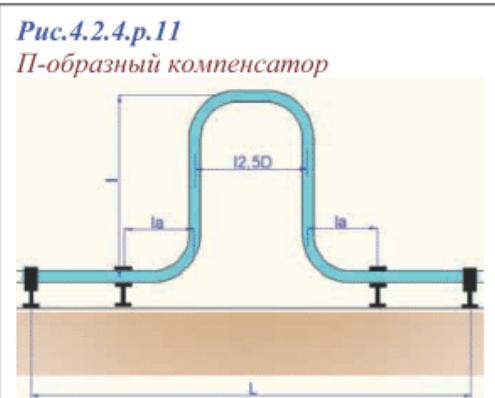
Для Z-образного компенсатора плечом , компенсирующим удлинение участка L будет являться горизонтальный участок l , длина которого может определяться по формулам для углового компенсатора.
Определив l , можно рассчитать минимально допустимое расстояние до подвижных опор l_a , которые должны компенсировать удлинение участка l ($\Delta l/2$).

$$l_a = 36,74 \sqrt{\frac{D\Delta l}{2\sigma_d}} = 26 \sqrt{\frac{D\Delta l}{\sigma_d}} \quad (4.2.4.\phi.21)$$

То есть:

$$l_a = 0,71 \cdot l \quad (4.2.4.\phi.22)$$

Расчет П-образного компенсатора (рис.4.2.4.p.11) и петлеобразного компенсатора (рис.4.2.4.p.12)



Для *П-образного и петлеобразного компенсаторов* плечом , компенсирующим удлинение участка *L*, будет являться участок *l_a*, длина которого может определяться по формулам для углового компенсатора с коэффициентом **0,71**, поскольку смещение каждого плеча составляет $\Delta l/2$. Расстояние между плечами П-образного компенсатора по технологическим соображениям принимается не менее **12,5 D**.

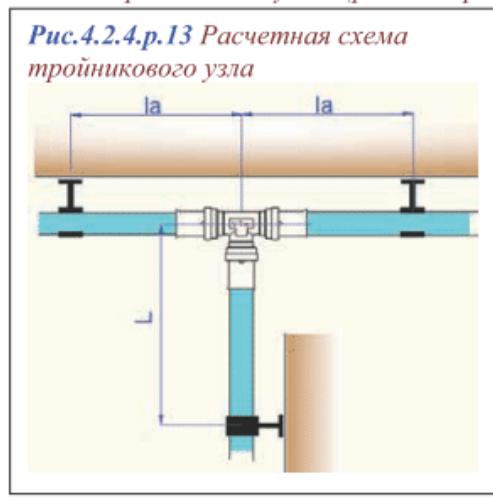
Минимальное расстояние до подвижных опор определяется из условия компенсации удлинения плеча *l_a*. То есть:

$$l_a = 26 \sqrt{\frac{D\Delta l}{2\sigma_d}} = 18,4 \sqrt{\frac{D\Delta l}{\sigma_d}} \quad (4.2.4.\phi.23)$$

или : $l_a = 0,71 \cdot l \quad (4.2.4.\phi.24)$

Для всех перечисленных выше компенсаторов радиус изгиба труб не должен быть меньше **5D**. Для петлеобразного компенсатора диаметр петли не должен приниматься менее **10D**.

Расчет тройниковых узлов (рис.4.2.4.p.13).



Для тройниковых узлов минимальное расстояние до подвижных опор транзитного участка определяется исходя из условия не превышения максимально допустимого изгибающего момента на тройниковый соединитель от удлинения участка *L*.

$$\Delta l = \frac{N(2l_a)^3}{48EI} = \frac{Nl_a^3}{6EI} = \frac{Ml_a^2}{6EI} = \frac{\sigma_d W l_a^2}{6EI} = \frac{\sigma_d l_a^2}{3ED} \quad (4.2.4.\phi.25)$$

, откуда;

$$l_a = 1,73 \sqrt{\frac{ED\Delta l}{\sigma_d}} = 51,9 \sqrt{\frac{D\Delta l}{\sigma_d}} \quad (4.2.4.\phi.26)$$

Для расчета l_a тройникового узла можно пользоваться формулами *таблицы 4.2.4.м.7*.

Формула для расчета тройниковых узлов

Таблица 4.2.4.м.7

	Формулы l_a (мм) для класса эксплуатации					
	1	2	3	4	5	XB
По удлинению (мм) и диаметру (мм)	$42,9\sqrt{D\Delta l}$	$45,1\sqrt{D\Delta l}$	$39,1\sqrt{D\Delta l}$	$42,1\sqrt{D\Delta l}$	$46,1\sqrt{D\Delta l}$	$35,9\sqrt{D\Delta l}$
По расчетной длине (мм) и диаметру (мм)	$2,07\sqrt{DL}$	$2,18\sqrt{DL}$	$1,54\sqrt{DL}$	$2,09\sqrt{DL}$	$2,29\sqrt{DL}$	$0,71\sqrt{DL}$

Допускается создавать неподвижную опору непосредственно на тройниковом соединителе.

Расстановка подвижных опор на горизонтальных участках трубопроводов определяется из условия, чтобы прогиб заполненного трубопровода под действием собственного веса не превышал 1/100 пролета между опорами.

$$\Delta l = \frac{5ql^4}{384EI} = \frac{l}{100}, \quad (4.2.4.\phi.27)$$

откуда выражение для расстояния между опорами примет вид:

$$l = 41\sqrt{\frac{I}{q}}, \quad (4.2.4.\phi.28)$$

где I -момент инерции сечения трубы (мм^4); q –вес трубы с водой ($\text{кг}/\text{м}$).

При вертикальной прокладке расстояние между креплениями допускается увеличивать в 2 раза.

Максимально допустимые расстояния между подвижными опорами металлопластиковых трубопроводов *Valtec* можно принимать по таблице *таблица 4.2.4.м.7*.

Максимальные шаг подвижных опор

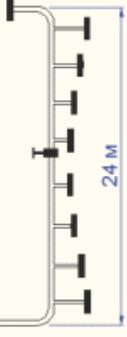
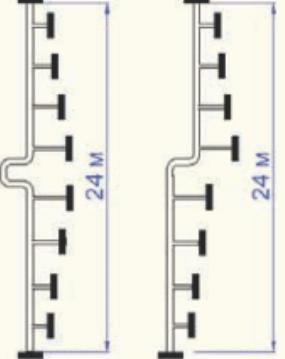
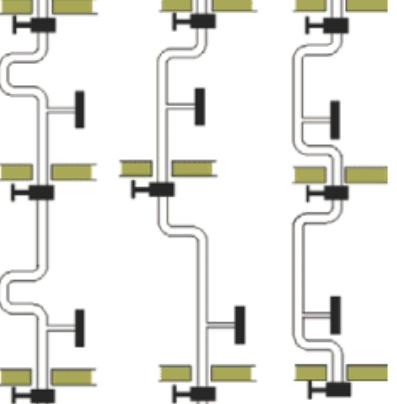
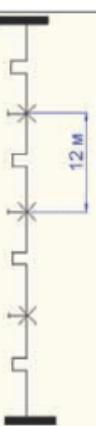
Таблица 4.2.4.м.7

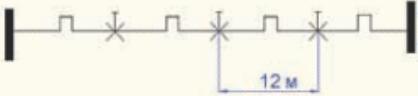
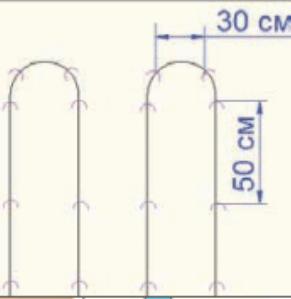
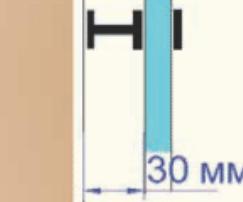
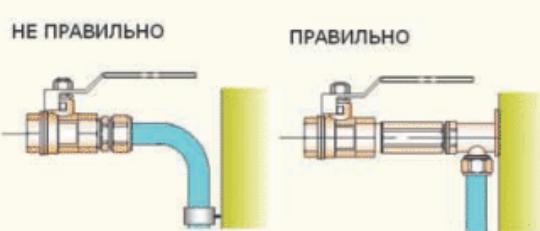
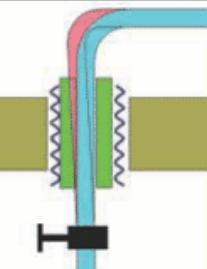
Размеры трубы	Расстояния в мм при прокладке:	
	горизонтальной	вертикальной
16x2,0	880	1760
20x2,0	960	1820
26x3,0	1200	2400
32x3,0	1300	2600
40x3,5	1500	3000

Рекомендации по расстановке опор на металлополимерных трубопроводах изложены в таблице *таблица 4.2.4.м.8*

Практические рекомендации по установке опор на МПТ

Таблица 4.2.4.м.8

Поясняющая схема	Рекомендации
	Для общественных зданий высотой стояка до 24 м рекомендуется использовать Г-образные компенсаторы в начале и в конце стояка с одной неподвижной опорой в центре стояка.
	При невозможности устройства компенсаторов на концах стояка для этих зданий рекомендуется устраивать один П-образный или Z-образный компенсатор в центре стояка.
	Для многоэтажных жилых многоквартирных зданий рекомендуется устраивать поэтажные неподвижные опоры с компенсаторами между ними. Это вызвано тем, что жильцы могут вмешаться в конструктивную схему трубопровода (сместить опоры, заменить материал трубопроводов). При поэтажных компенсаторах эти вмешательства не повлияют на работу стояка в целом. Кроме того, предлагаемые схемы благоприятны для индустриализации процесса инженерного оборудования сантехкабин.
	Для многоэтажных (свыше 24 м) общественных зданий, рекомендуется устанавливать неподвижные опоры на стояках отопления и ГВС через каждые 12 м с устройством компенсаторов между ними. Начальные неподвижные опоры следует ставить в начале и конце стояка.

	На прямолинейных горизонтальных участках систем отопления и ГВС неподвижные опоры следует ставить через каждые 12 м с устройством компенсатора между ними.
	При укладке петель теплых полов «мокрым» способом установка неподвижных опор не требуется, т.к. стяжка является протяженной жесткой опорой. Монтажное крепление труб к арматурной сетке или теплоизоляции выполняется на прямых участках через 50 см, на поворотах – через 30 мм.
	Опоры стояков должны обеспечивать отвод труб от стен не менее 30 мм.
	Не допускается установка какой-либо арматуры на незакрепленных концах металлополимерного трубопровода.
	При проходе труб через стены, перекрытия и перегородки, следует учитывать расчетные смещения труб. Зазор, оставляемый между трубой и краем отверстия рекомендуется заполнять вспененным полиэтиленом или каучуком (трубная изоляция), минватой, паклей или льном. При расчетном смещении трубы в наиболее опасном сечении менее 0,5 мм – его можно не учитывать.
Общие рекомендации	
В проектах систем металлополимерных трубопроводов обязательно должны указываться места установки подвижных и неподвижных опор . От этого зависит продолжительность безаварийной эксплуатации системы	
<i>Максимальные расстояния между неподвижными опорами</i> рекомендуется назначать из условия, чтобы температурные деформации участка не превышали 30 мм (для ГВС и радиаторного отопления -12 м; для напольного отопления -20 м)	
В качестве компенсаторов удобнее всего использовать естественные углы поворота трассы.	
Расчетный перепад температур при остывании трубопровода, следует принимать таким же, как и при нагревании. Это связано с тем, что даже «неподвижные» опоры на металлополимерных трубопроводах обладают «ползучестью», то есть со временем труба смещается в сторону большей нагрузки.	

Заделку в межэтажные перекрытия труб не рекомендуется принимать в качестве неподвижной опоры по ряду причин:

- качество зачеканки отверстия в перекрытии, обеспечивающее неподвижность трубы, сложно обеспечить и проконтролировать;
- шероховатость поверхности МПТ у разных труб различна. При применении поверхностных пластификаторов, глянцевость наружной поверхности не обеспечит требуемое сцепление пластика и раствора (бетона);
- при замене и ремонте труб придется разрушать участок перекрытия;
- не обеспечивается защита трубы от повреждающего воздействия угла бетона или раствора.

Между двумя неподвижными опорами обязательно должен быть компенсатор (кроме класса ХВ).

