

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра «Организация строительства и управление недвижимостью»**

**УЧЕБНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

по направлению «Проектирование и монтаж современных трубопроводных систем  
в недвижимости»

для студентов специальности 270115

«Экспертиза и управление недвижимостью»

*по спецкурсам:*

«Организация и управление жилищно-коммунальным  
комплексом»

«Реконструкция и обновление сложившейся застройки»

Москва 2007 г.

**Составители:**

*Профессор, д.э.н. Чернышов Л.Н.; доцент, к.э.н. Грабовый К.П.; к.э.н. Новицкий В.Ф.; к.т.н. Сушицкий О.И.; доцент, к.э.н. Баринов В.Н.; доцент Манухина О.А.; доцент, к.э.н. Куракова О.А.; ассистент Ашмарин Г.В.; инженер Глебов В.М.; инженер Фуртат Е.А.*

**Рецензенты:**

*Заведующей кафедрой «Муниципальное образование» Московского института строительства и жилищно-коммунального хозяйства, докт. техн. наук, проф. Прыкин Б.В.*

*Заведующей кафедрой «Экспертизы и управления недвижимостью» Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, докт. техн. наук, проф. Болотин С.А.*

В учебно-практическом пособии предложен комплекс основных вопросов, касающихся применения при строительстве и реконструкциях (модернизации) жилой и коммерческой недвижимости современных высокоэффективных металлопластиковых трубопроводов **Valtec**. Рассмотрены общие вопросы производства металлопластиковых трубопроводов и фитингов для их соединения: Свойства и характеристики применяемых материалов, а также проектирования монтажа и эксплуатации металлопластиковых трубопроводов. Пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по специальности 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью»

Авторы благодарят холдинг VESTA за представленные материалы и возможность ознакомиться с технологией производства и монтажа металлопластиковых труб **Valtec**.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Общая часть.....	5
1.1. Характеристики материалов используемых при производстве металлопластиковых труб (МТ)	5
1.2. Производство МТ.....	8
1.3. Эксплуатационные преимущества МТ.....	10
1.4. Фитинги для соединения МТ.....	13
2. Проектирование трубопроводных сетей (ТС) из МТ.....	21
2.1. Основные требования к проектированию ТС из МТ.....	21
2.2. Учет температурных деформаций при проектировании ТС из МТ.....	22
2.3. Проектирование сетей холодного и горячего водоснабжения из МТ..	25
2.4. Проектирование радиаторного отопления из МТ.....	27
2.5. Проектирование сетей напольного отопления из МТ.....	30
2.6. Проектирование сетей настенного отопления из МТ.....	33
3. Монтаж МТ.....	39
3.1. Общие требования к монтажу МТ.....	39
3.2. Крепление МТ.....	41
3.3. Теплоизоляция МТ.....	42
3.4. Требования к испытанию смонтированных сетей из МТ.....	42
Приложение 1.....	45
Приложение 2.....	46
Приложение 3.....	50
Приложение 4.....	52
Приложение 5.....	53
Приложение 6.....	79
Приложение 7.....	77
Приложение 8.....	85
Приложение 9.....	87
Приложение 10.....	91

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов специальности 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью», проходящим первую и вторую производственную практики по спецкурсам: 270115.02 «Реконструкция и обновление сложившейся застройки», 270115.03 «Организация и управление жилищно-коммунальным комплексом».

Получение студентами приведенных в пособии знаний и практических навыков и умений, в период первой и второй производственных практик, важны в настоящих условиях также для воплощения в жизнь национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России».

Учебно-практическое пособие разработано с учетом современных требований российского законодательства к предпринимательской деятельности. В тексте присутствуют ссылки на нормативные документы, использование которых необходимо при решении практических вопросов применения металлопластиковых труб.

Последовательное изложение информации в пособии, наличие богатого аналитического, иллюстрационного и справочного материала, а также задач по расчету технико-экономических параметров санитарно-технических систем зданий способствует тем самым формированию у студентов соответствующих навыков и умений, необходимых специалистом при организации и принятии проектных решений по управлению жилищно-коммунальным комплексом и реконструкции территории сложившейся застройки муниципальных образований.

В учебно-практическом пособии представлена информация, обеспечивающая студента знаниями касающимися:

- характеристики исходных материалов и производства высокоэффективных труб **Valtec**;
- проектирование и монтажа санитарно-технических систем жилых и общественных зданий (тепло-, водоснабжения) при их строительстве, ремонте и реконструкции с применением металлопластиковых труб;
- использование фитинговых соединений и специализированного инструмента при монтаже и эксплуатации металлопластиковых труб.

Сведения, касающиеся используемого сырья для производства труб, технологии производства металлопластиковых труб, а также сравнительные эксплуатационные характеристики труб **Valtec** и номенклатура фитинговых соединений и специализированного ручного (основного и вспомогательного) инструмента получены на основе глубокого изучения практического опыта использования металлопластиковых труб в России.

## 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Настоящее учебно-практическое пособие является дополнением к основным учебникам для специальности 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью» и одним из оснований для подготовки рабочей программы дисциплины «Монтаж и обслуживание санитарного оборудования».

Раскрывая основные требования к характеристикам исходных материалов и особенностям производства высокоэффективных металлопластиковых и фитинговых соединений, а также к проектированию и монтажу санитарно-технических систем с их применением, авторы на основе результатов изучения практического использования металлопластиковых труб в России, показали, что при разработке труб и выборе сырья для них необходимо учитывать следующее:

- трубы могут подвергаться кратковременному воздействию температуры до  $130^{\circ}\text{C}$ ;
- на трубы может действовать кратковременное давление до 16 бар, когда при испытаниях наружных трубопроводов и при зависимом подключении домовых систем входная задвижка не обладает достаточной плотностью затвора, а предохранительные устройства не срабатывают из-за сверхнормативного износа;
- большая загрязненность трубопроводов продуктами коррозии стали и абразивными включениями;
- возможность замораживания транспортируемой среды;
- возможность воздействия на наружный слой трубы органических веществ в случаях, когда при устройстве теплых полов в раствор добавляются обычные, а не специальные пластификаторы;
- возможность достаточно активного воздействия электрических и высокочастотных полей при параллельной прокладке трубопроводов, электропроводки и компьютерных сетей;

### 1.1 Характеристики материалов используемых при производстве металлопластиковых труб

**1.1.1. Полиэтилен.** В качестве исходного сырья для производства внутреннего слоя труб *Valtec (PEX-AL)* используется гранулированный полиэтилен высокого давления итальянской компании *Crosspolimeri S.P.A.*, которая, наряду с фирмой *Padanaplast*, входит в десятку крупнейших европейских химических фирм.

Гранулы поставляемого полиэтилена содержат в своем составе винилтриметаксилан  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Si}(\text{OR})_3$ , обеспечивающий при экструдировании поперечную сшивку полиэтилена по методу «В» со степенью сшивки 65%.

Первые партии труб *Valtec* были выпущены с наружным слоем, идентичным внутреннему. Однако, изучение международного опыта

эксплуатации металлополимерных труб, выявило ряд недостатков такого решения.

Во-первых, воздействие на сшитый полиэтилен ультрафиолетовых лучей и статического электричества, инициирует процесс его дальнейшей «сшивки». Это, в свою очередь, приводит к полной потере материалом пластичности. Например, металлопластиковая труба, эксплуатирующаяся в системе отопления в течение 5 лет, полностью утратила наружный слой РЕХ в местах прохода трубы через ковровое покрытие пола. По отношению к РЕХ, несшитый полиэтилен имеет гораздо большую устойчивость к ультрафиолету, высокочастотным электро полям и статическому электричеству.

Во-вторых, использование для наружного слоя обычного полиэтилена повышает гибкость трубы, так как простой полиэтилен имеет пластичность выше, чем у РЕХ.

В-третьих, трубы с наружным слоем из несшитого полиэтилена дешевле. В силу этих обстоятельств, производителями труб *Valtec* было принято решение, начиная с 2004 года выпускать трубы с наружным слоем из несшитого полиэтилена высокого давления.

Основным критерием при выборе поставщиков сырья служила стабильность характеристик поставляемых гранул. Такие показатели, как плотность, влажность, индекс расплава и вязкость расплава оказывают решающее влияние на качество экструдированных изделий.

Компания *Crosspolimeri* поставляет сырье с отклонением от паспортных значений не более, чем на 1-1,5%. Для большинства же остальных поставщиков этот показатель достигает 10-15 %.

Каждая партия прибывшего сырья, тем не менее, проходит входной лабораторный контроль температуры плавления и индекса расплава.

Индекс расплава (MFI) определяется методом замера массы расплавленного полимера, при выдавливании через пластомер при заданной нагрузке и температуре. Измеряется индекс расплава в г/10мин. Для полиэтилена высокой плотности индекс расплава может лежать в пределах от 0,9 до 25 г/10мин. Чем выше индекс расплава, тем выше глянец поверхности экструдированных труб. При горении образцов сшитого полиэтилена, выполненного из сырья с различным индексом расплава, отмечается более частое каплепадение у полиэтилена с высоким индексом расплава. Низкий индекс расплава свидетельствует о наличии большого количества комономерных бутиленовых ответвлений от основной цепочки полимера. Отмечено также, что материал с низким индексом расплава со временем (2-3 года) перестает подчиняться логарифмической зависимости между эталонным тангенциальным напряжением и временем.

Для такого материала нельзя с достаточной степенью точности предсказать срок эксплуатации при рабочих параметрах транспортируемой среды.

Для труб *Valtec* подобрано сырье с индексом расплава 19-20 г/10мин.

**1.1.2. Алюминий.** Для предотвращения диффузии кислорода в полость трубы, сохранения трубой приданной при монтаже формы, а также для снижения линейных температурных деформации металлопластиковые трубы *Valtec* имеют средний слой из алюминиевой фольги.

Обычно, алюминий, получаемый из окислосодержащих пород (бокситов) с добавкой криолита ( $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ ), после продувки хлором, удаляющим водород, имеет чистоту 94-96%. Именно из этого алюминия делается средний слой у большинства металлопластиковых труб.

Прочность такого алюминия составляет 60-70 Н/мм<sup>2</sup>.

Напомним, что конструкционную прочность в 380-600 Н/мм<sup>2</sup> имеют только сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем, железом и кремнием (дюралюминий). Но приобретение прочности пропорционально снижает гибкость материала, поэтому хорошую фольгу из дюралюминия сделать не удастся.

Поскольку, одним из основных достоинств металлопластиковых труб является их гибкость, то для труб *Valtec* было решено применить алюминий повышенной пластичности, которую удалось достичь, благодаря вакуумному «выжиганию» примесей железа, присутствующих в алюминии в количестве до 1%. Железо как раз и есть элемент, регулирующий гибкость конечного продукта. При отжиге в присутствии фтористого алюминия содержание железа и прочих примесей снижается, и чистота алюминия достигает 99,4%. При этом прочность алюминия остается на достаточно высоком уровне – 55 Н/мм<sup>2</sup>. Сохранение 0,3% примеси железа и 0,2% примесей кремния обеспечивает достаточную свариваемость алюминиевой фольги.

**1.1.3. Клей.** До недавнего времени, самым уязвимым звеном металлополимерных труб была их способность к расслоению под действием многократного изменения температурных режимов.

Различный коэффициент линейного расширения алюминия и полиэтилена предъявляет к клеевому составу, соединяющему слои, высокие требования по внутренней прочности (когезии), адгезии к алюминию и полиэтилену, гибкости, эластичности и температурной стойкости.

Большинство клеевых составов европейских производителей не выдерживают испытания временем, в результате чего трубы начинают расслаиваться, что приводит к протечкам в местах присоединения к фитингам. После длительного поиска специалисты фирмы *Valtec* остановили свой выбор на акриловом клее американского химического концерна DSM. Этот достаточно дорогой клей был разработан в 2002 году специально для эластичного соединения композиции РЕ-алюминий. Разрывная, долговременная прочность состава составляет 70Н/10 мм, в то время, как у труб на европейских клеях этот показатель не превышает 55 Н/10 мм, хотя нормативное требование к этому показателю - всего 15 Н/10 мм.

Индекс разрывной прочности показывает, какое растягивающее усилие необходимо приложить к вырезанной из трубы спирали шириной 10 мм., чтобы ее расслоить. Следует отметить, что при испытаниях на отрыв клея DSM, происходит вязкое разрушение волокон в толще клеевой прослойки. При этом слой клея остается и на алюминии и на пластике. Это свидетельствует об идеальной адгезии клея к полиэтилену и алюминию.

Качество клея наглядно проявляется при разрывном испытании трубы. Разрушение металлопластика при слабом клее происходит с образованием водяного пузыря между внутренним слоем и алюминием. Чем обширнее участок отслоения, тем слабее клей. У труб **Valtec** расслоения в месте разрыва не наблюдается, так как все слои работают как единое целое. Используемый в трубах **Valtec** клей обладает свойством «игольчатого» проникновения в верхний слой сшитого полиэтилена. Именно этим и объясняется его высокая адгезия. Убедиться в этом свойстве клея достаточно легко. Надо отрезать от металлопластиковой трубы кольцо шириной 10 мм, а затем с помощью плоскогубцев отделить внутренний слой сшитого полиэтилена. При нагреве образца до 130-135<sup>0</sup>С, несмотря на размягчение, свидетельствующее о плавлении кристаллитов, полной прозрачности образца не наступает, так как «игольчатые» клеевые связи придают матовость проклеенной поверхности. В случае, когда клей обладает слабой адгезией к полиэтилену, образец при нагревании становится абсолютно прозрачным.

## 1.2. Производство труб

Трубы **Valtec** производятся на автоматических линиях фирмы *Nextrom*. Линия оснащена самоочищающимися экструдерами, установками для поперечной и продольной сварки алюминиевых лент. Основное отличие этих линий от подобных – непрерывность процесса и дублирование контрольных приборов после каждого этапа изготовления трубы. Кроме качества исходного сырья, огромное значение для качества поверхности труб имеет влажность расплава и соответствие скорости вращения шнека вязкости расплавленного пластика. Высокая влажность расплава приводит к таким дефектам поверхности, как волнистость и наличие шпиров (пузырьковая бугристость).

Полиэтиленовые гранулы имеют свойство впитывать атмосферную влагу, поэтому при производстве труб **Valtec** производится тщательная сушка исходного сырья перед переработкой. Влажность расплава каждой бункерной загрузки определяется по методу Томазетти (TVI-Test).

Каждая линия имеет по четыре экструдера (один - для внутреннего слоя, два – для клеевого слоя, один – для наружного слоя). Шестизонные ТЭНы, установленные вокруг шнеков, обеспечивают стадийный разогрев



сырья по команде с общего щита автоматики. Шнеки защищены от износа и коррозии бронированным слоем на основе никель-кобальт кремний вольфрамовой композиции.

Сварка алюминия для металлопластиковых труб осуществляется четырьмя способами:

*А. Сварка неплавящимся электродом в среде инертного газа (TIG).*

Этот вид сварки позволяет сваривать фольгу практически любой толщины, начиная с 0,3 мм. К недостатком метода следует отнести необходимость использования аргона, замены электрода каждые 3 часа и теоретическую возможность прожига алюминия.

*Б. Лазерная сварка в среде CO<sub>2</sub>.*

Достаточно энергозатратная технология (требует в 3-4 раза большей мощности, чем Nd-YAG сварка). Позволяет сваривать только тонкую алюминиевую фольгу 0,2-0,3 мм. Дает ровный прочный шов.

*В. Сварка твердотельным неодимовым лазером на основе иттриево-алюминиевого граната (Nd-YAG).*

Наиболее быстрый способ сварки, позволяющий производить оперативный контроль качества сварки за счет измерения вихревых токов (токов Фуко). Годится также только для тонкой алюминиевой фольги –0,3 мм.

*Г. Ультразвуковая точечная сварка внахлест.*

Самый медленный из всех вышеприведенных способ сварки, но дает достаточно прочное соединение за счет трехрядной точечно-контактной сварки двух кромок алюминия «внахлест». В отличие от прочих технологий, экструзия внутреннего слоя трубы производится после сварки алюминия. Это гарантирует отсутствие возможных повреждений внутреннего слоя, которые могут допускаться в предыдущих трех случаях, когда сварка производится прямо на поверхности затвердевшего внутреннего слоя полиэтилена.

Соединение алюминия в трубах **Valtec** осуществляется с помощью контактной сварки ультразвуком с нахлестом величиной не менее 2,5 мм. Поскольку при ультразвуковой контактной сварке индукционный метод контроля шва неприемлем, при производстве труб **Valtec** используется предварительная проклейка всей поверхности будущего шва трубы, с последующей сваркой. Такая предосторожность обеспечивает полноценную сварку на всем протяжении шва.

Для стыков алюминиевых лент по длине в обоих случаях используется Nd-YAG сварка, так как в месте пересечения продольного и поперечного швов не должно образовываться утолщений, снижающих общий показатель шероховатости внутренней поверхности.

### 1.3. Эксплуатационные преимущества металлопластиковых труб *Valtec* (дополнительно см. Приложение 2).

Если говорить об алюминиевой прослойке в металло-пластиковых трубах, то сложилась достаточно парадоксальная ситуация. Алюминиевый слой ни по российским нормам, ни по европейским и северо-американским нормам в расчет прочности включаться не должен. Расчетное предельное напряжение в стенках трубы исчисляется только для полиэтиленового (РЕХ) слоя. Таким образом, получается, что чем толще слой алюминия, тем меньше расчетные прочностные показатели трубы, так как происходит соответствующее уменьшение толщины расчетного слоя полиэтилена.

Исходя из такого ограничения, принято алюминиевый слой в металлопластиковой трубе считать просто антидиффузионным барьером, конструктивным элементом, позволяющим сохранять трубе приданную форму и способом уменьшения температурного удлинения трубы. Поэтому говорить о прочностных показателях алюминия, казалось бы, вовсе незачем.

Однако, можно легко посчитать, какую несущую способность имеет алюминиевый слой в трубе *Valtec*. При толщине 0,2 мм и пределе прочности 55 Н/мм<sup>2</sup> алюминиевая труба диаметром 14 мм способна выдержать внутреннее давление  $P=55 \times 2 \times 0,2 / 14 = 1,57 \text{ Н/мм}^2 = 15,7 \text{ бар}$ .

Вероятнее всего, жесткая конкуренция на рынке металлопластиковых труб вынудит производителей инициировать пересмотр норм для учета металлического слоя в прочностных расчетах. А это, в свою очередь, заставит производителей искать пути повышения прочности металлической прослойки. Во всяком случае, трехкратный перерасход полиэтилена в металлопластиковых трубах конкуренция поддерживать не позволит.

Прочное клеевое соединение пластика и алюминия дает возможность избавить металлопластиковые трубы от такого серьезного недостатка, как температурное удлинение полимерных трубопроводов. По сравнению с трубами из РЕХ линейные температурные удлинения металлопластиковых труб в семь раз меньше. Поэтому совсем не обязательно прятать их от людского взгляда.

**1.3.1. Химическая стойкость.** Сшитый полиэтилен труб *Valtec* имеет достаточно высокую химическую стойкость к различным веществам. РЕХ хорошо противостоит воздействию обычных растворителей, таких как углеводороды: ароматических (толуол), хлорированных (трихлорэтилен), алифатических (бензин). Инертен он и к любым моющим средствам и антифризам.

Контакт с труднолетучими органическими соединениями (воск, жиры, масла, олифы) приводит к незначительному набуханию РЕХ. К

сильным окислителям (азотная кислота, галогены) материал труб нестоек и разрушается при контакте с ними.

Коррозии, то есть окислению, полиэтилен абсолютно не подвержен.

Необходимо отметить, что стойкость к тому или иному химическому веществу для полиэтилена нельзя рассматривать в отрыве от рабочей температуры и давления, при которых происходит воздействие.

**1.3.2. Стойкость к отложениям и биологическому обрастанию.** Нельзя не отметить замечательную стойкость труб *Valtec* к солевым отложениям и биологическому обрастанию. Основными ионами, которые могут приводить к отложениям минеральных солей на стенках металлической трубы являются анионы  $\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{SiO}_3^{2-}$  и катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Из-за наличия электрического потенциала между стенками металлической трубы и ионами происходит осаждение минеральных солей на стенках трубопроводов.

С повышением температуры транспортируемой жидкости растворимость солей уменьшается (при  $100^\circ\text{C}$  она равна 0), и увеличивается образование накипи.

Полиэтилен электрически нейтрален к диссоциированным веществам потока, поэтому осаждение солей на стенках труб *Valtec* не происходит, независимо от повышения температуры. Это не значит, что минеральные соли прекращают выпадать. Они также выпадают в виде хлопьевидного осадка. Но на стенках полиэтиленовой трубы они не задерживаются и вымываются потоком.

Биологическое обрастание в стальных трубах в основном вызывается деятельностью железобактерий, которые превращают двухвалентное железо из гидроокиси (ржавчины) в трехвалентное, которое в виде студенистого, илистого вещества осаждается на стенках. В металлопластиковые трубы железобактерии могут попасть из металлических трубопроводов, с которыми они соединены. Однако в пластике отсутствует «пища» для этого вида бактерий, а гладкие стенки металлопластиковых труб не дают возможности колониям укрепиться на выбранном «платцдарме». Если же из водоразборного крана на металлопластиковом трубопроводе все-таки идет «ржавая» вода, то причину надо искать не в металлопластике, а «выше по течению». Слой алюминия в металлопластиковой трубе препятствует проникновению в поток не только кислорода, но и фотонов света, что наблюдается в обычных пластиковых трубах. Свет, попавший в поток, активизирует жизнедеятельность всех микроорганизмов.