Для класса эксплуатации ХВ, в случае применения неподвижных опор, максимальное расстояние между ними определяется из условий устойчивости с применением формулы Эйлера:

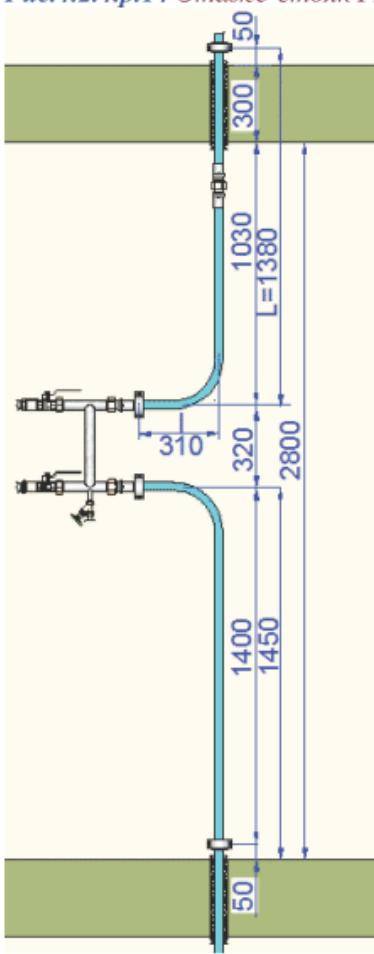
$$l = \sqrt{\frac{\pi^2 EI}{N}} = \pi \sqrt{\frac{I}{\alpha \Delta F}} = 616 \sqrt{\frac{I}{\Delta F}} = 159 \sqrt{\frac{I}{F}} \quad (4.2.4.\phi.29) \text{ или по таблице 4.2.4.m.9}$$

Расстояния между неподвижными опорами трубопроводов ХВ из условий устойчивости

Таблица 4.2.4.m.9

Класс	Максимальные расстояния между неподвижными опорами (мм) для труб (независимо от положения):				
	16x2,0	20x2,0	26x3,0	32x3,0	40x3,5
ХВ	800	1020	1300	1640	2100

Рис.4.2.4.p.14 Этаже-стояк ГВС



Пример расчета установки неподвижных опор в многоэтажном, многоквартирном жилом здании.

Исходные данные:

Требуется определить расстояние l на стояке ГВС из МПТ D32 (класс 2), а также необходимость дополнительных защитных мероприятий при проходе стояка через перекрытие .

На вертикальной части стояка опора устанавливается на расстоянии 50 мм от пола каждого этажа. Расчетная длина участка $L=1380$ мм.

Расчет:

Минимально допустимое расстояние до опоры Г-образного компенсатора:

$$l = 1,39\sqrt{DL} = 1,39\sqrt{32 \cdot 1380} = 292$$

мм.

Расстояние до опоры принято $l=310$ мм.

Удлинение плеча l составит:

$$\Delta l = 2,34 \cdot 0,310 = 0,73 \text{ мм}$$

В уровне низа перекрытия отклонение трубы от вертикали составит :

$$0,73 \times (300+50)/1380=0,19 \text{ мм.}$$

Дополнительных мероприятий по защите трубы не требуется. Стояк прокладывается в перекрытии в защитном гофрированном полиэтиленовом кожухе наружным диаметром 54 мм.

4.2.5. Крепление трубопроводов

Крепление металлополимерных труб к строительным конструкциям должно удовлетворять следующим требованиям:

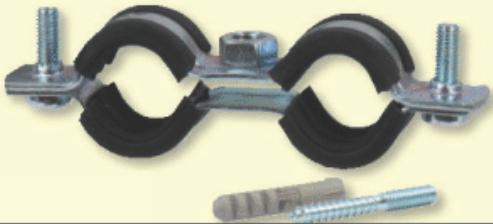
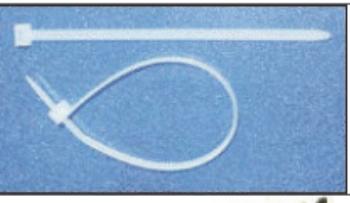
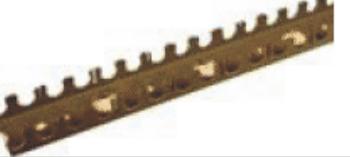
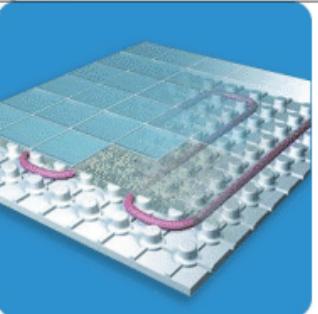
- подвижные опоры должны обеспечивать возможность перемещения трубы в продольном направлении и ограничивать перемещение в поперечном направлении;
- неподвижные опоры должны исключать или максимально ограничивать перемещение трубы как в продольном, так и в поперечном направлении;
- опоры не должны деформировать ни саму трубу, ни ее наружный слой. В связи с этим материалом хомута опоры может быть либо пластик (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид), либо металл с обязательным использованием эластичной прокладки. Ширина стального хомута опоры не должна быть меньше 20мм;
- опоры для открытой прокладки труб должны быть разъемными, т.е. допускающими демонтаж труб без повреждения опоры.

Рекомендуемые типы креплений и опор приведены в таблице 2.4.5.т.1.

Типы опор и креплений МПТ

Таблица 2.4.5.т.1

Эскиз	Описание	Область применения
Одинарная пластиковая (ПП) клип-опора	В качестве подвижной опоры для одиночных труб D16,D20,D26,D32	
Сдвоенная пластиковая (ПП) клип-опора	В качестве подвижной опоры для пары труб D16,D20,D26,D32	
Одинарные пластиковые (ПП) хомутовые опоры	В качестве подвижной опоры для одиночных труб D16,D20,D26,D32, D40	
Одинарная стальная опора (20x1,5мм) с прокладкой из EPDM (винт-M8)	В качестве неподвижной опоры для одиночных труб D16,D20,D26,D32, D40	

	Сдвоенная стальная опора (20x1,5мм) с прокладкой из EPDM (винт-M8)	В качестве неподвижной опоры для одиночных труб D16,D20,D26,D32,
	Скобы для гарпуна (такера)	В качестве подвижных опор в конструкциях встроенного обогрева (полы,стены, кровли, площадки). Крепятся к теплоизоляции с помощью гарпуна (такера)
	Хомутик монтажный	Для крепления (подвижного) трубы к арматурной сетке в конструкциях встроенного обогрева
	Планка монтажная (шаг клип-захватов -50мм)	Для крепления петель трубы в конструкциях встроенного обогрева
	Теплоизоляционные маты с фиксаторами для трубы	Для крепления петель трубы в конструкциях встроенного обогрева

Не допускается использование для крепления труб проволочных хомутов.

4.2.6. Теплоизоляция трубопроводов

Необходимость в тепловой изоляции трубопроводов из металлополимерных труб определяется расчетом на потери тепла трубами или на выпадение конденсата.

Как правило, тепловая изоляция предусматривается в следующих случаях:

- при прокладке труб в полу первого этажа по грунту или над неотапливаемым подпольем;
- при прохождении трубопроводов через неотапливаемые помещения;
- при прохождении трубопроводов у наружных дверных проемов, где возможно промерзание;
- магистрали отопления и горячего водоснабжения;
- стояки горячего водоснабжения;
- стояки холодного водоснабжения при открытой прокладке (для защиты от конденсата).

В качестве теплоизоляции для металлополимерных труб рекомендуется использовать специальную, эластичную трубную изоляцию (скорлупы) из вспененного полиэтилена или каучука. При этом следует иметь в виду, что каучуковая изоляция при отрицательных температурах, хотя и сохраняет теплоизоляционные свойства, теряет эластичность. Это может привести к ее разрушению под воздействием тепловых деформаций трубопровода. Коэффициент теплопроводности теплоизоляции не должен превышать 0,05 Вт/м К.

4.3.

Испытания смонтированных трубопроводов

4.3. Испытания смонтированных систем

4.3.1. Общие требования к испытаниям

В соответствии со СНиП 3.05.01, по завершении монтажных работ монтажными организациями должны быть выполнены:

испытания систем отопления, теплоснабжения, внутреннего холодного и горячего водоснабжения гидростатическим или манометрическим методом с составлением акта (см. [приложение 9](#)), а также промывка систем ;

тепловое испытание систем отопления на равномерный прогрев отопительных приборов;

индивидуальные испытания смонтированного оборудования с составлением акта (см. [приложение 10](#));

4.3.2. Гидравлические испытания систем отопления

После выполнения монтажных работ проводится испытание системы на герметичность при давлении, превышающем рабочее в 1,5 раза, но не менее 6 бар, при постоянной температуре воды.

Перед испытанием необходимо снять предохранительную или регулировочную арматуру (клапана, редукторы), значение настройки которых менее величины давления гидравлических испытаний. Вместо снятой арматуры устанавливаются заглушки или трубные вставки («катушки»).

К системе подключается манометр с точностью измерения не более 0,1 бар.

Система заполняется водой постепенно, при открытых воздухоспускных устройствах во избежание образования воздушных пробок.

Гидравлические испытания проводятся при постоянной температуре в два этапа:

Первый этап - в течение 30 мин дважды поднимается давление до расчетной величины через каждые 10 мин. В последующие 30 мин падение давления в системе не должно превышать 0,6 бар;

Второй этап - в последующие 2 ч падение давления (от давления, достигнутого на первом этапе) не должно быть больше, чем на 0,2 бар.

Гидравлическое испытание системы напольного отопления необходимо проводить до заливки трубопроводов бетоном (раствором).

Если в ходе испытания обнаружена течь в обжимном соединении, допускается подтягивание накидной гайки не более, чем на 0,5 оборота. Если и в этом случае течь не прекратиться, необходимо выполнить новое соединение, обрезав замятый конец трубы.

4.3.3. Термовые испытания систем отопления

Термовое испытание систем отопления при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 60° С. При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно.

Термовое испытание систем отопления при отрицательной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре теплоносителя в подающем трубопроводе, соответствующей температуре наружного воздуха во время испытания по отопительному температурному графику, но не менее 50°C, и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

Термовое испытание систем отопления следует производить в течение 7 ч, при этом проверяется равномерность прогрева отопительных приборов (на ощупь).

Термовое испытание напольных систем отопления из металлополимерных труб следует осуществлять после того, как бетон окончательно затвердеет, т.е. через 20-28 дней. Испытания следует начинать с температуры теплоносителя 25 °C с ежедневным увеличением температуры на 5°C до тех пор, пока она не будет соответствовать проектной величине.

4.3.4. Гидравлические испытания систем холодного и горячего водоснабжения

Величину пробного давления при гидростатическом методе испытания следует принимать равной 1,5 избыточного рабочего давления. Испытания должны производиться до установки водоразборной арматуры.

Выдержавшими испытания считаются системы, если в течение 10 мин нахождения под пробным давлением при гидростатическом методе испытаний не обнаружено падения давления более 0,5 бар и капель в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре и утечки воды через смывные устройства.

4.3.5. Промывка систем холодного и горячего водоснабжения

Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения по окончании их монтажа должны быть промыты водой до выхода ее без механических взвесей .

Промывка систем хозяйствственно-питьевого водоснабжения считается законченной после выхода воды, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 2874.

4.4. Взаимозаменяемость труб

При замене стальных или медных труб на металлополимерные трубы необходимо учитывать изменение их пропускной способности (см. таблицы 4.4.т.1 ; 4.4.т.2 и 4.4.т.3).

Расходы (л/с), при которых потери давления в трубах составляют 10^4 Па/м или 1 м.вод.ст./м)

Таблица 4.4.т.1

Диаметр наружный	Диаметр условного прохода	Диаметр внутренний	Труба МПТ	Труба медная новая	Трубы стальные водогазопроводные новые		
					легкие	норм.	усиленные
10x1		8		0,115			
12x1		10		0,21			
15x1		13		0,427			
16x2		12	0,343				
18x1		16		0,744			
20x2		16	0,744				
21,3	15	16,3/15,7/14,9			0,595	0,537	0,466
22x1		20		1,348			
26x3		20	1,348				
26,8	20	21,8/21,2/20,4			1,30	1,21	1,09
28x1		26		2,72			
32x3		26	2,72				
33,5	25	27,9/27,1/25,5			2,53	2,34	1,99
35x1		33		5,11			
35x1,5		32		4,73			
40x3,5		33	5,11				
42x1,5		39		7,97			
42,3	32	36,7/35,9/34,3			5,25	4,95	4,39
48	40	42/41/40			7,53	7,06	6,61
54x1,5		51		16,2			
60	50	54/53/51			14,72	14,0	12,61

Таблица замены стальных новых (шероховатость 0,2) ВГП нормальных труб на МПТ (показано, во сколько раз в ту или другую сторону изменяются линейные потери давления) Таблица 4.4.т.2

Диаметр стальных труб	Металлополимерные трубы				
	16x2,0	20x2,0	26x3,0	32x3,0	40x3,5
1/2" (15)	+2,40	-1,72	-5,14	-18,5	-58,7
3/4" (20)	+10,8	+2,62	-1,14	-4,10	-13,0
1" (25)		+9,18	+3,07	-1,17	-3,71
1 1/4" (32)			+12,7	+3,54	+1,12
1 1/2" (40)				+6,92	+2,18
2" (50)				+25	+7,9

Таблица замены стальных неновых (шероховатость 0,5) ВГП нормальных труб на МПТ (показано, во сколько раз в ту или другую сторону изменяются линейные потери давления) Таблица 4.4.т.3

Диаметр стальных труб	Металлополимерные трубы				
	16x2,0	20x2,0	26x3,0	32x3,0	40x3,5
1/2" (15)	+1,69	-2,45	-7,31	-26,3	
3/4" (20)	+8,35	+2,02	-1,48	-5,33	-16,8
1" (25)		+7,32	+2,45	-1,47	-4,65
1 1/4" (32)			+10,55	+2,93	-1,08
1 1/2" (40)				+5,76	+1,82
2" (50)				+21,4	+6,76

4.5. Техника безопасности

Металлополимерные трубы *Valtec* в процессе монтажа и эксплуатации не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают вредного влияния на организм человека при непосредственном контакте.