Модификация полиэтилена придает ему поверхностную твердость, которая делает трубы *Valtec* стойкими к воздействию абразивных механических частиц, присутствующих в потоке жидкости.

**1.3.3. Гладкость внутренней поверхности труб.** Метод экструзии позволяет получать трубы *Valtec* с идеально гладкой поверхностью. Степень гладкости трубы в гидравлике оценивается либо абсолютной, либо эквивалентной равномерно-зернистой шероховатостью  $K_z$ . Абсолютная шероховатость численно равна средней высоте микробугорков на стенке трубы. Этот показатель замеряется инструментальными средствами на реальной трубе, но использовать его для гидравлических расчетов нельзя, так как он не отражает количество и распределение микробугорков по сечению. Эквивалентная равномерно зернистая шероховатость определяется опытным путем и показывает высоту равномерно распределенных по сечению микробугорков, создающих такое же сопротивление потоку, как реальная труба. Эквивалентная шероховатость труб *Valtec* не превышает 0,007 мм, что делает их сравнимыми по гладкости с медными и стеклянными трубами. Высокая гладкость внутреннего канала обуславливает большую пропускную способность труб. Снижение гидравлических потерь в трубопроводах позволяет применять менее мощные насосы и уменьшать расчетный диаметр труб.

**1.3.4. Релаксация (снижение прочности во времени).** Прочностные и деформационные характеристики как сшитого, так и сцепленного полиэтилена со временем изменяются, что характерно для любого полимера.

В пятидесятых годах XX века, когда химия полимеров начала бурно развиваться, был разработан экстраполяционный метод определения усталостной прочности полиэтилена. На основе ряда испытаний полимерных изделий при различных температурах и нагрузках (кратковременных и длительных) можно, с достаточной степенью точности, определить усталостную прочность изделия во времени, значительно превышающем длительность испытаний.

По результатам испытаний труб *Valtec* составлены диаграммы долговременной прочности, которые позволяют определить, какое давление выдержит труба через определенный период эксплуатации при заданной температуре транспортируемой среды.

График для труб составлен с использованием показателя внутреннего напряжения (пределапластичности) в стенке трубы. Это позволяет рассчитывать внутреннее давление для любого диаметра трубы по формуле:

$$P = \frac{20s\sigma}{(D - s)}, \text{ бар}$$

В этой формуле:  $s$  – толщина стенки трубы в мм;

$\delta$  – предел текучести (внутреннее напряжение) в Н/мм<sup>2</sup>;

$D$  – наружный диаметр трубы в мм.

**1.3.5. Правила транспортировки и хранения труб.** В соответствии с ГОСТ 19433 металлопластиковые трубы не относятся к категории опасных грузов,

что допускает их перевозку любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

При железнодорожных и автомобильных перевозках бухты (пакеты) труб допускаются к транспортировке только в крытом подвижном составе.

Во избежание повреждения труб их следует укладывать на ровную поверхность, без острых выступов и неровностей. Сбрасывание труб с транспортных средств не допускается. Хранение металлопластиковых труб должно производиться по условиям 5 (ОЖ4), раздела 10 ГОСТ 15150 в проветриваемых навесах или помещениях.

Трубные бухты допускается хранить в штабелях высотой не более 3 м. При хранении трубы должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

## **1.4. Фитинги для соединения металлопластиковых труб**

**1.4.1. Общие сведения о фитингах для металлопластиковых труб.** Соединение металлопластиковых труб может осуществляться с помощью *обжимных, прессовых и надвижных* фитингов. Все перечисленные способы при качественном выполнении позволяют получать соединение, равнопрочное с материалом самих труб.

Соединение с помощью *обжимных* фитингов является наиболее доступным для большинства монтажников. Для его исполнения требуется минимальный набор инструментов: два рожковых ключа и калибр. Даже, несмотря на то, что обжимное соединение является разборным, то есть требует периодического обслуживания (подтяжки накидной гайки), спрос на обжимные фитинги в несколько раз превышает спрос на неразъемные пресс-соединители.

*Прессовое и надвижное* соединение выполняется с помощью специального, ручного или электрического инструмента. Такие соединения считаются неразборными, что позволяет их замоноличивать и скрывать за несъемными конструкциями. Для соединения труб *Valtec* конструкторы фирмы *Valtec* разработали две серии фитингов: обжимные – *VTm300* и прессовые – *VTm200*. Литера «m» в маркировке соединителей - типовое окончание марки фитингов для металлопластиковых труб, от итальянского слова «multistrato» (многослойная).

**1.4.2. Гидравлические параметры фитингов VTm** При конструировании фитингов разработчики стремились свести до минимума основной недостаток этих изделий – большое гидравлическое сопротивление потоку.

Из курса гидравлики известно, что для трубного соединителя гидравлические потери складываются из потерь на сужение и расширение потока, линейных потерь от шероховатости стенок фитинга и потерь на изменение потока.

Расчетным путем был найден оптимальный угол сужения сечения потока (конфузора) и расширения (диффузора). В ходе лабораторных испытаний на динамическом стенде расчетные данные были откорректированы. За счет изменения режимов токарной обработки корпусов фитингов была понижена шероховатость внутренней поверхности канала. Если в ранее выпускавшихся фитингах степень точности определялась качеством IT 13 (допуск для диаметра 8 мм – 220 мкм) то фитинги *VTm* выпускаются с каналом, имеющим качество IT 10 (допуск для диаметра 8 мм–58 мкм). В результате эквивалентную шероховатость канала удалось снизить на 25%.

Совокупность перечисленных мер дала возможность достичь для фитингов *VTm* пропускной способности на 20-30% выше, чем у соединителей других производителей.

Для каждого конкретного фитинга опытным путем были установлены коэффициенты местных сопротивлений при любых заданных расходах и направлениях потока, что дает возможность выполнять гидравлические расчеты с малой степенью погрешности.

### **1.4.3. Корпус фитингов VTm**

#### *1.4.3.1 Материал корпуса*

Материалом корпуса и накидной гайки фитингов *VTm* служит горячепрессованная латунь с содержанием меди 58% (CW617N по EN 12165, LC59-1 по ГОСТ 15527-70). Содержание в сплаве свинца не превышает 1,9%. Такой состав гарантирует достаточную прочность изделия, а также позволяет легко производить его токарную обработку и нарезку резьбы.

Кроме тщательного входного анализа исходного сырья на заводе-изготовителе, состав латуни контролируется на образцах готовых изделий из каждой поступающей в Россию партии. Контроль состава производится в лаборатории микрондового анализа Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. Карпинского микроанализатором Camebax (Cameca, Франция) и лазерным анализатором МСЛ-2. Корпус и накидная гайка фитингов имеют гальвано-покрытие из никеля.

В настоящее время ряд фирм, выпускающих фитинги для металлопластиковых труб, использует, так называемую, «пищевую латунь» по стандарту DIN 17760 без наружного защитного покрытия, которая имеет обозначение DZR (DeZincification Resistance –стойкая к вымыванию цинка). «Пищевая» латунь получается путем легирования латуни никелем, который инициирует полное растворение цинка в меди и исчезновение  $\beta$ -фазы твердого раствора. Для этих же целей некоторые фирмы используют добавление в латунь мышьяка, однако последний способ слишком сомнителен, чтобы называть получившийся раствор «пищевым».

Фирма *Valtec* не пошла по пути использования «пищевой» латуни по следующим соображениям: легирование латуни действительно связывает цинк и предотвращает его вымывание, однако этот метод никак не защищает латунь от химической и электрохимической коррозии. Ведь и сама медь при неблагоприятных условиях может достаточно активно корродировать. Язвенная коррозия латуни наиболее часто проявляется в местах повышенной турбулентности потока: в зонах резкого изменения направления потока и изменения сечения канала. А ведь именно эти зоны и присутствуют в любом фитинге.

Гальваническое покрытие латуни позволяет защитить ее от гораздо большего количества неблагоприятных воздействий, чем легирование. В частности, никелевое покрытие отлично защищает латунь от разрушения ионами хлора и аммиака. Напомним, что хлорирование воды производится на водозаборных станциях для ее обеззараживания, а аммиак добавляется в процессе химводоподготовки котловой воды для снижения содержания кислорода.

#### 1.4.3.2 Особенности конструкции корпуса.

Если вспомнить конструкцию обычного сгона в сборе, то в его состав входит муфта и прижимная гайка. Гайка притягивается к муфте, тем самым прижимая уплотнительный материал (ленту ФУМ или лен) и полностью герметизируя соединение. В фитингах *VTm* с переходом на наружную трубную резьбу роль прижимной гайки играет специальный буртик (размер *C* рисунка 1).

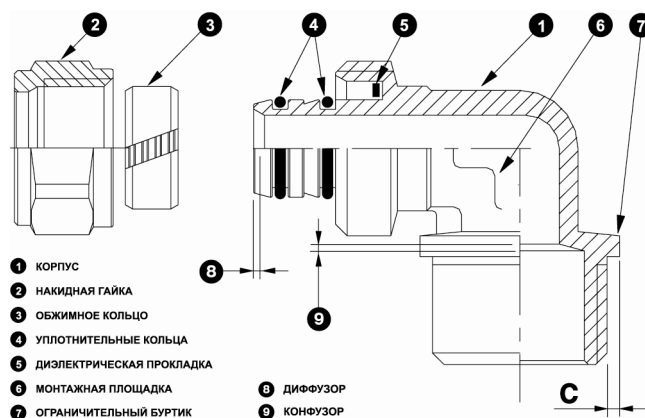


Рис. 1.

Он одновременно ограничивает заход резьбы во встречный соединитель. Большинство изготовителей подобного буртика не делают из соображений экономии металла. В результате ход резьбы ничем не ограничивается и качественное уплотнение соединения создать затруднительно.

Для удобства монтажа на корпусе обжимных фитингов *Valtec* (*VTm*) имеются специальные площадки под рожковый ключ (поз.6 рисунка

1). Расстояние между параллельными плоскостями двух таких площадок на противоположных сторонах фитинга точно соответствует стандартному размеру рожкового ключа. Подобные площадки есть на изделиях многих фирм, но на них, как правило, помещают выпуклые литеры (товарный знак, диаметр), что исключает их первоначальное предназначение. У фитингов *VTm* литеры на площадках не выступают за их плоскости.

Утопленные литеры имеют и еще одно немаловажное назначение. На формооснастке, в которой изготавливаются фитинги, эти литеры-выпуклые. По степени износа выпуклых литер на оснастке можно судить о степени износа формы. Таким образом, уменьшение глубины литер на готовом изделии должно само сигнализировать о необходимости замены оснастки. Фактически, каждая форма рассчитана на 100000 циклов, после чего она подлежит замене.

#### 1.4.3.3 Уплотнительные кольца

Достоинства даже самого хорошего обжимного соединителя могут свестись на «нет», если он укомплектован некачественными уплотнительными кольцами. Они неизбежно порвутся еще на стадии монтажа и вместо серьезного соединения получатся серьезные проблемы.

Два уплотнительных кольца на штуцере соединителей *VTm* (рисунки 2) изготовлены из *Е.Р.Д.М.* (этилен пропилен диен мономера), показатели прочности и долговечности которого выше, чем у маслобензостойкой, черной резины марки NBR, используемой другими фирмами. Кольца обеспечивают герметичность примыкания штуцера к внутренней поверхности трубы.

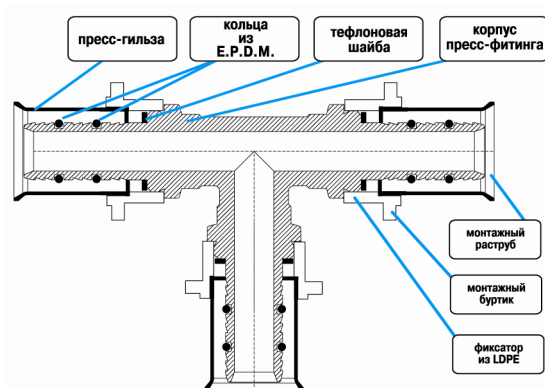


Рис. 2.

#### 1.4.3.4 Диэлектрическая прокладка

Достаточно толстая (0,9 мм) прокладка из тефлона (рисунки 3) предотвращает электрический контакт между латунью соединителя и алюминием соединяемой трубы.

Она защитит от пробоя между фитингом и алюминием даже при попадании оголенного фазного провода на корпус соединителя. Отсутствие



такой прокладки приводит к созданию гальванической пары Al-Cu, что может стать причиной электрокоррозии.

Кроме того, прокладка электрически размыкает трубопровод, делая его в целом неэлектропроводным и безопасным.

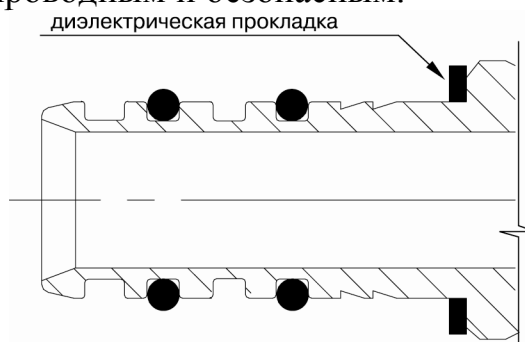


Рис. 3.

#### 1.4.3.5 Интегрированный штуцер

Ряд производителей выпускают фитинги с вставным штуцером (так называемый «евроконус»). С точки зрения производства - это очень экономичное решение. Однако, при монтаже системы вместо одного «слабого звена», каким всегда является любое соединение, получается сразу два. Вероятность «отказа» такой системы увеличивается вдвое. Фитинги **VTm** имеют интегрированный штуцер, то есть корпус фитинга и штуцер представляют единое, неразъемное изделие.

Обжимное кольцо («сухарь») (поз.3 рисунка 1) соединителей **VTm 300** выполнено из латуни, методом нарезки из латунной трубы с внутренним оребрением. В продаже можно встретить обжимные фитинги, где обжимное кольцо изготовлено из латунной ленты, навитой в спираль. Такое кольцо, больше похожее на пружинную шайбу Гровера, при затяжке гайки вместо аксиального обжима начинает «сдирать» верхний слой металлопластиковой трубы, что может привести к ее значительным повреждениям.

При разработке штуцера обжимного фитинга **VTm** было использовано оригинальное инженерное решение: между уплотнительными кольцами имеется радиальная канавка. Ширина обжимного кольца «сухаря» рассчитана таким образом, что при обжиме «сухарь» вдавливают в эту канавку внутренний слой полиэтилена трубы. Создается конструкция, противодействующая усилиям, стягивающим трубу со штуцера (см рис. 4).

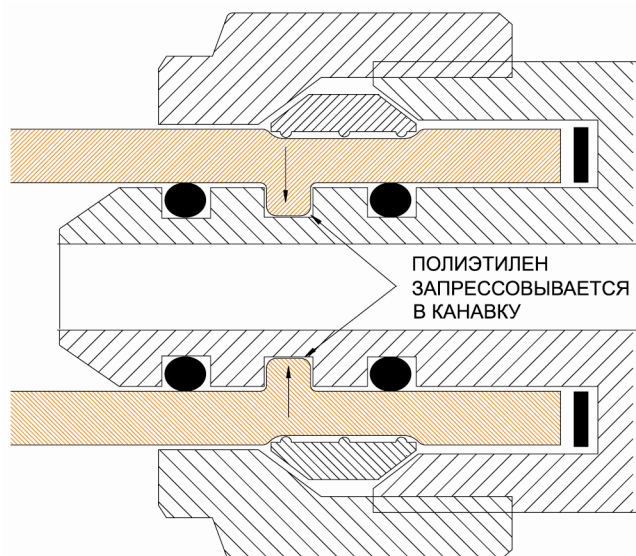


Рис.4.

**1.4.4. Пресс-соединители VTm200.** Пресс-соединители многих производителей имеют на штуцере ряд пилообразных проточек, которые должна препятствовать сползанию труб при температурных деформациях. Однако расположение этих проточек зачастую не учитывают расположение сосредоточенных усилий, которые создает пресс-инструмент. В результате, когда область воздействия пресс-насадки попадает на «гребень» проточки, полиэтилен внутреннего слоя деформируется таким образом, что в трубе создается ослабленное сечение (рис. 5).

Пресс-фитинги VTm200, рассчитанные на опрессовку насадками типа ТН, в зонах, где действуют сосредоточенные радиальные усилия, имеют прямоугольные выточки, в которые при запрессовке вдавливаются полиэтилен внутреннего слоя (рис. 6). Таким образом, создается прочное несползающее соединение. Если теперь срезать гильзу и попробовать снять трубу, то это не удастся сделать пока не будут «оторваны» от трубы образовавшиеся полиэтиленовые кольца.

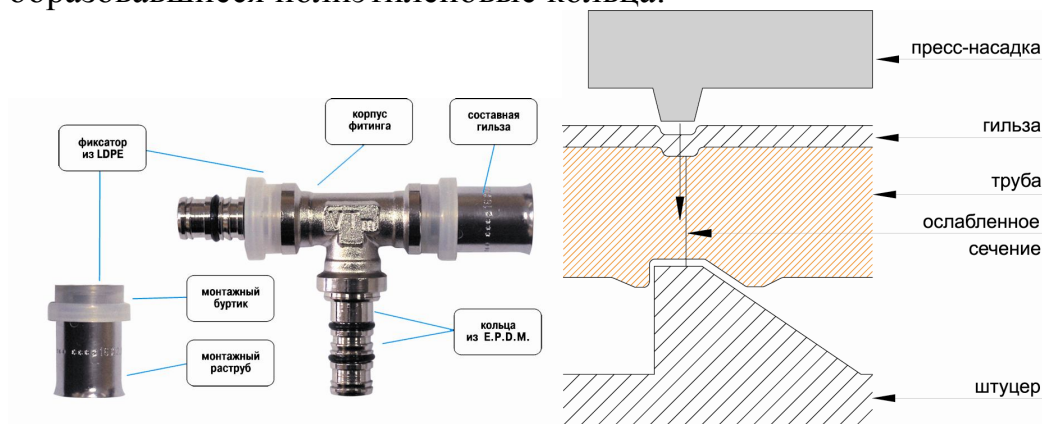


Рис. 5.

Как показал анализ многих пресс-соединителей различных фирм, очень часто уплотнительные резиновые кольца штуцера располагаются непосредственно в зоне сосредоточенного обжатия пресс-инструмента. Упругие свойства резиновых уплотнителей в таком случае препятствуют достаточному обжатию слоев трубы.

Иначе говоря, основные деформации испытывает резина, а не труба. В результате соединение не обладает достаточной прочностью и склонно к «сползанию». Достаточно часто при неправильном расположении уплотнительных колец, (особенно при использовании резины NBR), сами кольца теряют прочность и рвутся от воздействия обжимающих усилий.

У фитингов **VTm 200** кольца из EPDM расположены в промежутках между зонами сосредоточенного обжатия пресс-инструментом с насадками типа «ТН».

Пресс-гильза соединителей **VTm200** выполнена из высоколегированной стали марки AISI 304 (соответствует марке 08X18H9 по ГОСТ 5632-72).

Содержание вредных примесей в сплаве сведено до минимума. В частности, содержание серы составляет не более 0,004% (при норме не более 0,02%). (см. Приложение 3.)

Такая коррозионно-стойкая сталь обладает прекрасной стойкостью против химической, электрохимической и межкристаллитной коррозии. Вместе с тем эта нержавеющая сталь достаточно пластична и поддается опрессовке даже ручным инструментом.

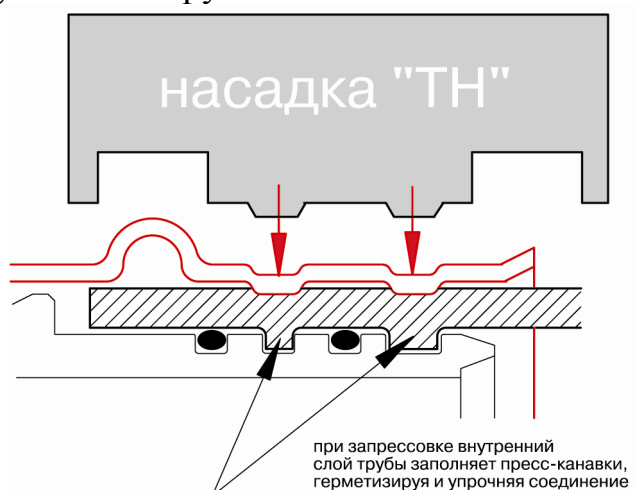


Рис. 6.

Выпускаемые в настоящее время пресс-соединители различных фирм можно условно разделить на две группы: фитинги со съемными гильзами и фитинги с несъемными завальцованными гильзами. У каждого из этих решений есть свои достоинства, и есть свои недостатки.

Съемная гильза позволяет легко контролировать правильность расположения уплотнительных колец на штуцере, и в случае необходимости,

установить их на место. Ведь часто при надевании трубы на штуцер (особенно при недостаточно снятой внутренней фаске) уплотнительные кольца покидают предназначенные для них канавки.

Съемная гильза дает возможность при какой-либо ошибке в монтаже, срезать неудачно запрессованную гильзу с куском трубы и заменить гильзу на новую, не меняя при этом весь фитинг. В то же время, торгующие организации и монтажники теряют массу времени на комплектацию. Даже, когда фитинги поставляются комплектно в пластиковых пакетиках, на строительной площадке часть гильз теряется, перемешивается по диаметрам, попадает под ноги и портится.

Завальцованная гильза всегда готова к опрессовке, но в ней очень трудно поправить сбившееся уплотнительное кольцо, а мельчайшая ошибка в опрессовке требует замены всего фитинга.

Инженерами фирмы **Valtec** было найдено оригинальное компромиссное решение. Фартук гильзы завальцован на корпус соединителя, но этот фартук с двух противоположных сторон прорезан прямоугольными окошками. Эти окошки выполняют сразу несколько функций.