При заготовке и монтаже систем из металлополимерных труб не допускается производить сварочные работы ближе , чем 2 м от труб. Если же по технологическим условиям сварка необходима, то трубы следует укрыть асбестовой тканью и листом кровельной стали.

Металлополимерные трубы относятся к категории горючих, трудновоспламеняемых материалов. Для тушения загоревшихся труб следует использовать воду, пену, песок, кошму.

При работе с металлополимерными трубами следует принять меры против попадания на них органических растворителей.

К монтажу металлополимерных труб допускаются работники, прошедшее специальное обучение и знакомые со спецификой данного вида труб.

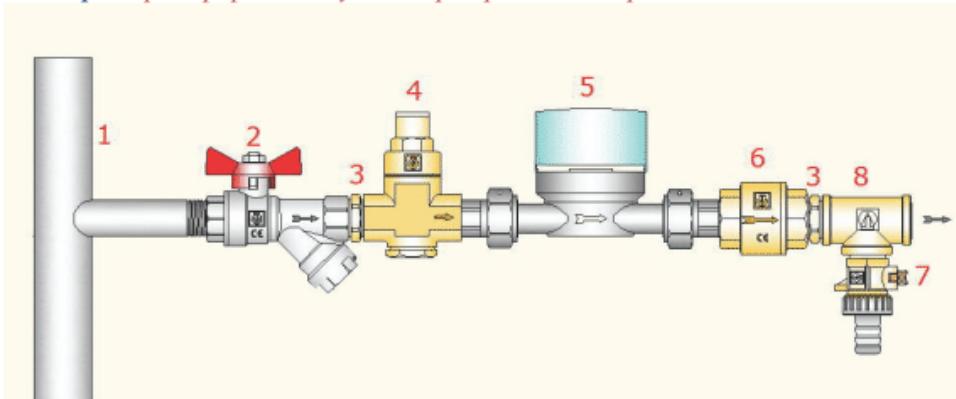
5. КОНСТРУИРОВАНИЕ СЕТЕЙ

5.1. Внутренний водопровод холодной и горячей воды

При устройстве внутреннего квартирного водопровода следует грамотно выполнить узел ввода, так как от этого зависит срок службы элементов квартирной разводки, санитарно-технических приборов и оборудования.

Пример квартирного узла водопроводного ввода приведен на рисунке 5.1.р.1

Рис.5.1.р.1 Пример решения узла квартирного водопроводного ввода



1 – водопроводный стояк; 2 – шаровой кран со встроенным фильтром; 3 - ниппель резьбовой; 4 –редуктор давления; 5 – водосчетчик с присоединительными полусгонами; 6 - клапан обратный; 7 – кран дренажный со штуцером (ставится на холодной воде и используется для присоединения шланга, как первичное средство пожаротушения (п. п.3.1а СНиП 2.08.01)); 8 – тройник резьбовой.

При выборе вариантов схемы прокладки внутренних водопроводных сетей обычно руководствуются оценкой следующих факторов:

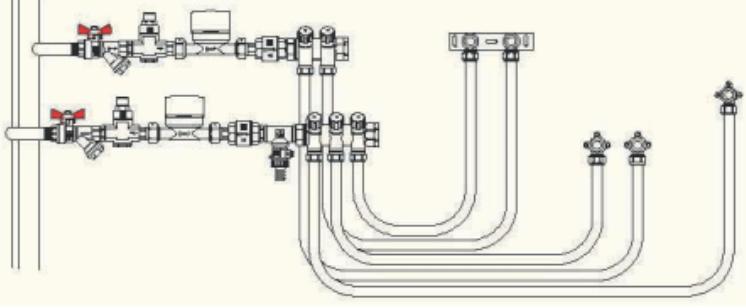
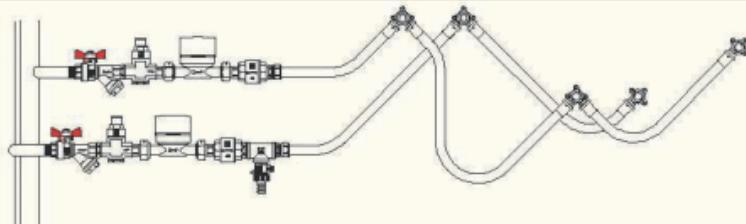
- эксплуатационные свойства, оцениваемые по влиянию друг на друга одновременно открытых приборов, удобству обслуживания и компактности;
- затраты на монтаж, которые можно оценить по количеству выполняемых соединений и протяженности трубопроводов;
- экономичность, определяемая по стоимости материалов, затраченных на монтаж.

Сравнительная оценка вариантов систем квартирной водопроводной разводки приведена в таблице 5.1.т.1.

Варианты квартирной разводки

Таблица 5.1.т.1

Эскиз	Описание
	Тройниковая разводка. Стоимость на 29% выше, чем при проходных водорозетках. Неравномерное давление воды на приборах.

	Коллекторная разводка. Стоимость на 50 % выше, чем при проходных водорозетках. Равномерное давление у приборов. Возможность отключения приборов с единого узла.
	Последовательная разводка с проходными водорозетками Самый дешевый вариант разводки. Неравномерное давление воды на приборах.

При конструировании систем трубопроводную арматуру следует устанавливать в соответствии с требованиями строительных норм и правил ([см. приложение 14](#))

Количество устанавливаемых санитарно-технических приборов и водоразборной арматуры определяется технологической частью проекта и техническим заданием заказчика.

При определении мест установки водоразборной арматуры следует придерживаться рекомендаций СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы» (см. таблицу 5.2.т.2), если иное не предусмотрено паспортом на устанавливаемый прибор.

Высота установки сантехприборов и водоразборной арматуры

Таблица 5.1.т.2

Прибор, арматура	Высота установки, мм	Пункт СНиП 3.05.01
Кран или смеситель раковины	250 от борта раковины	3.11
Кран или смеситель мойки	200 от борта мойки	
Кран или смеситель умывальника	200 от борта умывальника	
Смеситель ванны	800 от чистого пола	
Водоразборный кран в бане	800 от чистого пола	
Общий смеситель для ванны и умывальника	1000 от чистого пола	
Кран для мытья полов	600 от чистого пола	
Смеситель для душа	1200 от чистого пола	
Сетка душевая	2150 от чистого пола	
Умывальник	800 от чистого пола до борта	3.15
Умывальник в школах	700 от чистого пола до борта	
Умывальник в детских дошкольных учреждениях	500 от чистого пола до борта	
Раковина и мойка	850 от чистого пола до борта	
Раковина и мойка в школах	800 от чистого пола до борта	
Раковина и мойка в ДДУ	500 от чистого пола до борта	
Ванна	600 от чистого пола до борта	
Писсуар	650 от чистого пола до борта	

Расстояния между осями умывальников при групповой установке следует принимать не менее 650 мм, писсуаров - не менее 700 мм

5.2. Системы радиаторного отопления

В настоящее время большинство российских отопительных систем являются однотрубными с верхней или нижней разводкой. Причины этого следует искать в экономической сфере.

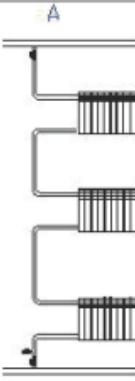
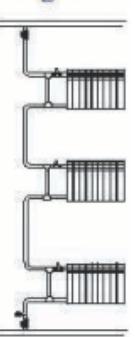
В 60-е -70е годы прошлого века шла всесоюзная борьба за экономию металла при крайне низкой «политической» стоимости электроэнергии. Огромными темпами развивалось типовое панельное строительство, требующее дешевых унифицированных узлов и заготовок. О поквартирном учете тепла речь не шла – все платили за тепло «с прописанной душой».

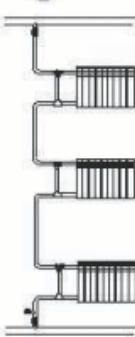
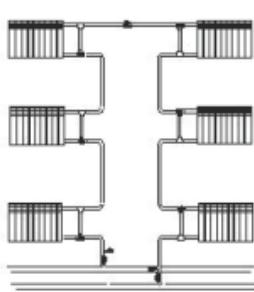
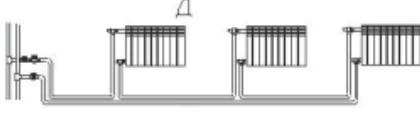
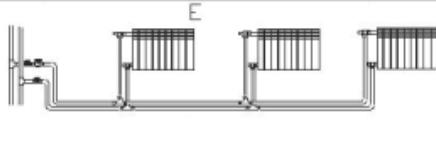
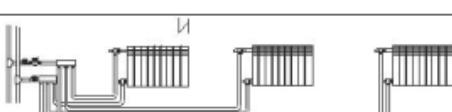
Но и сейчас при новом строительстве однотрубные системы количественно преобладают в силу своей дешевизны. Однако, с ужесточением требований по установке на отопительные приборы регуляторов и поквартирном учете тепла, однотрубные системы будут все больше вытесняться другими видами разводок.

Выбор наиболее эффективной системы радиаторного отопления упростится, если ознакомиться с достоинствами и недостатками той или иной схемы, изложенными в *таблице 5.2.т.1*.

Схемы радиаторного отопления

Таблица 5.2.т.1

<i>Эскиз</i>	<i>Описание и характеристика</i>
 A	<p><i>Однотрубная система с верхней разводкой без замыкающих участков</i></p> <p>Самый экономичный вид системы, использующийся, в основном, только для отопления лестничных клеток жилых и общественных зданий. Возможность регулировки отопительных приборов полностью отсутствует. По сравнению с двухтрубной системой расход теплоносителя через каждый радиатор больше. Температура теплоносителя в верхнем приборе выше, чем в нижнем, что требует использования на нижних этажах отопительных приборов с большей поверхностью нагрева.</p>
 B	<p><i>Однотрубная система с верхней разводкой с замыкающими участками с радиаторными терморегуляторами</i></p> <p>Наиболее распространенный вид системы. Температура теплоносителя в верхнем приборе выше, чем в нижнем, что требует использования на нижних этажах отопительных приборов с большей поверхностью нагрева. Требует использования специальных терморегуляторов повышенной пропускной способности.</p>

 B	<p><i>Однотрубная система с верхней разводкой с трехходовыми кранами.</i></p> <p>Регулировка каждого прибора сохраняет общие гидравлические характеристики стояка. В остальном, сохраняются недостатки однотрубных систем.</p>
 Г	<p><i>П-образные однотрубные стояки с нижней разводкой и терморегуляторами на замыкающих участках.</i></p> <p>Температура теплоносителя снижается от первого радиатора к последнему, что требует использования постепенного увеличения поверхности нагрева отопительных приборов. На восходящем участке стояка снижена теплоотдача радиаторов.</p>
 Д	<p><i>Система с двухтрубными стояками и горизонтальной однотрубной разводкой.</i></p> <p>Схема позволяет оборудовать узел поквартирного учета тепловой энергии. При отсутствии байпасов регулировка отдельного радиатора ведет к изменению теплоотдачи всех радиаторов ветви.</p>
 Е	<p><i>Система с двухтрубными стояками и горизонтальной двухтрубной разводкой.</i></p> <p>Регулировка отдельно взятого прибора не приводит к изменению температуры в остальных приборах. Схема позволяет оборудовать узел поквартирного учета тепловой энергии.</p>
 И	<p><i>Система с двухтрубными стояками и лучевой коллекторной разводкой.</i></p> <p>Система является самой удобной в отношении возможностей регулировки, а значит, и наиболее экономичной в эксплуатации. Каждая подводка к прибору рассчитывается на пропуск теплоносителя только для одного конкретного прибора. Схема является весьма удобной для организации поквартирного учета тепловой энергии. Расход труб значительно выше, чем при однотрубной и двухтрубной схемах.</p>