Во-первых, через них монтажнику предоставлена возможность контролировать правильность расположения изолирующей прокладки и достаточность захождения трубы на штуцер.

Во-вторых, вставив в окошко отвертку и приложив небольшое усилие, гильзу можно снять с фитинга.

Чтобы обратно «защелкнуть» гильзу на положенное место, достаточно надеть ее на корпус и слегка ударить по верхнему ее срезу гаечным ключом или молотком. Таким образом, в фитингах **VTm200** соединились достоинства съемных и завальцованных гильз, при этом все ранее отмеченные недостатки исчезли.

Однако, для монтажников, которые привыкли работать только со съемными гильзами, серия **VTm** предоставляет такую возможность.

Наряду с завальцованными, выпускаются съемные гильзы с полиэтиленовым фиксатором. Фиксатор крепит гильзу к корпусу и одновременно служит направляющим элементом для правильной установки пресс-насадки.

Технология изготовления гильз выбрана с учетом обеспечения их максимальной прочности. Ряд фирм делает гильзы из листа со сварным швом, а любой шов—это потенциальная опасность разрушения. Широко используется деформационная выштамповка гильз из листа. Этот метод из-за многократного воздействия штампа на заготовку создает в гильзе множество зон концентраций напряжения, что не позволяет реально оценить прочностные качества гильзы. На фирме **Valtec** гильзы производятся путем холодного деформирования трубы из нержавеющей стали.

Для удобства введения трубы в гильзу, верхняя часть гильзы фитинга **VTm200** имеет небольшой монтажный раструб. Для точной

фиксации насадки пресс-инструмента на гильзе выштампован монтажный буртик, по размерам точно вписывающийся в углубление пресс-насадки. Это является гарантией того, что усилия при опрессовке передадутся именно туда, куда нужно.

В продаже можно встретить латунные пресс-гильзы. Это решение себя не оправдывает, так как для сохранения приданной гильзе деформации толщина стенки гильзы должна быть порядка 1,5 – 2 мм, что существенно затрудняет работы по ее опрессовке. Отметим, что толщина гильзы фитингов *VTm200* составляет всего 0,5 мм.

Лабораторные испытания пресс-фитингов *VTm200* напрессованных на металлопластиковых трубах с алюминиевым слоем показал, что при давлении транспортируемой жидкости порядка 80-90 бар происходит разрыв труб. При этом никаких деформаций в соединителях отмечено не было. Были также произведены разрывные испытания на трехслойных трубах со средним слоем из оцинкованной стали. Разрыв труб произошел при давлении 180 бар. Соединители и в этом случае надежно выполняли свою функцию.

## **2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ИЗ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

### **2.1. Основные требования к проектированию трубопроводов**

Трубопроводы из металлопластиковых труб *Valtec* могут прокладываться, как открыто, так и в строительных конструкциях. В последнем случае соединение труб должно выполняться неразъемным на пресс-соединителях.

Трубопроводы систем радиаторного отопления, прокладываемые в полах, рекомендуется монтировать в защитном гофрированном пластиковом кожухе. Эта мера после замоноличивания стяжки позволит избежать появления температурных напряжений, вызванных изменением длины трубы.

При скрытой прокладке трубопроводов в местах расположения разборных соединений и арматуры следует предусматривать люки или съемные щиты, не имеющие острых выступов.

Трасса трубопровода должна выбираться таким образом, чтобы изгибы трассы компенсировали температурные удлинения труб. В противном случае необходимо предусматривать устройство компенсаторов (см. п. 2.2).

Конструктивные решения по прокладке металлопластиковых трубопроводов должны учитывать защиту труб от:

- теплового излучения, открытого огня, искр;
- ультрафиолетового излучения;
- механических повреждений;
- вандализма в помещениях общего пользования.

- воздействия химических веществ, агрессивных к полиолефинам. В местах прохода металлопластиковых труб через стены, перегородки и перекрытия, труба должна быть заключена в защитный пластиковый гофрированный кожух (рис. 7).

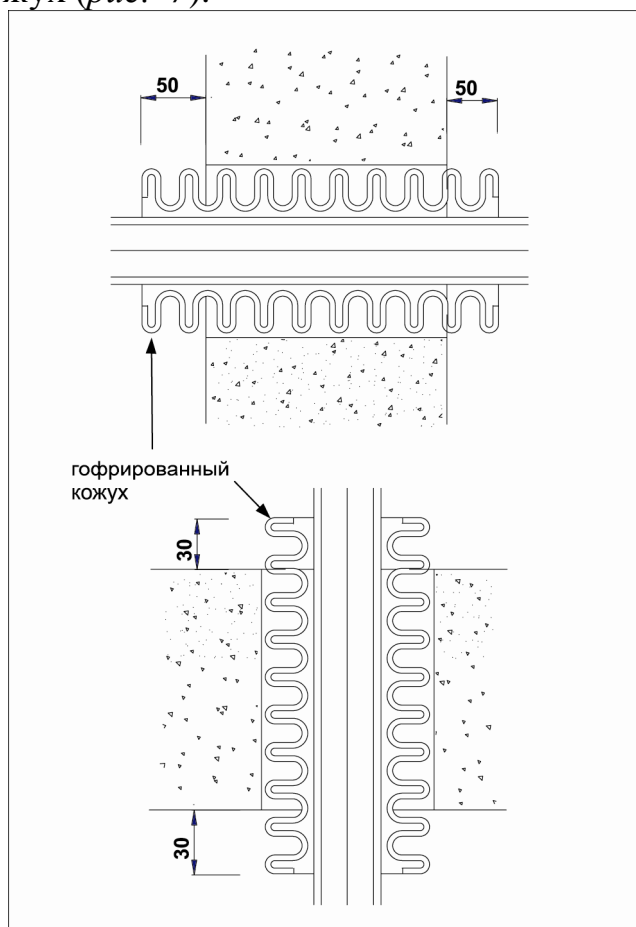


Рис. 7.

## 2.2. Учет температурных деформаций при проектировании трубопроводных сетей

Коэффициент линейного расширения труб для труб *Valtec* этот показатель равен  $0,000028 \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$ . Это обозначает, что каждые 10м трубы при повышении температуры на  $10^{\circ}\text{C}$  удлиняются, соответственно на 2,6 мм и 2,8 мм. Величину температурного удлинения (укорочения) участка трубы можно определить по формулам:

- для трубы *Valtec* -  $\Delta L = \frac{28 * L * \Delta T}{1000}$  (мм), где:

$\Delta L$ - величина изменения длины трубы в мм;

L - длина участка трубы в м;

$\Delta T$ - разница между минимальной и максимальной температурой транспортируемой среды, встречающейся при ее эксплуатации или монтаже (см. табл. 3.)

Таблица 3

№	Вид системы	T, °C
1	Радиаторное отопление	90
2	Напольное отопление	45
3	Водопровод горячей воды	55
4	Водопровод холодной воды (летом)	15
5	Водопровод холодной воды (зимой)	5
6	Температура монтажа	10

Для компенсации температурных колебаний в длине трубы используются **Г-образные, П-образные и О-образные компенсаторы**.

**Г-образный компенсатор** представляет из себя поворотный участок трубы, в котором расстояние от ближайшей неподвижной опоры до поворота считается расчетной длиной **L<sub>p</sub>**, температурные удлинения которой следует компенсировать. При этом расстояние от поворота до ближайшей подвижной опоры **L<sub>к</sub>** принимается за компенсационный участок, длина которого рассчитывается по формуле:

$$L_k = 30 * \sqrt{D_n * \Delta L} \text{ (мм)},$$

где **D<sub>n</sub>** - наружный диаметр трубы в мм.

Таким образом, установив подвижную опору на расстоянии от угла поворота не менее **L<sub>к</sub>**, удастся создать **Г-образный компенсатор**, воспринимающий температурное изменение участка **L<sub>p</sub>**.

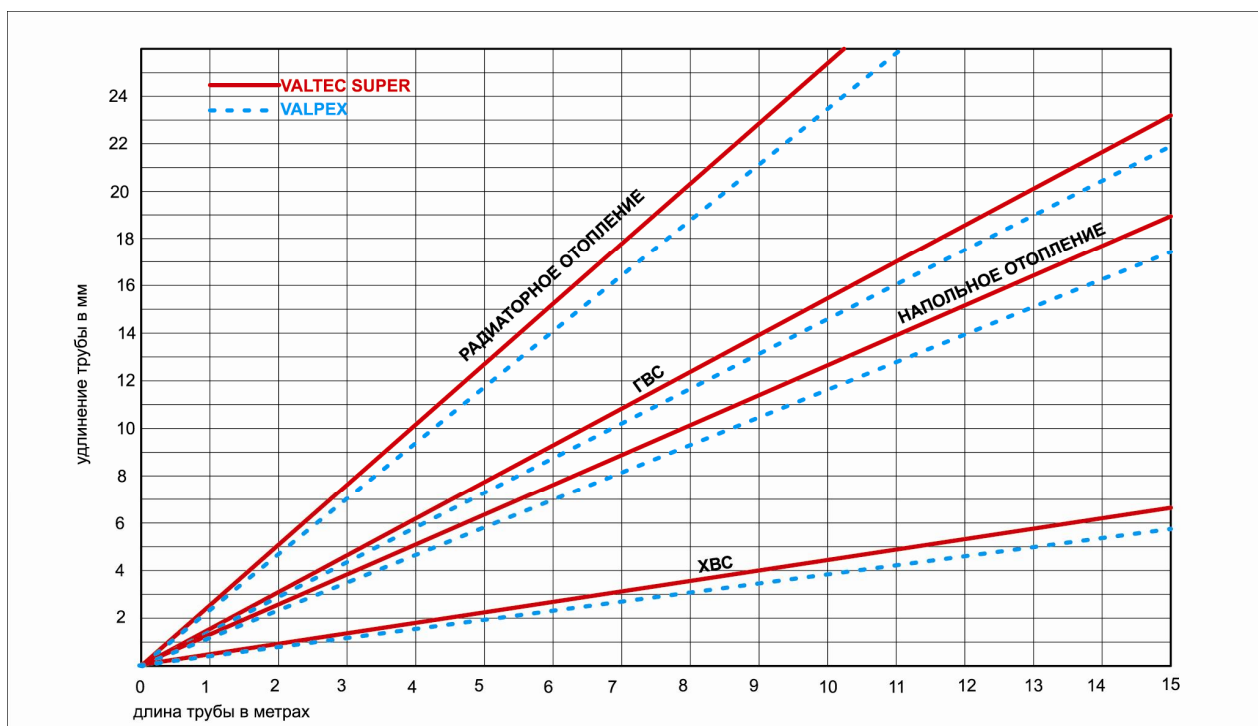


Рис. 8.

Важно, чтобы расстояние от стены до трубы при создании Г-образного компенсатора не было меньше величины. В противном случае, может произойти залом трубы в точке ее соприкосновения с углом стены.

**П-образный компенсатор** (рис. 9) используется, когда трасса проложена прямолинейно, и отсутствует техническая возможность устройства Г-образных компенсаторов. Вынос П-образного компенсатора  $L_k$  считается по формуле, приведенной для Г-образного компенсатора. Минимальная ширина компенсатора  $B$  равна  $12,5D_H$ . Расстояние от оси компенсатора до следующей подвижной опоры не должна превышать  $50D_H$ .

**О-образный компенсатор** (рисунок 9) применяется в случае, когда расчетная величина выноса П-образного компенсатора не может быть обеспечена по конструктивным соображениям. Обычно, О-образный компенсатор выгоднее применять, когда  $\Delta L$  превышает  $0,4D_H$ .

Следует учесть, что неподвижная опора в этом случае устанавливается на компенсационной петле, не допуская свободного ее перемещения, а диаметр петли не должен быть менее  $10D_H$ . Расстояние от оси О-образного компенсатора до ближайшей подвижной опоры не должно превышать  $30D_H$ .

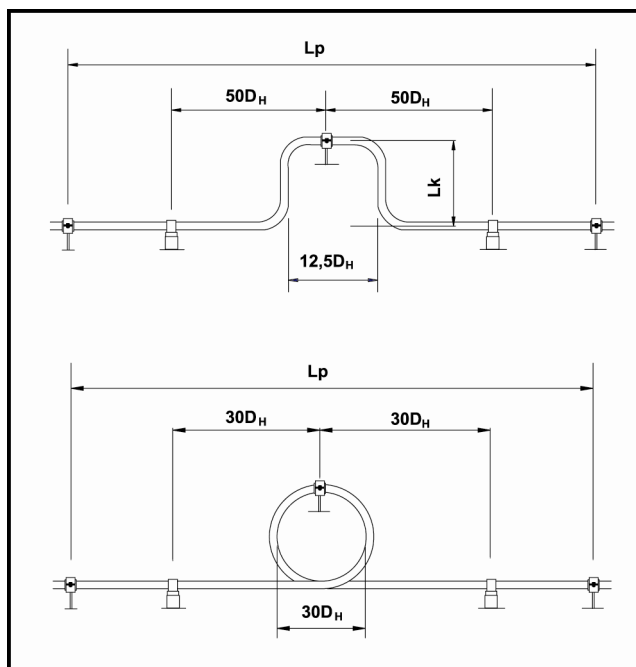


Рис. 9.

### Пример.

#### **Исходные данные:**

Расчетный прямолинейный участок трубы **Valtec D16** имеет длину  $L_p=5$  м. Труба монтируется внутри помещения при температуре воздуха  $+10^{\circ}\text{C}$ . Расчетная температура теплоносителя  $+90^{\circ}\text{C}$ . Гидравлические испытания проводятся из водопровода холодной воды с температурой  $+50^{\circ}\text{C}$ . Требуется



определить расчетное удлинения (укорочение) участка трубы для выбора расстояния до подвижной опоры.

**Расчет:**

1. В период гидравлического испытания холодной водой величина укорочения трубы:

$$\Delta L_1 = \frac{26 * L * \Delta T}{1000} = 26 * 5 * (10 - 5) / 1000 = 0,65 \text{ м}$$

2. В эксплуатационный период удлинение трубы:

$$\Delta L_2 = \frac{26 * L * \Delta T}{1000} = 26 * 5 * (90 - 10) / 1000 = 10,4 \text{ м}$$

3. Минимальное расстояние от угла поворота до неподвижной опоры: (Рисунок 10)

$$L_K = 30 * \sqrt{D_H * \Delta L} = 30 * \sqrt{16 * 0,4} = 387 \text{ мм}$$

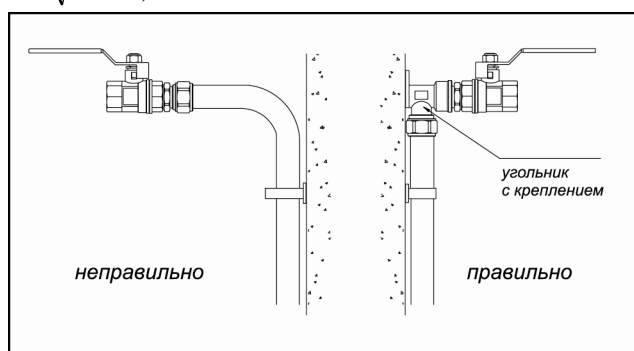


Рис.10.

### 2.3. Проектирование сетей холодного и горячего водоснабжения<sup>1)</sup>.

При выборе вариантов схемы прокладки 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. Оценка различных вариантов систем разводки сведена в таблицу, при этом за 100% приняты данные по тройниковой (традиционной) разводке. При конструировании систем трубопроводную арматуру следует устанавливать в соответствии с требованиями строительных норм и правил (см. приложение 4).

<sup>1)</sup> Определение расчетных параметров сетей холодного и горячего водоснабжения приведены в Приложении 5.

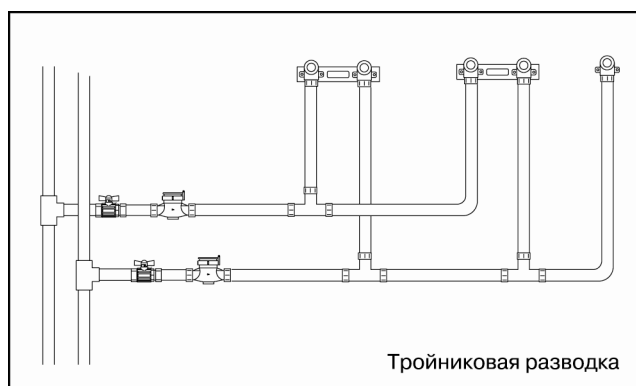


Рис. 11.

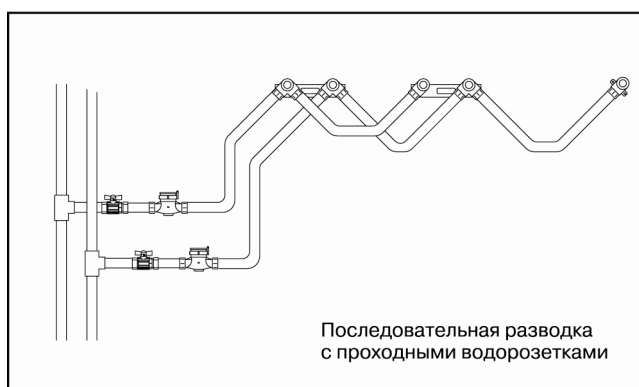


Рис.12.

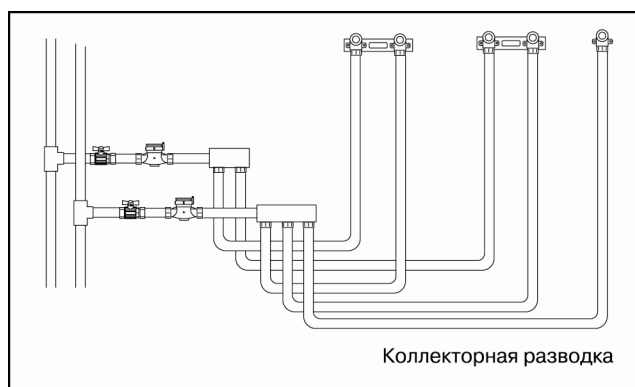


Рис. 13.

Таблица 4.

№	Схема разводки	Количество соединений	Длина труб	Стоимость материалов	Трудо-затраты	Эксплуатационные характеристики
1	Тройниковая	100%	100%	100%	100%	Неравномерное давление по приборам
2	Коллекторная	71%	150%	126%	88%	Равномерное давление по приборам
3	Последовательная, с применением проходных водорозеток	57%	80%	70%	52%	Неравномерное давление по приборам

Количество устанавливаемых санитарно-технических приборов и водоразборной арматуры определяется технологической частью проекта и техническим заданием заказчика. В случае, если при определении расчетных расходов воды на участках водопроводной сети значение вероятности  $P$  превышает единицу, количество водоразборных приборов не обеспечивает подачу нормативных расходов. Количество точек водоразбора в данной ситуации требует увеличения.

При определении мест установки водоразборной арматуры следует придерживаться рекомендаций СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-

технические системы», приведенных в таблице (если иное не предусмотрено паспортом на устанавливаемый прибор).

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

*В соответствии с п.3. 1а СНиП 2.08.01 на вводе в квартиру в качестве первичного средства пожаротушения следует устанавливать кран со штуцером для присоединения шланга.*

## 2.4. Проектирование систем 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 – 70-е 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 души».

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.

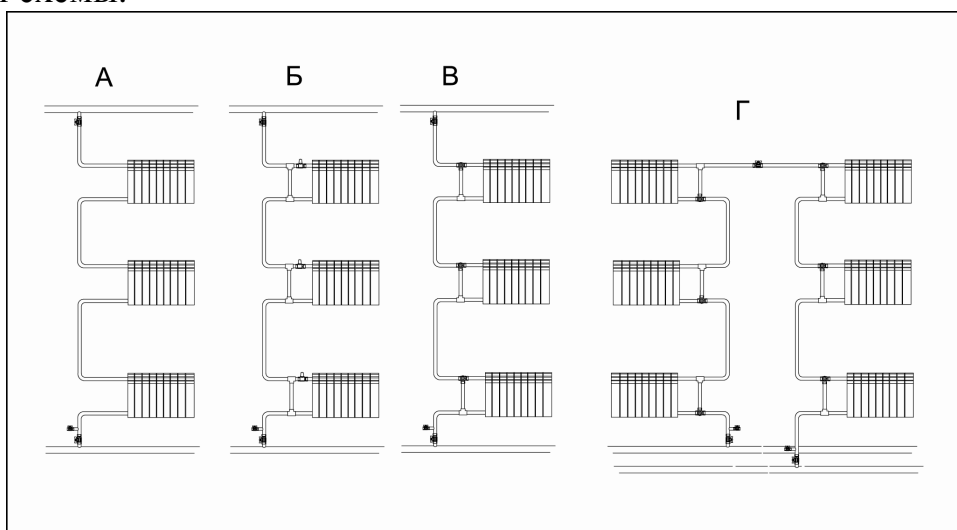


Рис. 14.

*Однотрубная система с верхней разводкой без замыкающих участков (рис. 14 А).*

Самый экономичный вид системы, использующийся, в основном, только для отопления лестничных клеток жилых и общественных зданий. Возможность регулировки отопительных приборов полностью отсутствует. Расчетный перепад температур в радиаторе,  $\Delta T_p = \Delta T / N$  где  $\Delta T$  - расчетная разница температур между прямой и обратной магистралью;  $N$  – количество этажей. По сравнению с двухтрубной системой расход теплоносителя в стояке больше в  $N$  раз. Температура теплоносителя в верхнем приборе выше, чем в нижнем, что требует использования на нижних этажах отопительных приборов с большей поверхностью нагрева.