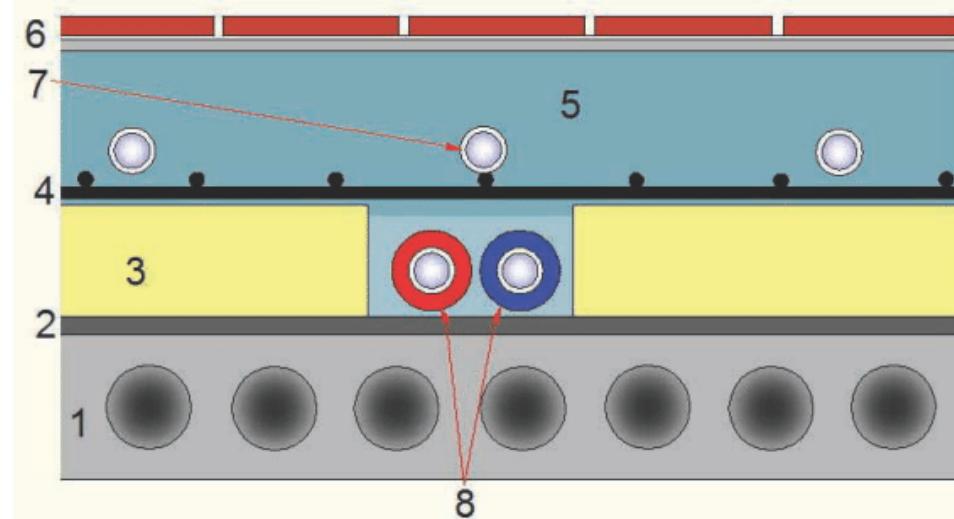
Прокладку металлополимерных труб по помещениям рекомендуется производить скрыто: в стяжке пола или в плинтусных коробах. Открытая прокладка допускается только в местах, защищенных от воздействия прямых солнечных лучей.

При прокладке в стяжке, металлополимерная труба должна прокладываться либо в теплоизоляции, либо в гофрированном пластиковом кожухе.

В проектах систем отопления из металлополимерных труб обязательно должны быть указаны места установки подвижных и неподвижных опор в соответствии с указаниями раздела 4.2.4.

В случае одновременного использования радиаторного отопления и системы встроенного обогрева («теплый пол»), трубопроводы радиаторного отопления прокладываются ниже петель «теплого пола» в промежутках теплоизоляционного слоя (см. *рис.5.2.p.1*).

Рис.5.2.p.1 Совместная прокладка труб радиаторного отопления и «теплого пола»



1 –основание (плита перекрытия); 2 –пароизоляция; 3 –утеплитель (пенополистирол); 4 –арматурная сетка; 5 –цементная стяжка; 6 –чистовой пол; 7- трубы петель « теплого пола»; 8 –трубопроводы радиаторного отопления в изоляции.

5.3. Системы встроенного обогрева

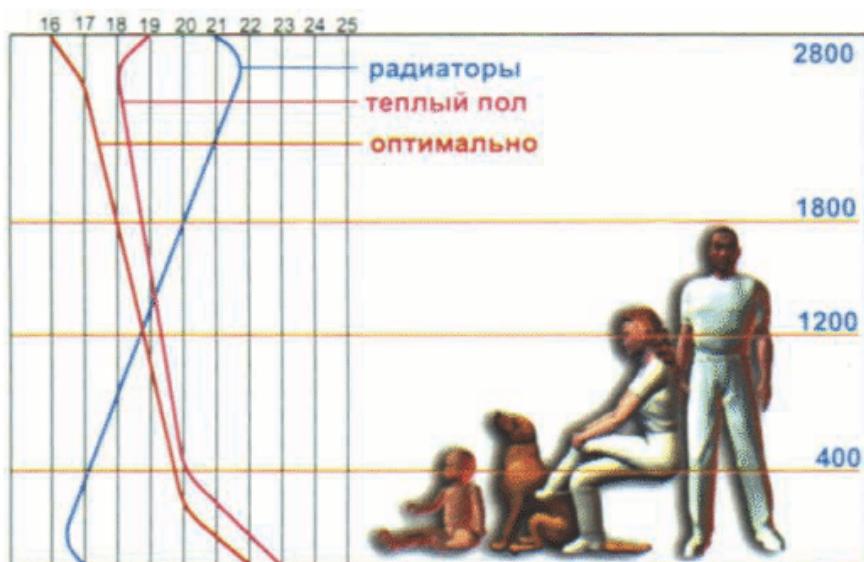
5.3.1. Напольное отопление (теплый пол)

5.3.1.1. Преимущества напольного отопления

Водяные теплые полы прочно вошли в арсенал инженерного оборудования дома благодаря созданию ими максимально комфортного для человека и домашних животных температурного режима.

Радиаторное отопление, поддерживая требуемую среднюю температуру в помещении, дает далеко не идеальное распределение температур по высоте. 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 до 16-17°C, а припотолочный воздух прогревается до температур 23-24°C. Применение напольного лучистого отопления приводит к вертикальному распределению температур, близкому к идеальному, при этом соблюдается принцип – «теплые ноги – холодная голова» (см. *рис. 5.3.1.1.p.1*).

Рис. 5.3.1.1.p.1 Графики распределения температуры по высоте помещения



Напольное отопление не создает таких мощных конвективных потоков, как радиаторы, а тем более – конвекторы, так как температура нагревающей поверхности полов в 2-2,5 раза ниже, чем у традиционных нагревательных приборов. При этом в воздухе не наблюдается циркуляция пыли.

Использование напольного отопления позволяет снизить температуру воздуха в помещении на 1-2°C, что не приводит к снижению результирующей температуры за счет повышения радиационной температуры.

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

5.3.1.2. Возможности напольного отопления

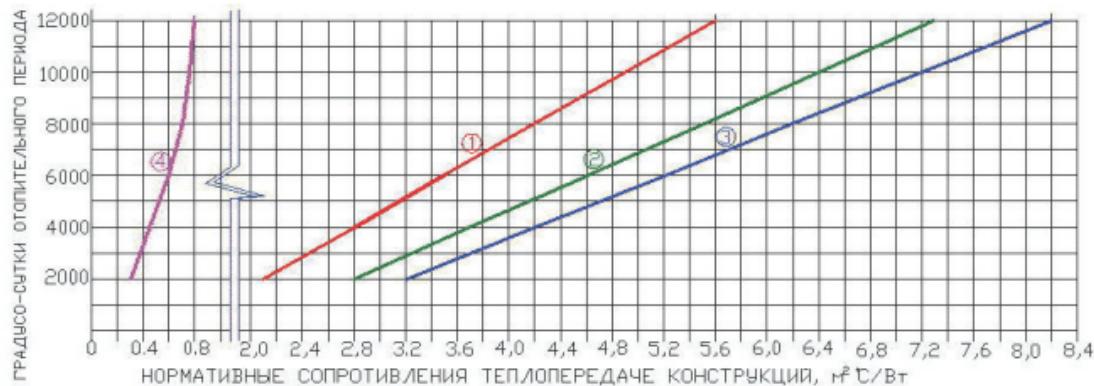
В ряде публикаций, посвященных теме напольного лучистого отопления, читателя упорно подталкивают к мысли, что в российских условиях теплые полы могут быть лишь модным дополнением к традиционному радиаторному отоплению. А так ли это на самом деле, и как определить ту границу, до которой напольное отопление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

Попытаемся получить ответ на этот вопрос для современных жилых зданий, опираясь на отечественные строительные нормативы. Примем, что здания имеют неотапливаемый

технический этаж и неотапливаемый подвал (в расчетах температура воздуха в этих помещениях принята $+5^{\circ}\text{C}$. Фактически, она определяется из уравнения теплового баланса).

Ограждающие конструкции зданий должны иметь приведенное сопротивление теплопередаче не ниже значений, изложенных в таблице 4 СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП) (рис.5.3.1.2 р.2).

Рис.5.3.1.2.р.2 Требуемые сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (1 –наружные стены; 2 – чердачные перекрытия, перекрытия над подвалами; 3 –покрытия; 4 –окна и балконные двери).



Примерное территориальное расположение зон ГСОП на карте России показано на рисунке 5.3.1.2.р.3, который построен на основании данных, приведенных в СНиП 23-01-99* «Строительная климатология» .

Рис.5.3.1.2.р.3. Зоны ГСОП для температуры внутреннего воздуха $+20^{\circ}\text{C}$



Используя значения требуемых сопротивлений теплопередаче можно определить требуемые общие приведенные коэффициенты теплопередачи для каждого типа ограждающей конструкции (см. таблицу 5.3.1.2.т.1).

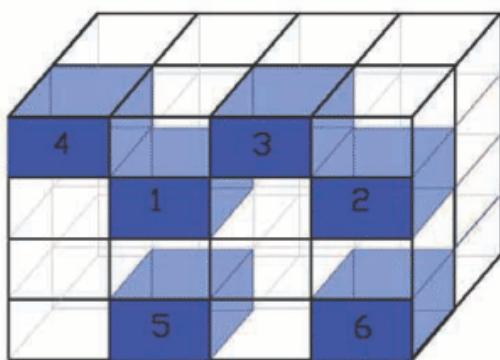
Требуемые коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций при температуре воздуха в помещении +20°C

Таблица 5.3.1.2.т.1

Конструкция	Коэффициенты теплопередачи Вт/м ² К, при значении ГСОП					
	2000	4000	6000	8000	10000	12000
Наружная стена	0,476	0,357	0,286	0,238	0,204	0,179
Чердачное перекрытие	0,357	0,270	0,217	0,182	0,156	0,137
Перекрытие над неотапливаемым подвалом	0,357	0,270	0,217	0,182	0,156	0,137
Окна и балконные двери	3,333	2,222	1,667	1,429	1,333	1,25

Если рассматривать жилое помещение со стандартным соотношением сторон 4:3 и площадью остекления равной 18% от площади пола, то в зависимости от схемы расположения помещения в здании (см. *рисунок 5.3.1.2.р.4*), можно вычислить удельные потери тепла через ограждающие конструкции, приходящиеся на 1 м² площади пола (см. таблицу *5.3.1.2.т.2*).

Рис.5.3.1.2.р.4 Схемы расположения помещения в здании



Удельные потери тепла через ограждающие конструкции

Таблица 5.3.1.2.т.2

Номер схемы	Расчетная температура наружного воздуха, °C	Удельные потери тепла Вт/м ² (поля), при значении ГСОП					
		2000	4000	6000	8000	10000	12000
1	-15	35	24	19	16	14	13
	-20	40	28	22	18	16	15
	-25	45	31	24	20	18	17
	-30	50	35	27	23	20	19
	-35	54	38	29	25	22	20
2	-15	47	34	26	22	20	18
	-20	54	38	30	25	22	20
	-25	61	43	34	28	25	23
	-30	67	48	37	31	28	25
	-35	74	53	41	35	31	28
3;5	-15	42	30	23	19	17	16
	-20	47	33	26	22	19	18
	-25	52	37	28	24	21	19
	-30	57	40	31	26	23	21
	-35	61	44	34	29	26	23
4;6	-15	54	39	31	26	23	20
	-20	61	44	34	29	26	23
	-25	68	49	38	32	28	25
	-30	75	53	42	35	31	28
	-35	81	58	46	38	34	31

Определяющим фактором при оценке предельных значений удельного теплового потока от элементов системы панельного отопления, является максимально допустимая температура поверхности пола (см. таблицу 5.3.1.2.т.3).

Допустимые температуры поверхности пола

Таблица 5.3.1.2.т.3

№	Наименование зоны	Допустимая температура, °C	
		СНиП 2.04.05	DIN 4725
1	Постоянное пребывание людей	26	29
2	То же, во влажных помещениях	31	33
3	Временное пребывание людей	31	35
4	То же, во влажных помещениях	35	35
5	Максимальная температура по оси нагревательного элемента	35	-
6	При паркетных полах (п.3.9. СП 41-102-98)	27	-

Для определения максимального удельного теплового потока от теплого пола, можно использовать формулу , рекомендованную европейскими нормами DIN EN 4725-3 для интервала температур внутреннего воздуха от 18 °C до 25°C;

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

Среднюю температуру пола в основной зоне помещения примем 26°C, а в краевых зонах шириной 0,75м (вдоль наружных стен)- 31°C. При этих условиях возможности напольного отопления для жилых помещений с температурой внутреннего воздуха 20°C таковы (см. таблицу 5.3.1.2.т.4).

Средний удельный тепловой поток от теплого пола при температуре помещения 20°C

Таблица 5.3.1.2.т.4

Номер схемы	Доля краевых зон в общей площади, %	Удельный тепловой поток, Вт/м2		
		основная зона	краевая зона	средний
1,3,5	25	64	124,7	79,2
2,4,6	39	64	124,7	87,7

Сравнивая данные таблицы 5.3.1.2.т.2 с реальными возможностями напольного отопления, можно отметить, что во всех рассмотренных случаях **теплый пол в российских климатических условиях при соблюдении нормативных требований по тепловой защите способен возместить теплопотери через ограждающие конструкции.**

Однако, кроме теплопотерь через ограждающие конструкции, **при отсутствии принудительной вентиляции**, в расчете мощности отопительной системы необходимо учитывать затраты тепла на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха.

Требования российских норм предполагают учитывать эти затраты из расчета нагрева до комнатной температуры 3 м³ воздуха в час на 1 м² площади помещений. Для расчета количества тепла используется формула:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot L \cdot \rho_n \cdot c_e \cdot (t_e - t_n) .$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 5.3.1.2.т.5.

Удельные затраты тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха

Таблица 5.3.1.2.т.5

Температура наружного воздуха, °C	Плотность наружного воздуха, кг/м ³	Удельные затраты тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха, Вт/м ²
-15	1,368	40,2
-20	1,395	46,9
-25	1,423	53,8
-30	1,453	61,0
-35	1,483	68,5

Добавляя затраты тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха, учтенные в нормативном объеме, к теплопотерям через ограждающие конструкции, получим данные общей удельной теплопотребности помещений (см. таблицу 5.3.1.2.т.6).

Удельная теплопотребность помещений с учетом затрат тепла на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха

Таблица 5.3.1.2.т.6

Номер схемы	Расчетная температура наружного воздуха, °C	Удельные потери тепла Вт/м ² (поля), при значении ГСОП					
		2000	4000	6000	8000	10000	12000
1	-15	80	70	64	62	60	59
	-20	92	81	75	71	70	68
	-25	106	92	85	81	79	78
	-30	118	104	96	92	89	87
	-35	132	115	107	102	100	98
2	-15	97	84	76	72	70	68
	-20	112	96	88	83	80	78
	-25	127	110	100	95	91	89
	-30	142	123	112	106	103	100
	-35	158	137	124	118	115	112
3;5	-15	89	77	71	68	66	64
	-20	102	88	81	78	75	74
	-25	114	100	92	87	85	83
	-30	127	111	102	98	95	93
	-35	140	123	113	108	105	103
4;6	-15	105	91	83	78	75	73
	-20	121	104	95	89	86	84
	-25	136	117	107	101	97	95
	-30	151	130	119	113	109	106
	-35	167	144	132	124	120	117

Примечание: зеленым цветом выделены значения, при которых напольное отопление полностью заменяет радиаторное.

Как видно из таблицы 5.3.1.2.т.6, при учете нормативных затрат тепла на нагрев поступающего с улицы воздуха, возможности напольного отопления по самостоятельному отоплению зданий несколько сократились, причем именно в зонах с ГСОП 2000-4000. Однако, и здесь все не так однозначно. Ведь при реальном проектировании должны учитываться следующие факторы:

- при напольном отоплении температуру внутреннего воздуха в помещении можно принять на 1,5-2 °C ниже, чем при радиаторном отоплении. При этом результирующая (ощущаемая) температура для человека не изменится, то есть уровень комфорта останется прежним;
- планируя отопление помещений с помощью систем встроенного обогрева можно заложить в проект конструкцию ограждающих конструкций, удовлетворяющую возможностям проектной системы отопления;

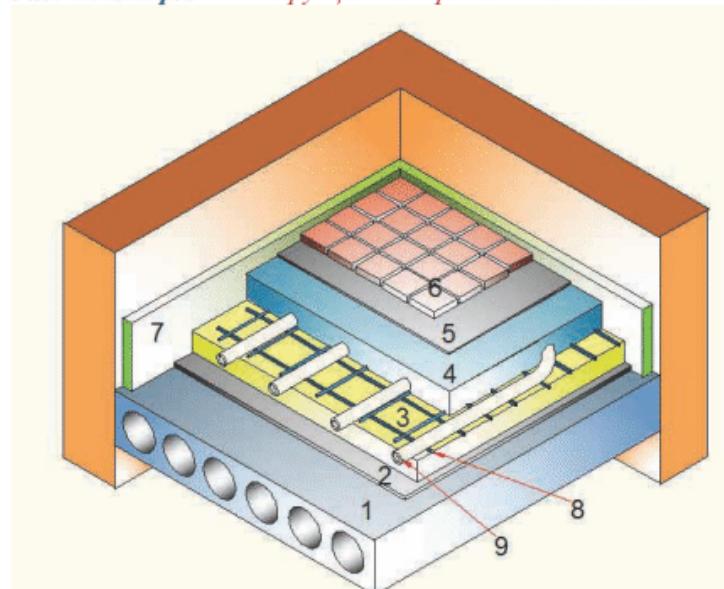
- сам человек тоже является своеобразным «теплогенератором», развивая даже в состоянии покоя «тепловую мощность» в 80-100 Вт (в зависимости от массы тела), что добавляет к теплопоступлениям в 5-8 Вт/м² с человека;
 - для нормального дыхания человеку нужно в час всего 1,5 м³ воздуха в час, а не 3 м³/м² (60 м³ для помещения в 20 м²), как предусмотрено нормами по инфильтрации;
 - современные заполнения оконных проемов со стеклопакетами, в большинстве своем не обеспечивают нормативное поступление уличного воздуха в помещения;
 - в дополнение к теплому полу можно использовать фрагментарное «настенное» отопление;
 - в конце концов, 5 суток в году, при которых (по статистическим данным) наблюдается расчетная зимняя температура, можно либо поступиться проветриванием, либо использовать какой-либо дополнительный источник тепла (например, тепловентилятор), т.к. при превышении расчетной температуры радиаторное отопление тоже не справится с возмещением теплопотребности.
- Приведенными данными хотелось бы поколебать бытующее заблуждение, что «севернее Ростова теплый пол не может конкурировать с радиаторным отоплением». Может и успешно конкурирует. В Финляндии, Швеции, Норвегии и Дании более 45% жилых домов отапливаются с помощью различных безрадиаторных систем лучистого обогрева.

5.3.1.3. Конструктивные решения теплых полов

При устройстве встроенных систем обогрева применяются два способа конструктивных решений:

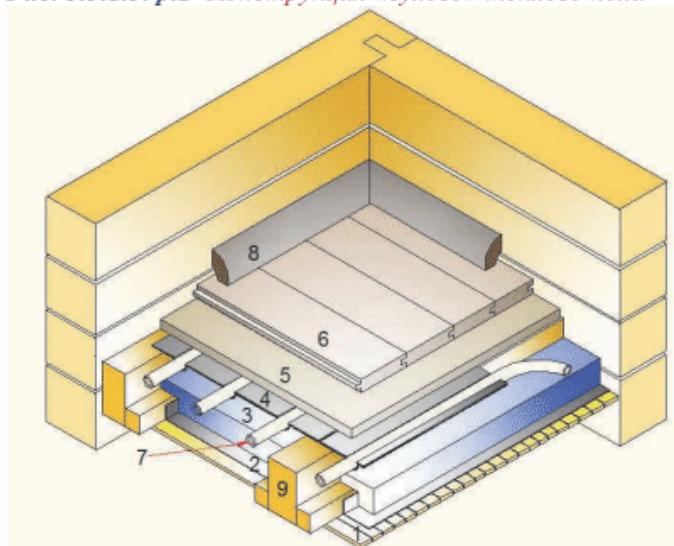
- «мокрый» способ, при котором нагревательным элементом становится монолитная плита из бетона или цементно-песчаного раствора с встроенными греющими трубопроводами (см. рис. 5.3.1.3. р.1);
- «сухой» способ. В этом случае монолитная плита отсутствует, а равномерное распределение тепла от трубопроводов обеспечивается алюминиевыми или стальными оцинкованными теплораспределяющими элементами (см. рис. 5.3.1.3.р.2). Такая конструкция, как правило, используется при деревянных перекрытиях для облегчения общей нагрузки на балки перекрытия.

Рис. 5.3.1.3. р.1 Конструкция «мокрого» теплого пола



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 теплого пола.

Рис. 5.3.1.3. p.2 Конструкция «сухого» теплого пола



1 – потолочная подшивка; 2 – пароизоляция; 3 – слой утеплителя; 4 – теплораспределяющие панели из алюминия или оцинкованной стали; 5 – «черный пол» из листового материала (ГВЛ; ДСП, фанера и т.п.); 6 – чистовое напольное покрытие; 7 – трубы теплого пола; 8 – плинтус; 9 – балки перекрытия.

5.3.1.4. Раскладка петель

Шаг петель теплого пола и диаметр труб должен определяться расчетом. Для квартир и коттеджей в основном используется металлополимерные трубы 16x2,0. Для облегчения задачи выбора шага петель можно воспользоваться практической таблицей 5.3.1.4.m.1.

Рекомендуемый шаг труб теплого пола

Таблица 5.3.1.4.m.1

<i>Удельные тепловые потоки, Вт/м²</i>	<i>Рекомендуемый шаг петель, мм</i>
До 50	200
От 50 до 80	150
Свыше 80	100

Надо учесть, что шаг петель менее 80 мм трудно осуществить на практике из-за маленького радиуса изгиба трубы, а шаг более 250 мм не рекомендуется, так как возникает ощутимая неравномерность прогрева «теплого пола».

Существует несколько способов раскладки петель теплого пола по помещению. 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 мало «калачей» (элементов поворота трубы на 180°);
- прогрев пола идет более равномерно по всей площади из-за чередования подающей и обратной труб. Однако, из-за этого же, при данной раскладке не следует задавать расчетный перепад температур теплоносителя выше 5 °C.

Рис.5.3.1.4. р.1 Способы раскладки петель теплого пола



Трубы теплого пола нужно раскладывать таким образом, чтобы теплоноситель сначала поступал к наиболее холодным зонам помещения (окна, наружные стены). У стен , вдоль которых планируется расстановка мебели, трубы теплого пола следует укладывать на расстоянии 300 м от стены.

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

Наращивать петли теплого пола допускается только с применением пресс-фитингов (при этом сопротивление фитингов включается в гидравлический расчет).

Максимальная длина одной петли теплого пола определяется возможностями циркуляционного насоса. Для коттеджных и квартирных систем экономически целесообразной считается система напольного отопления, потери давления в которой не превышают 20 КПа (2 м вод.ст.). Руководствуясь этим требованием можно рассчитать, что максимальная длина петли из МПТ 16х2,0 не должна превышать 100-120 м. Удобнее принимать длину 100м, так как это является размером полного рулона МПТ и не требует дополнительного соединения. Площадь пола, обслуживаемая одной петлей, зависит от принятого шага труб, и в квадратных метрах примерно равна шагу труб, выраженному в сантиметрах. То есть, при шаге труб 15см, площадь обслуживаемого пола составляет 15 м².

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

5.3.1.5. Требования к стяжке

Стяжка теплого пола должна обладать достаточной плотностью для снижения потерь тепла от трубопроводов , и прочной для восприятия нагрузок на пол. Как правило, стяжка выполняется из цементно-песчаного раствора 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 теплых полов выпускаются специальные невоздуховолекающие пластификаторы (например *Cilar*, *Kilma Therm*), основанные на мелкодисперсных чешуйчатых частицах минеральных материалов с низким коэффициентом трения. Большинство же используемых в строительстве пластификаторов являются воздуховолекающими, что в результате приведет к понижению прочности и теплопроводности стяжки. Как правило, расход пластификатора составляет 3-5 л на м³ раствора.

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

Причинами появления трещин в стяжке «теплого пола» может 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 40 кг/м³;
- раствор для стяжки должен быть удобоукладываемым (пластичным). Обязательно использовать пластификатор;
- чтобы избежать появления усадочных, трещин в раствор следует добавить полипропиленовую фибрю из расчета 1-2кг фибры на 1 м³ раствора. Для силовых нагруженных полов для тех же целей используется стальная фибра.