*Однотрубная система с верхней разводкой с замыкающими участками с радиаторными терморегуляторами (рис. 14 Б).*

Наиболее распространенный вид системы. В качестве терморегуляторов могут использоваться клапана **VT 31, 32**. Регулировка любого из радиаторов системы приводит к гидравлической и температурной разбалансировке всего стояка. Расчетный перепад температур в радиаторе  $\Delta T_p = \Delta T / N$ . По сравнению с двухтрубной системой расход теплоносителя в стояке больше в  $N$  раз. Температура теплоносителя в верхнем приборе выше, чем в нижнем, что требует использования на нижних этажах отопительных приборов с большей поверхностью нагрева.

*Однотрубная система с верхней разводкой с терморегуляторами на замыкающих участках (рис. 14 В).*

В качестве терморегуляторов используются трехходовые клапана **VT600**. Регулировка каждого прибора сохраняет общие гидравлические характеристики стояка. В остальном, сохраняются недостатки однотрубных систем.

*П-образные однотрубные стояки с нижней разводкой и терморегуляторами на замыкающих участках (рис. 14 Г).*

В качестве терморегуляторов используются трехходовые клапана **VT600**. Регулировка каждого прибора сохраняет общие гидравлические характеристики стояка. Расчетный перепад температур в радиаторе  $\Delta T_p = \Delta T / 2N$ . По сравнению с двухтрубной системой расход теплоносителя в стояке больше в  $2N$  раз. Температура теплоносителя снижается от первого радиатора к последнему, что требует использования постепенного увеличения поверхности нагрева отопительных приборов.

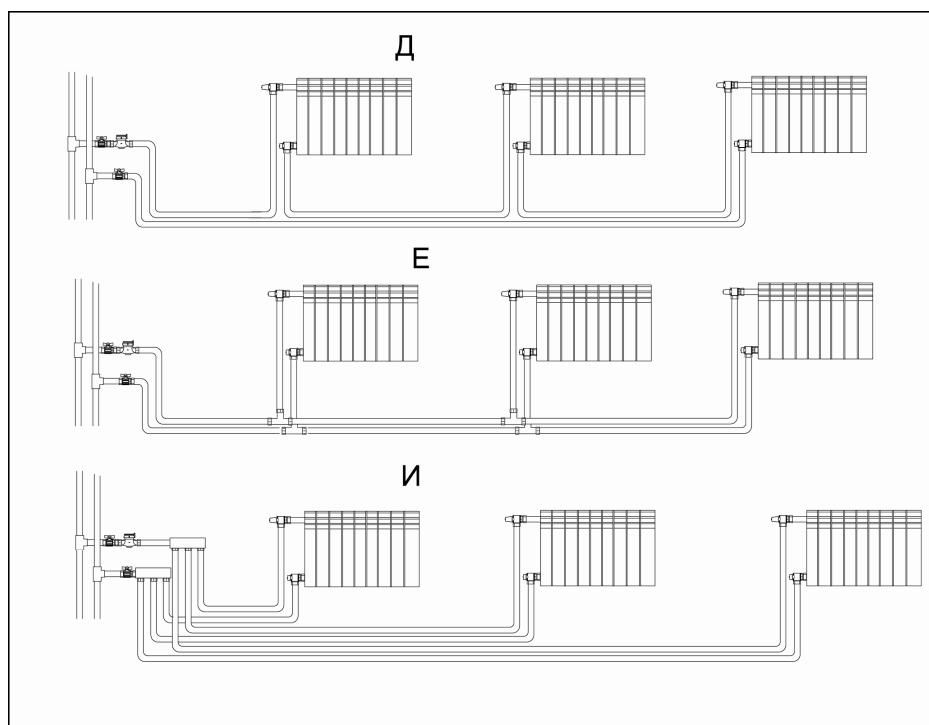


Рис. 14.

*Система с двухтрубными стояками и горизонтальной однотрубной разводкой (рис. 14 Д).*

Регулировка радиаторов может осуществляться клапанами **VT225** (50%). Использование клапанов **VT31, 32** приводит к тому, что регулировка одного из радиаторов приводит к изменению температуры в последующих приборах. Расчетный перепад температур в радиаторе  $\Delta T_p = \Delta T / P$ , где  $P$  – число последовательно соединенных радиаторов. Расход теплоносителя через горизонтальную магистраль в  $P$  раз больше, чем при двухтрубной системе. Схема позволяет оборудовать узел поквартирного учета тепловой энергии.

*Система с двухтрубными стояками и горизонтальной двухтрубной разводкой (ис. 14 Е).*

Регулировка приборов может осуществляться термостатическими клапанами **VT 31,32, VT225** (100%). Регулировка отдельно взятого прибора не приводит к снижению температуры в остальных приборах. Горизонтальная магистраль рассчитывается на пропуск суммарного расхода теплоносителя для всех расположенных по ходу теплоносителя приборов. Схема позволяет оборудовать узел поквартирного учета тепловой энергии.

*Система с двухтрубными стояками и лучевой коллекторной разводкой (Рисунок 14 И).*

Регулировка приборов может осуществляться термостатическими клапанами **VT 31,32, VT225** (100%), как расположенными на отопительных приборах, так и клапанами **VT 31,32**, расположенными на патрубках

коллектора. В этом случае клапана оборудуются сервоприводом и регулируются по команде комнатных термостатов. 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.

## 2.5. Проектирование систем напольного отопления<sup>2)</sup>.

Водяные теплые полы прочно вошли в арсенал инженерного оборудования дома благодаря созданию ими максимально комфортного для человека и домашних животных температурного режима в помещениях (Рисунок 15). Основным фактором, который обеспечивает надежность и эффективность системы теплого пола – это использование комплектной системы, поставляемой одним производителем, что гарантирует полную совместимость всех элементов и возможность точного расчета температурных режимов в соответствии с графиками распределения температуры по высоте помещения.

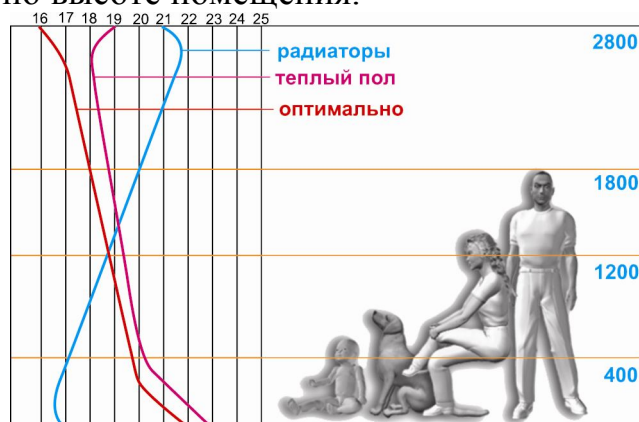


Рис. 15. Графики распределения температуры по высоте помещения.

Практика показывает, что устройство теплых полов «на глазок» обходится заказчику в 1,5-2,3 раза дороже, чем грамотно спроектированная и налаженная система.

Для возможности выполнения системы напольного отопления необходимо, чтобы помещение имело резерв по высоте для размещения «пирога» теплого пола. Минимально требуемая высота конструкции теплого пола составляет 85 мм (без учета покрытия пола) (рис.16).

<sup>2)</sup>Определение расчетных параметров напольного отопления приведены в Приложении 6.

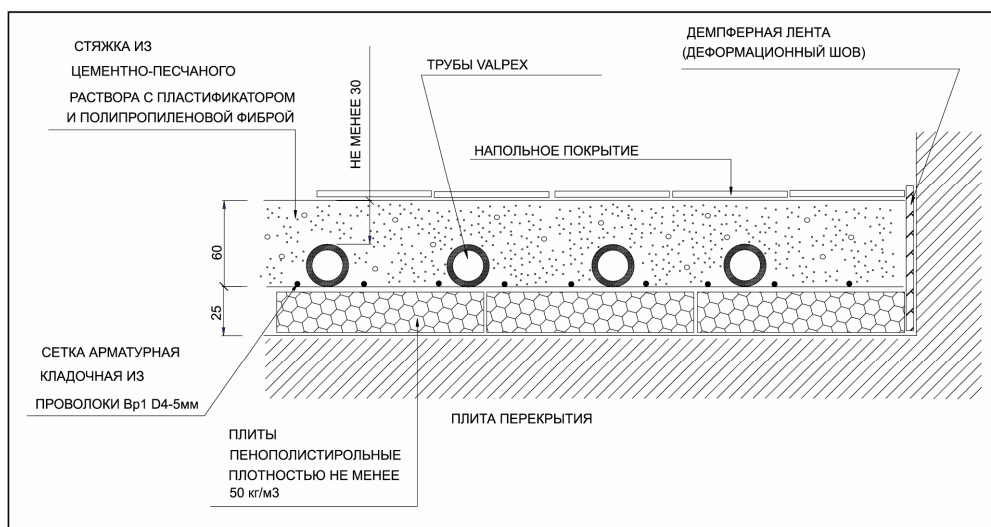


Рис. 16.

Существует несколько способов раскладки петель теплого пола по помещению. Наиболее предпочтительным вариантом является укладка «улиткой» (рис. 17). По сравнению с раскладкой «змейкой» первый вариант дает 10-15% экономии в количестве трубы и значительно выигрывает по гидравлическим характеристикам из-за малого количества «калачей» (см. табл.5).

Таблица 5.

Сравнение вариантов укладки петель

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	«Улитка»	«Змейка»
Количество трубы, м.п.	96	108
Прогрев поверхности пола	Равномерно по всей площади	Снижается к концу петли
Сумма коэффициентов местных сопротивлений	26	40
Потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па	1629	2506
Линейные потери давления для труб Valtec	15072	16956
Общие потери давления в петле	16701	19462

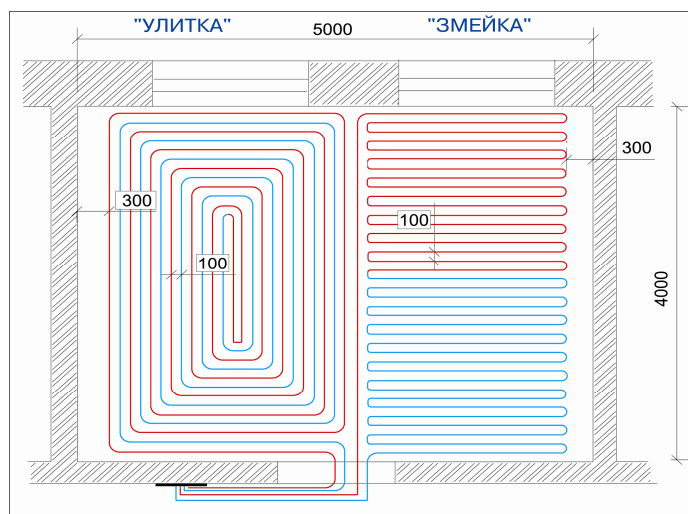


Рис. 17.