Стяжка после заливки должна набрать достаточную прочность. Через 3 суток в естественных условиях твердения (без подогрева) она набирает 50% прочности, за 7 суток -70%. Полный набор прочности до проектной марки происходит через 28 суток. Исходя из этого, запускать «теплый пол» рекомендуется не ранее, чем через 3 суток после заливки. Нужно помнить, что заливку раствором «теплого пола» нужно производить , заполнив трубопроводы пола водой с давлением 3 бара.

5.3.1.6 Требования к утеплителю

Слой утеплителя в конструкции теплого 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 теплого пола).

Кроме теплоизоляционных свойств утеплитель должен обладать прочностью, обеспечивающей восприятие нагрузок от собственного веса вышележащей конструкции пола и полезной нагрузки на пол. В наибольшей степени этим условиям удовлетворяют плиты из пенополистирола с плотностью не ниже 40 кг/м³.

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

5.3.1.7 Арматурная сетка

Арматурная сетка в конструкции теплого пола укладывается поверх слоя утеплителя.

Сетка выполняет следующие функции:

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

Ряд импортных производителей поставляет специальную оцинкованную сетку для теплых полов с размерами ячейки 150x150. В практике отечественного строительства чаще используется кладочная сетка из арматурной проволоки BrI Ø 5 мм с шагом ячей 50 x 50 мм.

5.3.1.8 Требования к чистовому покрытию пола

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

В случае использования ковролина, он должен иметь знак пригодности для использования на теплом основании (*рис.5.3.1.8.р.1*)

Рис.5.3.1.8.р.1 Знак пригодности ковролина



Прочие синтетические покрытия (линолеум, релин, ламинированные плиты, пластикат, плитка ПХВ и т.л.) должны иметь знак об отсутствии токсичных выделений при повышенной температуре основания (*рис.5.3.1.8.р.2*)

Рис.5.3.1.8.р.2 Знак пригодности покрытия пола



Паркет, паркетные щиты и доски также могут использоваться в качестве покрытия «теплых полов», но при этом температура на поверхности пола не должна превышать 26°C 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°C и влажности 40-50%.

5.3.1.9 Использование алюминиевой фольги

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

В случаях, когда трубы теплого 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 стяжка выполняется из плотной цементно-песчаной смеси, фольгирование теплоизоляции может быть оправдано только в качестве дополнительной гидроизоляции, т.к. отражающие свойства фольги в этом случае себя проявят не могут из-за отсутствия границы «воздух/твердое 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 (рН=12,4) алюминий может разрушиться.

5.3.1.10. Пароизоляция и гидроизоляция

При «мокром методе» устройства теплых полов по перекрытиям, если в архитектурно-строительной части проекта не предусмотрено устройство пароизоляции, рекомендуется укладывать по выровненному перекрытию слой пергамина для предотвращения протекания через перекрытие цементного молока во время заливки стяжки. Если же в проекте междуэтажная пароизоляция предусмотрена, то дополнительно гидроизоляцию устраивать не обязательно.

Гидроизоляция во влажных помещениях (ванные, санузлы, душевые и т.п.) устраивается в обычном порядке поверх стяжки «теплого пола».

5.3.1.11 Деформационные швы

Толщина деформационного шва рассчитывается, исходя из коэффициента линейного расширения стяжки $\alpha_{ct}=13 \times 10^{-6} 1/{^\circ}\text{C}$. Для помещений с длиной стороной менее 10м, достаточно использовать шов толщиной 5мм.

Деформационные швы в «мокрых» теплых полах заполняются податливым материалом расчетной толщины. Рекомендуется использовать для швов демпферную ленту из вспененного полиэтилена.

В общем случае расчет шва в «мокром» теплом полу ведется по формуле:

$$b=0,55xL, \quad (5.3.1.10 \text{ ф.1})$$

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 40м²;
- по центру дверных проемов (под порогом). Если теплый пол расположен с двух сторон дверного проема, то демпферная лента под порогом укладывается в два слоя;
- при длине пола свыше 8 метров;
- в местах входящих углов.

Трубы, пересекающие деформационный шов должны быть одеты в гофрокожух на расстоянии по 200 мм по обе стороны от шва. Идеальным считается решение, когда труба пересекает шов под углом 45°.

5.3.1.12 Использование коллекторов

Система напольного отопления может содержать до нескольких десятков петель, запитку которых удобно производить при помощи распределительных коллекторов. 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 нем не превышала 1 м/с. При подборе диаметра можно воспользоваться таблицей 5.3.1.12 т.1

Диаметры коллекторов в зависимости от тепловой мощности Таблица 5.3.1.12 т.1

Диаметр коллектора, дюйм	Тепловая мощность при расчетном перепаде температур, Вт		Расход теплоносителя, кг/с
	5 °C	10°C	
3/4	6573	13147	0,314
1	10271	20542	0,491
1 3/4	16828	33656	0,804

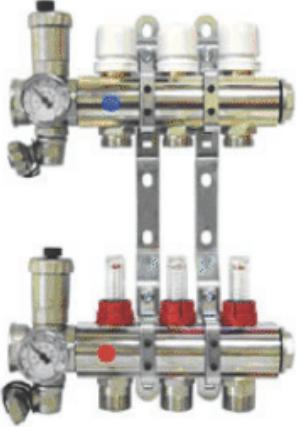
Коллекторы теплых полов должны иметь в своем составе арматуру для отключения каждой отдельной петли, арматуру для выравнивания перепадов давления по петлям, устройство для выпуска воздуха и осушения системы. При оборудовании системы комнатными терmostатами, в состав коллекторов включаются терmostатическая арматура. Если количество петель, присоединенных к одному коллектору не превышает 12, то в гидравлических расчетах можно применять усредненный коэффициент местного сопротивления коллектора равный 3. При большем количестве петель, потери давления на коллектору должны рассчитываться как потери в цепи последовательно соединенных тройников.

Краткие сведения об изделиях для коллекторных систем, поставляемых фирмой Valtec s.r.l. приведены в таблице 5.3.1.12 т.2.

Изделия для коллекторных систем

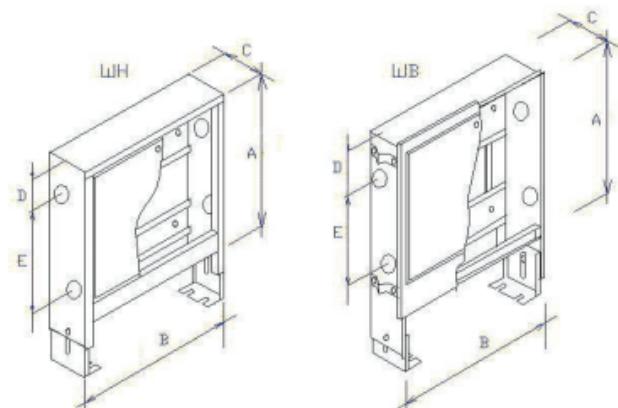
Таблица 5.3.1.12.т.2

Эскиз	Наименование	Описание
	Коллектор латунный никелированный с отсекающими кранами. Артикул 580n	Диаметры условного прохода – $\frac{3}{4}$ " и 1". Количество выходов -2,3,4. Подключение петель – с помощью фитингов VT 710. Расстояние между выходами - 40 мм. Ставится на подающий трубопровод.
	Коллектор латунный никелированный с регулирующими кранами. Артикул 560 п-е	Диаметры условного прохода – $\frac{3}{4}$ " и 1". Количество выходов -2,3,4. Подключение петель – с помощью фитингов VT 710. Расстояние между выходами - 40 мм. Ставится на обратный трубопровод.
	Коллектор латунный никелированный с регулирующими кранами для соединителей стандарта «евроконус». Артикул 560n	Диаметры условного прохода – $\frac{3}{4}$ " и 1". Количество выходов -2,3,4. Подключение петель – с помощью фитингов VT TA 4420. Расстояние между выходами - 40 мм. Ставится на прямой и обратный трубопровод.
	Блок коллекторный с регулировочными и настроечными клапанами, воздухоотводчиком и дренажным краном. Артикул VT 594 MNX	Диаметр условного прохода – $\frac{3}{4}$ ". Количество выходов – от 3 до 12.. Подключение петель – с помощью фитингов VT TA 4420. Расстояние между выходами - 40 мм. На прямом коллекторе имеются клапаны для монтажной настройки. На обратном коллекторе – термостатические клапаны с возможностью ручной регулировки.

	<p>Блок коллекторный с регулировочными, настроеками клапанами, ротаметрами и сервис-группой. Артикул VT 595 MNX</p>	<p>Диаметр условного прохода – $\frac{3}{4}$". Количество выходов – от 3 до 12.. Подключение петель – с помощью фитингов VT TA 4420. Расстояние между выходами - 40 мм. На прямом коллекторе имеются клапаны для монтажной настройки с ротаметрами. На обратном коллекторе – терmostатические клапаны с возможностью ручной регулировки.</p>
---	---	---

Коллекторы размещаются в коллекторных шкафах. Шкафы выпускаются во встраиваемом и пристенном исполнении (*рис. 5.3.1.12.p.1*)

Рис. 5.3.1.12.p.1 Схемы коллекторных шкафов



Сведения о коллекторных шкафах «Изотерм» приведены в таблице 5.3.1.12.т.3.
Коллекторные шкафы «Изотерм»

Таблица 5.3.1.12.т.3

Марка	Размеры						Вес, кг	Рекомендуемое количество петель
	A,мм	B,мм	C,мм	D,мм	E,мм	D выхода,мм		
ШН-1	650	450	120	120	220	60	7,9	6
ШН-2	650	550	120	120	220	60	9,1	8
ШН-3	650	700	120	120	220	60	10,9	10
ШН-4	650	850	120	120	220	60	12,65	12
ШН-5	650	1000	120	120	220	60	14,5	16
ШН-6	650	1150	120	120	220	60	16,3	18
ШН-7	650	1300	120	120	220	60	18,1	22
ШН-8	650	1450	120	120	220	60	19,9	24
ШН-9	650	1600	120	120	220	60	21,7	26
ШН-10	650	1750	120	120	220	60	23,5	29
ШН-11	650	1900	120	120	220	60	25,3	32
ШВ-1	685	465	120	120	220	60	9,3	6

ШВ-2	685	565	120	120	220	60	10,6	8
ШВ-3	685	715	120	120	220	60	12,4	10
ШВ-4	685	865	120	120	220	60	14,3	12
ШВ-5	685	1015	120	120	220	60	16,2	16
ШВ-6	685	1165	120	120	220	60	18,1	18
ШВ-7	685	1315	120	120	220	60	20	22
ШВ-8	685	1465	120	120	220	60	21,9	24
ШВ-9	685	1615	120	120	220	60	23,8	26
ШВ-10	685	1765	120	120	220	60	25,7	29
ШВ-11	685	1915	120	120	220	60	27,6	32

Специально для размещения в шкафу смесительных узлов Combitmix и Dualmix выпускаются шкафы глубиной 145 мм (ШН 5/145).

5.3.1.13 Смесительные узлы и автоматика

Максимальная температура теплоносителя в системах теплого пола, как правило, не превышает 55°C, рабочее значение этого параметра обычно лежит в пределах 35-45°C, поэтому неизменным атрибутом системы напольного отопления, является узел смешения. Смесительные узлы предназначены для создания в системе отопления здания отдельного циркуляционного контура с пониженной до настроичного значения температурой теплоносителя. Смесительные узлы должны обеспечивать поддержание заданной температуры и расхода во вторичном циркуляционном контуре, гидравлическую увязку первичного и вторичного контуров, а также позволять регулировать температуру и расход теплоносителя в зависимости от требований пользователя.

Специально для систем напольного отопления фирма Valtec s.r.l. выпускает насосно-смесительные узлы Combitmix и Dualmix.

В смесительном узле Combitmix (*рис.5.3.1.13 р.1*) приготовление теплоносителя с пониженной температурой происходит при помощи двухходового терmostатического клапана, управляемого термоголовкой с капиллярным термодатчиком, установленном в подающем коллекторе.

В линии подмеса установлен балансировочный клапан, который задает соотношение между количествами теплоносителя, поступающего из обратной линии вторичного контура и прямой линии первичного контура, и уравнивает давление теплоносителя на выходе из контура теплых полов с давлением после терmostатического регулировочного клапана. От настроичного значения Kv_b этого клапана и установленного скоростного режима насоса зависит тепловая мощность смесительного узла. Максимальная присоединенная мощность смесительных узлов Combi Mix и Dual Mix равна 20 КВт.

Рис.5.3.1.13.р.1. Насосно-смесительный узел Combitmix



Насосно-смесительный узел Dualmix (*рис.5.3.1.13 р.2*) состоит из двух модулей (насосного и терmostатического), между которыми монтируется коллекторный блок вторичного контура. Для смешения используется трехходовой терmostатический клапан, управляемый термоголовкой с капиллярным термодатчиком, установленным на обратный коллектор вторичного контура. Предохранительный терmostат подающего коллектора останавливает насос, в случае превышения настроенного значения температуры, прекращая циркуляцию в петлях теплого пола. Конструкция узла предусматривает перепускной контур с балансировочным клапаном, сохраняющим неизменным расход теплоносителя в первичном контуре при перекрытии петель теплого пола.

Рис.5.3.1.13 р.2 Насосно-смесительный узел Dualmix

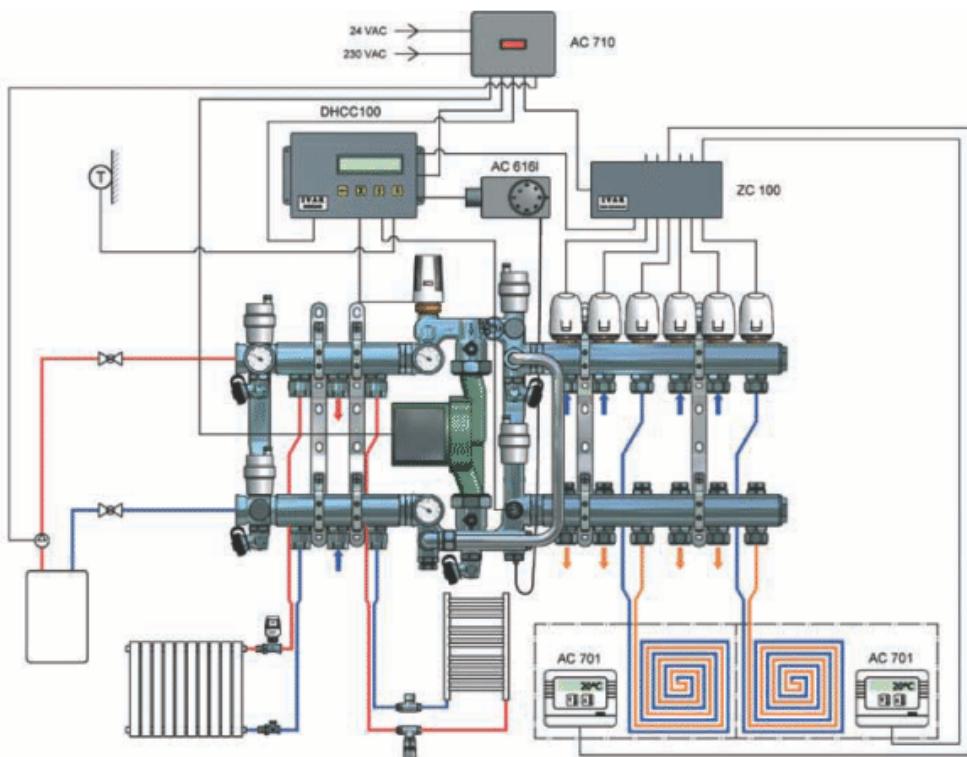


В связи со значительной инерционностью систем напольного отопления все их преимущества возможно реализовать , применяя для управления такими системами погодозависимое регулирование.

Погодозависимая автоматика включает в себя контроллер, панель управления, датчик наружной температуры и комнатные терmostаты.

На рисунке *5.3.1.13 р.3* представлен пример схемы, реализующей комбинированную систему отопления, включающую в себя контур радиаторного отопления, а также низкотемпературный контур напольного отопления, управляемый погодозависимой автоматикой, имеющей три ступени регулирования. Качественное регулирование осуществляется по наружной температуре и температуре в подающем коллекторе теплых полов, а количественное регулирование – по температуре воздуха в помещениях при помощи электротермических сервоприводов.

Рис.5.3.1.13 п.3 Комбинированная система отопления с автоматическим управлением

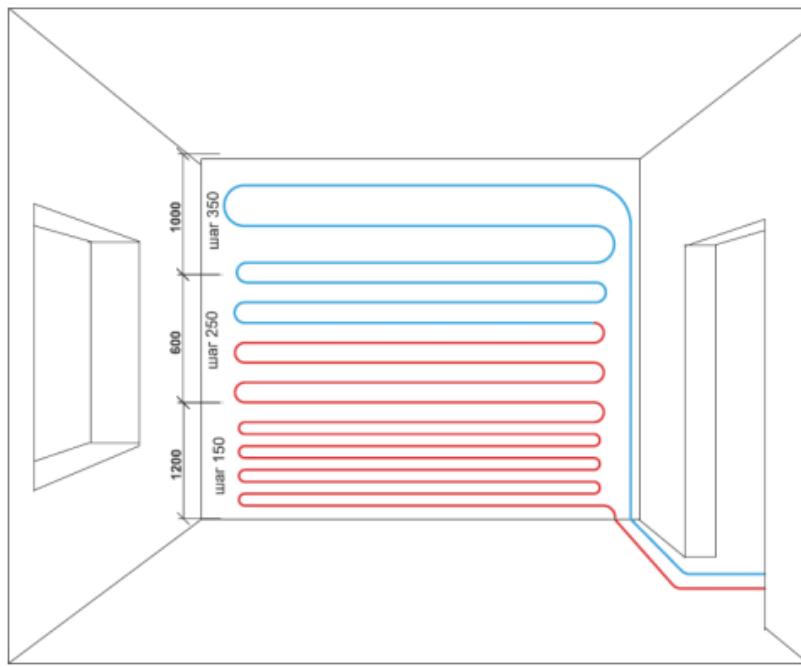


5.4. Системы настенного отопления

Настенное водяное отопление по сравнению с остальными способами передачи тепла в помещения имеет ряд неоспоримых преимуществ.

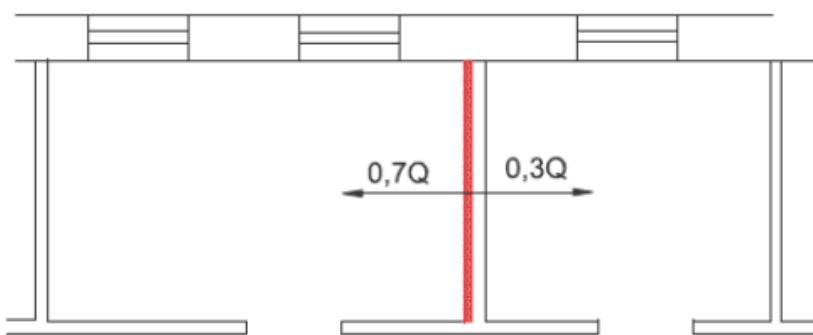
1. Передача тепла от теплых стен в помещение происходит на 85% за счет лучистого теплообмена. При теплообмене излучением человек и домашние животные чувствуют себя комфортно, если температура в помещении на 1,5-2,5°C ниже, чем при конвективном теплообмене. Напомним, что конвективная составляющая теплообмена преобладает при отоплении радиаторами и теплыми полами. Таким образом, поддерживая температуру воздуха в помещении 17,5-18,5°C вместо 20-21°C система теплых стен дает возможность сэкономить за сезон 8-11% топлива .
2. Снижение до минимума конвективного потока при настенном отоплении уменьшает, а во многих случаях и полностью прекращает циркуляцию по помещению пыли. Это создает благоприятные условия для дыхания.
3. Если напольное отопление может компенсировать теплопотери помещения до 100-120 Вт/м² (площади пола), то при помощи системы теплых стен удельный показатель теплового потока, приведенный к площади пола может достигать 150-180 Вт/м². Такая возможность создается благодаря тому, что перепад температур между подающей о обратной линией в системе теплых полов может достигать 15°C (для теплых полов этот показатель ограничен 10°C). Кроме того, в обычных помещениях (кроме зальных) площадь стен в 2-3 раза больше площади пола.
4. По сравнению с напольным отоплением, система теплых стен может обходиться циркуляционными насосами меньшей производительности, что опять же обусловлено повышенной разностью температур между прямым и обратным трубопроводом.
5. В помещениях, где планируется работа принудительной вентиляции, теплоотдача системы теплых стен может быть повышена по сравнению с расчетной на 15-20% за счет увеличения коэффициента теплоотдачи поверхности стен.
6. В отличие от напольного отопления, шаг укладки трубопроводов системы настенного отопления ничем не ограничивается, так как оно допускает наличие температурных перепадов между соседними участками поверхности стены. Такие перепады никак неказываются на ощущениях человека, находящегося в помещении.
7. Используя переменный шаг укладки трубопроводов системы теплых стен можно добиться распределения тепла в помещении, близкого к идеальному. Обычно для этого на участке 1-1,2 м от пола металлополимерные трубы укладываются с шагом 10-15 см; на участке 1,2-1,8 м от пола – шаг увеличивается до 20-25 см, а выше 1,8 м – в зависимости от расчетных данных по теплопотерям, шаг труб может достигать 30-40 см. При этом направление движения теплоносителя всегда принимается от пола к потолку (*см.рис.5.4.р.1*)

Рис. 5.4. р.1 Схема раскладки петель теплых стен



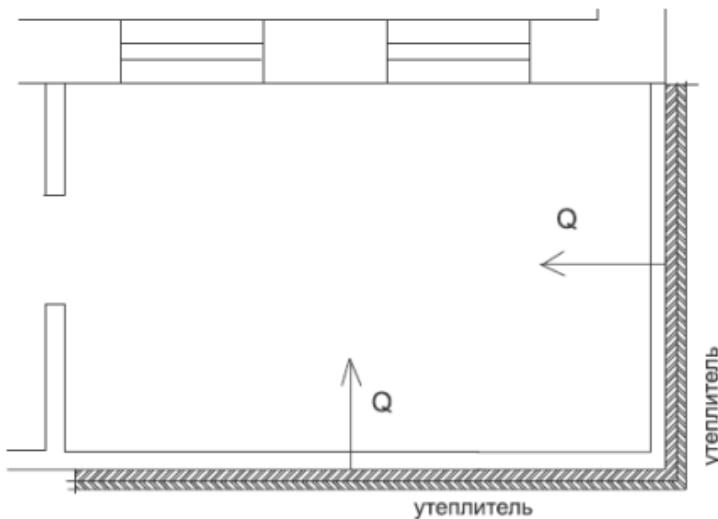
8. Поскольку система теплых стен является системой лучистого теплообмена, ее не рекомендуется размещать на участках стен, которые в процессе эксплуатации будут закрыты мебелью.
9. При использовании системы теплых стен с укладкой петель по перегородкам, выполненным из материала с относительно низким сопротивлением теплопередаче (кирпич, железобетон), можно одной петлей отапливать два смежных помещения (*см. рис. 5.4.р.2*).

Рис. 5.4.р.2 Отопление двух смежных помещений



10. Применяя систему теплых стен можно отапливать помещение, размещая сами трубопроводы в соседних помещениях. Такие схемы отопления зачастую бывают единственными возможными при ремонте и реставрации старых зданий. Встречаются случаи, когда подобное решение используется и при новом строительстве, когда полезная площадь второстепенных помещений приносится в жертву ради сохранения площади основного помещения (*см. рис. 5.4.р.3*)

Рис. 5.4.p.3 Отопление из соседнего помещения

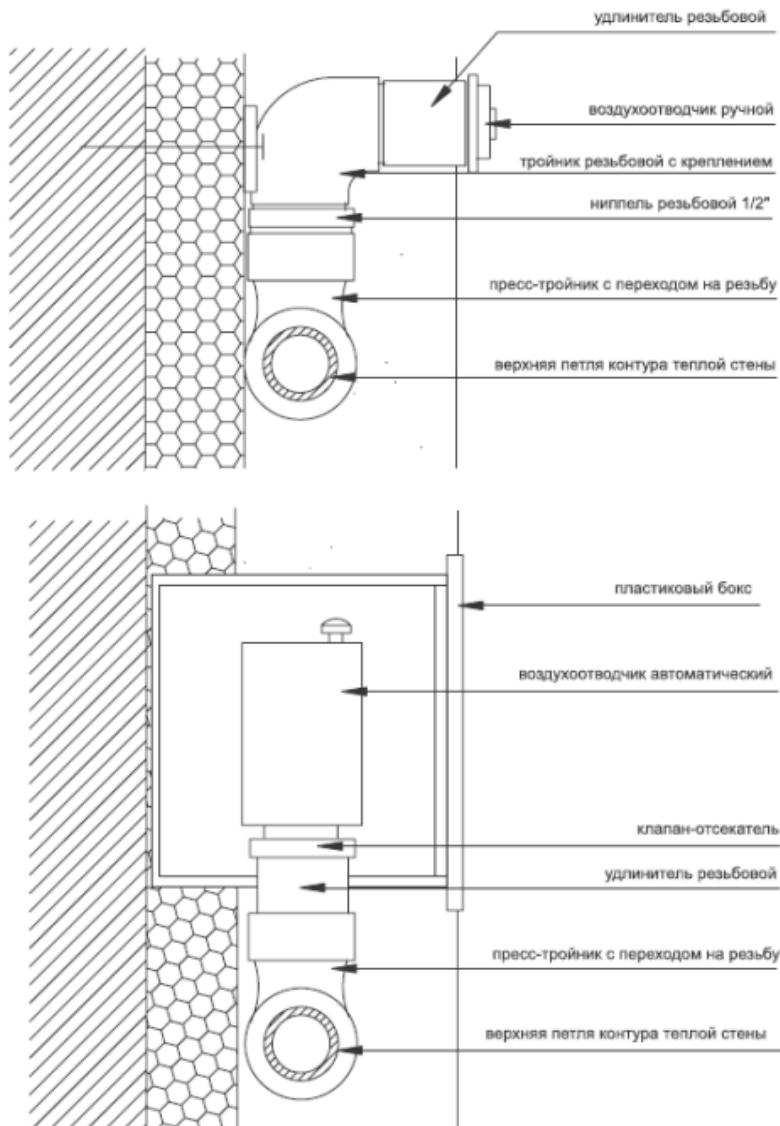


Как и любая другая система отопления, система теплых стен требует от конструкторов и монтажников учета ряда ее специфических особенностей:

1. Скорость воды в трубах настенного отопления не должна быть ниже 0,25 м/с. Именно при такой скорости и выше обеспечивается гарантированное вымывание потоком возможных воздушных скоплений в трубах. Если в системе напольного отопления проблема удаления воздуха решается путем установки воздухоотводчика на коллекторе, как в самой высшей точке для всех петель контура, то при настенном отоплении, как правило, высшей точкой контура является верхняя петля или верхний калач вертикальной петли – именно здесь возможно скопление воздуха при снижении скорости теплоносителя в трубах.
2. Регулирование теплового потока от системы настенного отопления должно осуществляться без снижения массового расхода теплоносителя. Оперативное управление тепловым потоком может производиться либо повышением температуры обратного потока, либо общим пропорциональным снижением температуры теплоносителя. Данное ограничение также связано с опасностью завоздушивания.
3. При устройстве теплых стен не рекомендуется укладка петель двойным меандром, так как эта схема препятствует нормальному вымыванию воздушных скоплений в трубопроводах.

В случаях, когда соблюдение ограничений по скорости движения теплоносителя является экономически нецелесообразным, система теплых стен допускает установку на петлях воздухоотводчиков (см. рис.5.4.p.4).

Рис.5.4.р.4 Варианты установки воздухоотводчиков



Перечисленные особенности системы теплых стен определяют те сферы ее возможного применения , где данный способ отопления может дать максимальный экономический и потребительский эффект (см.таблицу 5.4.т.1)

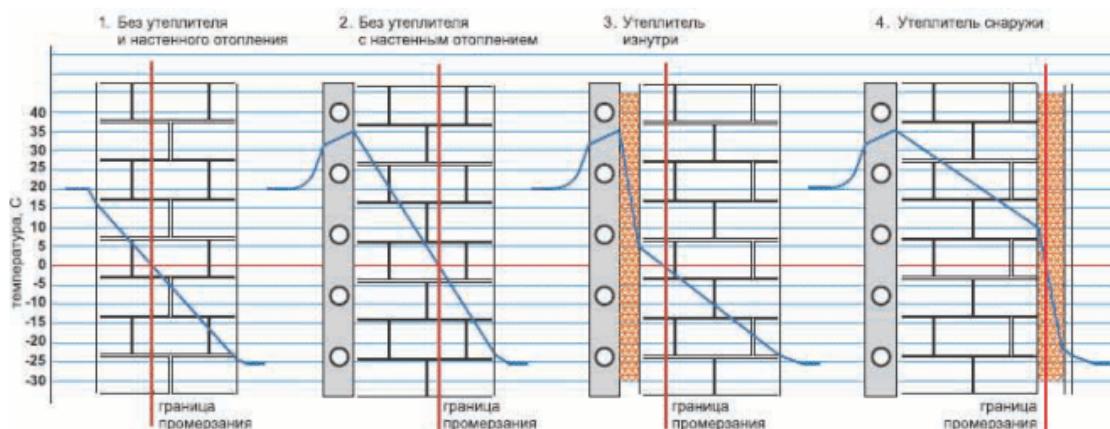
Выбор системы отопления

Таблица 5.4.т.1

№	Вариант системы отопления	Оптимальные условия применения	Примеры применения
1	Теплые стены	Помещения с малым количеством мебели и пристенного оборудования	Спальни, офисные помещения, аудитории, коридоры, холлы, рекреации
2	Теплые стены	Помещения, где свободной площадь пола недостаточно для размещения теплого пола	Санузлы, бассейны, гаражи, автомастерские, венткамеры
3	Теплые стены	Помещения с повышенной влажностью пола, где использование теплого пола неэффективно из-за высоких энергозатрат на испарение воды	Ванные комнаты, бани, бассейны, мойки, прачечные, помещения насосных станций
4	Теплые стены+ теплые полы	При недостаточной мощности одной отдельной системы	Любые помещения
5	Теплые стены+ теплые полы	Теплые стены, как дополнение к теплым полам для компенсации повышенных теплопотерь через оконные проемы	Любые помещения. Теплые стены – на участках под окнами. Самая распространенная схема.
6	Теплые стены + радиаторы	Радиаторы используются для быстрого достижения комфортной температуры и для периода времени, когда температура наружного воздуха ниже расчетной.	Помещения повышенной комфортности, гостиничные номера, апартаменты, представительские офисы.
7	Теплые стены + теплые полы + радиаторы	Помещения с повышенным уровнем теплопотерь	При реконструкции старых зданий

При конструировании настенного отопления особого внимания требует расчет температурных режимов наружных стен. Здесь конструктор может столкнуться с вопросом, где и какой толщины должен быть утепляющий слой (см. *рис.5.4.р.5*)

Рис.5.4.р.5 Распределение температуры в толще наружного ограждения



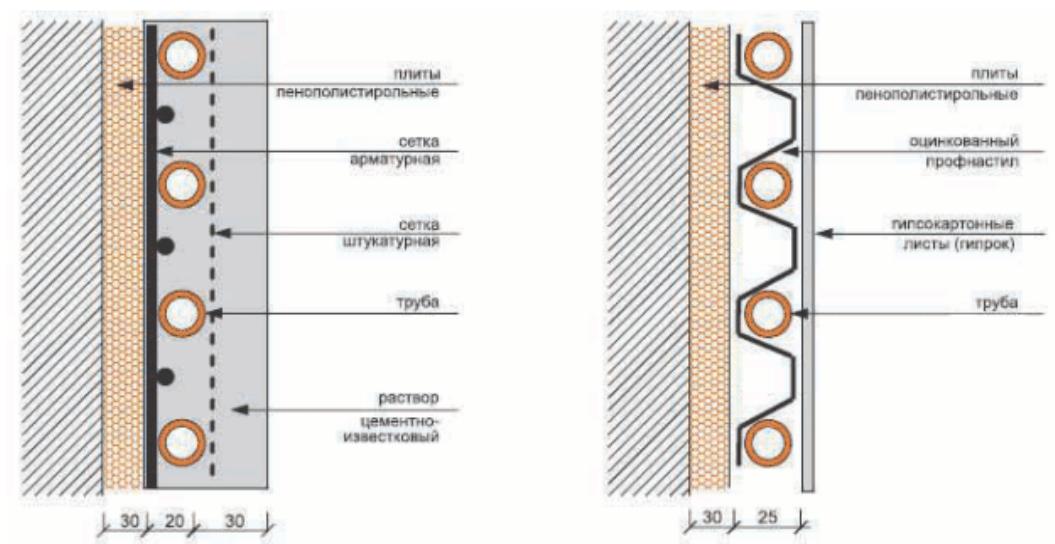
При новом строительстве экономически целесообразным может оказаться вариант , когда утеплитель расположен со стороны улицы (4) В этом случае точка промерзания смешена в толщу утеплителя, поэтому ограждающие конструкции могут выполняться из неморозостойких материалов. Минусом такого решения является то, что кроме энергозатрат на непосредственное отопление помещений, существенная доля тепловой энергии тратится на прогревание ограждающих конструкций.

Вариант размещения слоя утеплителя со стороны помещения (3) приводит к смещению точки промораживания стены по направлению к внутренней грани. Такое решение требует использования морозостойких стеновых материалов и оперативного, малоинерционного регулирования средней температуры теплоносителя . В противном случае возможно полное промораживание стены с неизбежным появлением конденсата .

Такие же требования предъявляются и при настенном отоплении без использования утеплителя (2). В этом случае ошибочный расчет или задержка в регулировании теплового потока может привести к значительным теплопотерям через наружные стены.

В конструктивном отношении исполнение системы теплых стен не представляет серьезных трудностей для специалистов, знакомых с устройством водяных теплых полов (см. *рис.5.4.р.6*).

Рис.5.4.р.6 Варианты конструктивного исполнения теплых стен



При выполнении настенного отопления важно помнить некоторые технологические правила, которые помогут избежать наиболее распространенных ошибок:

- создание штукатурного слоя лучше всего производить в два этапа. Первый слой наносится по каркасу из арматурной проволоки, к которой крепятся металлопластиковые трубы. После достижения этим слоем достаточной прочности, к нему крепится штукатурная сетка и наносится финишный штукатурный слой;
- поверх финишного штукатурного слоя обязательно должен быть нанесен слой сетки «Строби» или эластичной подбумажной бумаги. Такие меры необходимы для предотвращения растрескивания выравнивающего слоя;
- толщина слоя цементно-известкового раствора над металлопластиковой трубой должна лежать в пределах 20-30мм;
- до начала работ по устройству теплых стен рекомендуется заранее установить монтажные и распределительные коробки для электрических и

слаботочных проводок. Сами проводки выполняются после окончательного оштукатуривания в толще верхнего слоя штукатурки;

- перед и в процессе нанесения штукатурных слоев металлополимерные трубы системы настенного отопления должны быть опрессованы полуторным рабочим давлением;
- подача нагретого теплоносителя в трубы настенного отопления допускается после окончательного высыхания штукатурных слоев;
- во избежание последующего механического повреждения трубопроводов настенного отопления, рекомендуется выполнять его исполнительную схему с привязкой осей труб.

5.5. Системы отопления теплиц и открытых площадок

В последнее время достаточно широкое распространение получило использование систем металлополимерных труб для подогрева грунта в теплицах и парниках, открытых площадок, футбольных полей и т.п.

Подогрев грунта в теплицах позволяет на 2-3 недели уменьшить срок вегетации растений и повышает урожайность на 30-40 %, при этом равномерно развивается как корневая система, так и надземная часть растений. При прогреве грунта наблюдается эффект активного улучшения состава почвы.

Подогрев футбольных полей позволяет использовать спортивные площадки круглогодично.

При устройстве систем подогрева металлополимерных труб следует соблюдать ряд основных технологических правил:

- внутренний диаметр труб обогревательных петель желательно принимать не менее 16мм;
- глубину укладки труб следует принимать не менее 25 см, при минимальном шаге 20-30 см;
- максимальную температуру теплоносителя следует рассчитывать из условия, чтобы в корневом слое температура грунта не превышала 25°C;
- трубопроводы следует укладывать на слой дренирующего засыпного утеплителя типа песка или шлака толщиной не менее 20 см;
- в качестве теплоносителя необходимо использовать незамерзающие жидкости на основе пропиленгликоля.

Основные правила при устройстве систем подогрева открытых площадок следующие:

- внутренний диаметр труб обогревательных петель желательно принимать не менее 20 мм;
- максимальная температура теплоносителя не должна превышать 70 °C ;
- обогреваемое покрытие должно иметь уклоны в сторону дождеприемных решеток для отвода дождевых и талых вод;
- в качестве утепляющего слоя для снижения потерь тепла в нижнем направлении должен использоваться керамзит, шлак песок и т.п. толщиной не менее 20 см;
- в качестве теплоносителя необходимо использовать незамерзающие жидкости на основе пропиленгликоля;
- в качестве распределительных коллекторов при обогреве больших площадей рекомендуется использовать стальные трубы диаметром не менее 50мм .