На практике применяются следующие способы подключения систем теплых полов:

- непосредственно от теплогенератора (котла) через смесительно-регулирующий узел;
- от системы радиаторного отопления через теплообменник с созданием собственного контура;
- от контура горячего водоснабжения через термостатический узел;
- от обратного трубопровода системы радиаторного отопления через термостатический узел (данный способ пока не утвержден российскими строительными нормами).

Конструирование систем водяных теплых полов не представляет особой трудности, если помнить некоторые основные правила:

- для равномерной теплоотдачи трубы теплого пола следует укладывать параллельно друг другу;
- наращивать петли допускается только с применением пресс-фитингов (при этом сопротивление фитингов включается в гидравлический расчет);
- после укладки труб следует выполнить исполнительную схему, где указать точную привязку осей труб. Это необходимо, чтобы при дальнейших работах не повредить трубу. Для крепления строительных конструкций к полу, в стяжке нужно устанавливать пробки, дюбели или закладные детали;
- деформационные швы следует устраивать в следующих местах:
  - вдоль стен и перегородок;
  - при размере пола свыше  $40 \text{ м}^2$ ;
  - при длине пола свыше 8 м;
  - в местах входящих углов.
- к одному коллектору надо стараться присоединять петли примерно равной длины.



## 2.6. Проектирование систем настенного отопления<sup>3)</sup>.

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<sup>0</sup> С ниже, чем при конвективном теплообмене. Напомним, что конвективная составляющая теплообмена преобладает при отоплении радиаторами и теплыми полами. Таким образом, поддерживая температуру в помещении 17,5-18,5<sup>0</sup> С вместо 20-21<sup>0</sup> С система теплых стен дает возможность сэкономить за сезон 8-11% топлива для отопительного теплогенератора (котла).

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 теплотери помещения до 100-120 Вт/м<sup>2</sup> (площади пола), то при помощи системы теплых стен удельный показатель теплового потока, приведенный к площади пола может достигать 150-180 Вт/м<sup>2</sup>. Такая возможность создается благодаря тому, что перепад температур между подающей и обратной линией в системе теплых полов может достигать 15<sup>0</sup>С (для теплых полов этот показатель ограничен 10<sup>0</sup> С). 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 теплопередачи 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 не сказываются на ощущениях человека, находящегося в помещении.

---

3) Определение расчетных параметров сетей настенного отопления приведено в Приложении 7.

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 металлопластиковые 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. 18).

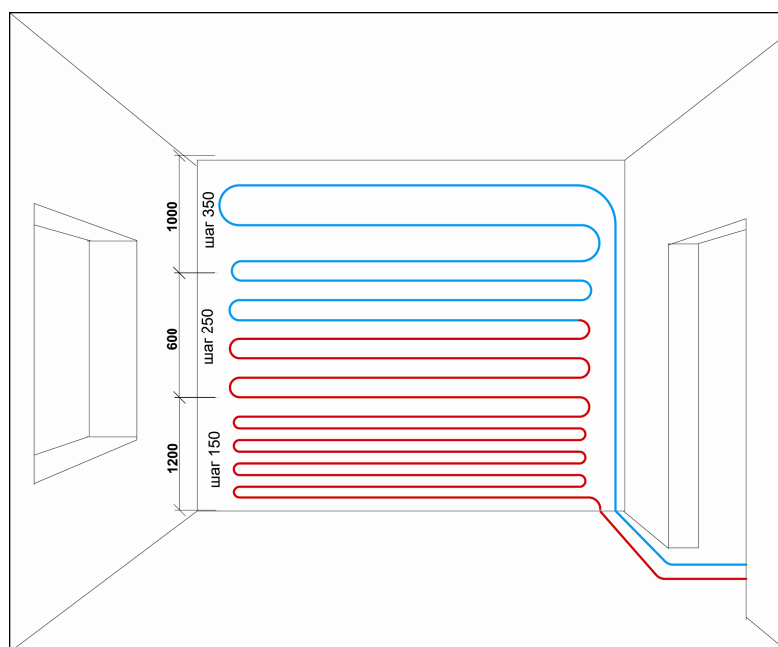


Рис. 18.

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. 19).

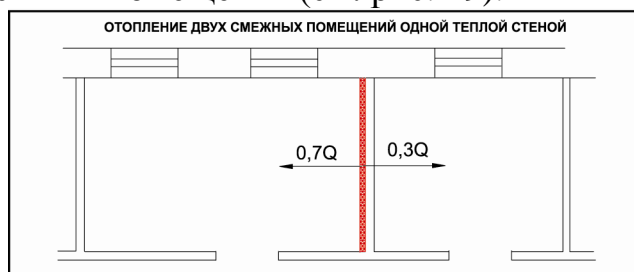


Рис. 19.

10. Применяя систему теплых стен можно отапливать помещение, размещая сами трубопроводы в соседних помещениях. Такие схемы отопления зачастую бывают единственно 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 и отопления помещений производится через смежные перегородки (см. рис. 20)

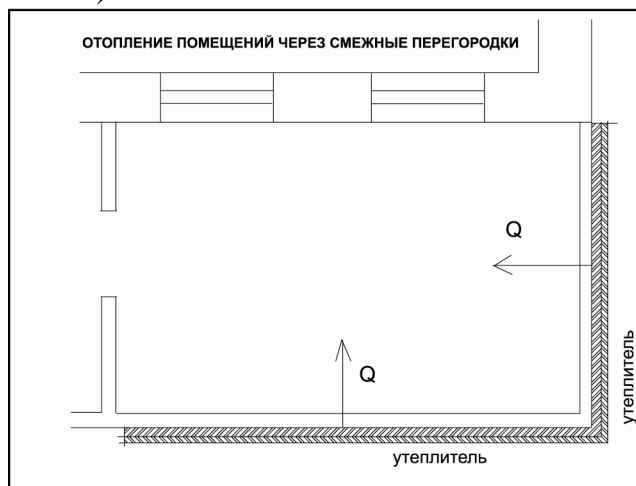


Рис. 20.

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 высшей точкой контура является верхняя петля – 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 «улиткой», 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.

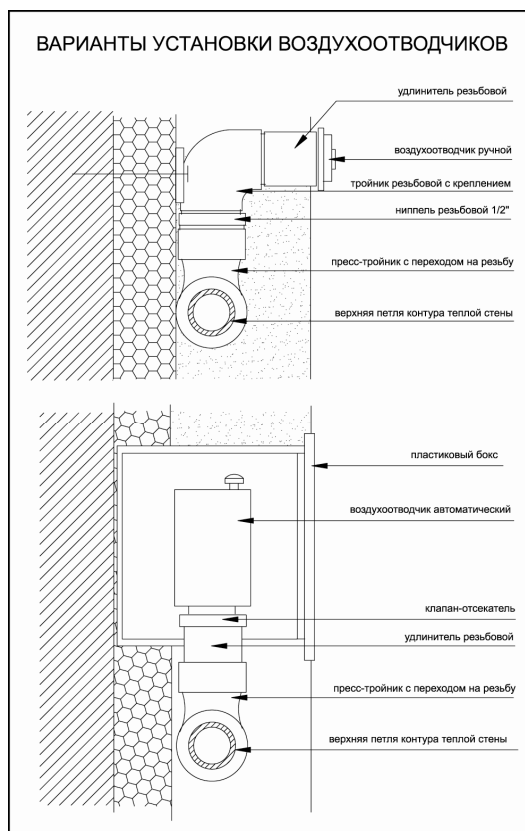


Рис. 21.

Перечисленные особенности системы теплых стен определяют те сферы ее возможного применения, где данный способ отопления может дать максимальный экономический и потребительский эффект (см. табл. 6).

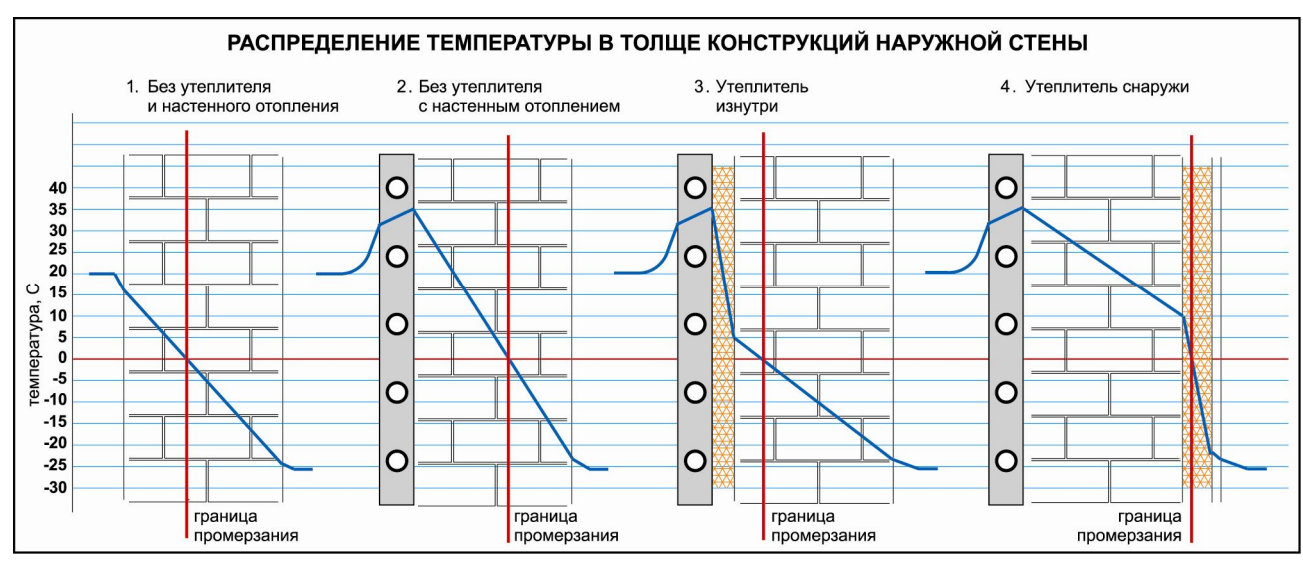


Рис. 22.

## Способы отопления и их модификации

№	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 площади 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	Теплые стены, как дополнение к теплым полам для компенсации повышенных теплопотерь через оконные проемы
6	Теплые стены + радиаторы	Радиаторы используются для быстрого достижения комфортной температуры и на период 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 проектировании настенного отопления особого внимания требует расчет температурных режимов наружных стен. Здесь проектировщик может столкнуться с вопросом, где и какой толщины должен быть утепляющий слой.

При новом строительстве экономически целесообразным может оказаться вариант, когда утеплитель расположен со стороны улицы (*рис. 22*). В этом случае точка промерзания смещена 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 (*рис. 22*) 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 (*рис. 22*). 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. 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 подобной бумаги. Такие меры необходимы для предотвращения растрескивания выравнивающего слоя;
- толщина слоя цементно-известкового раствора над металлопластиковой трубой должна лежать в пределах 20-30 мм;
- 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 металлопластиковые трубы системы настенного отопления должны быть опрессованы полуторным рабочим давлением;
- подача 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.

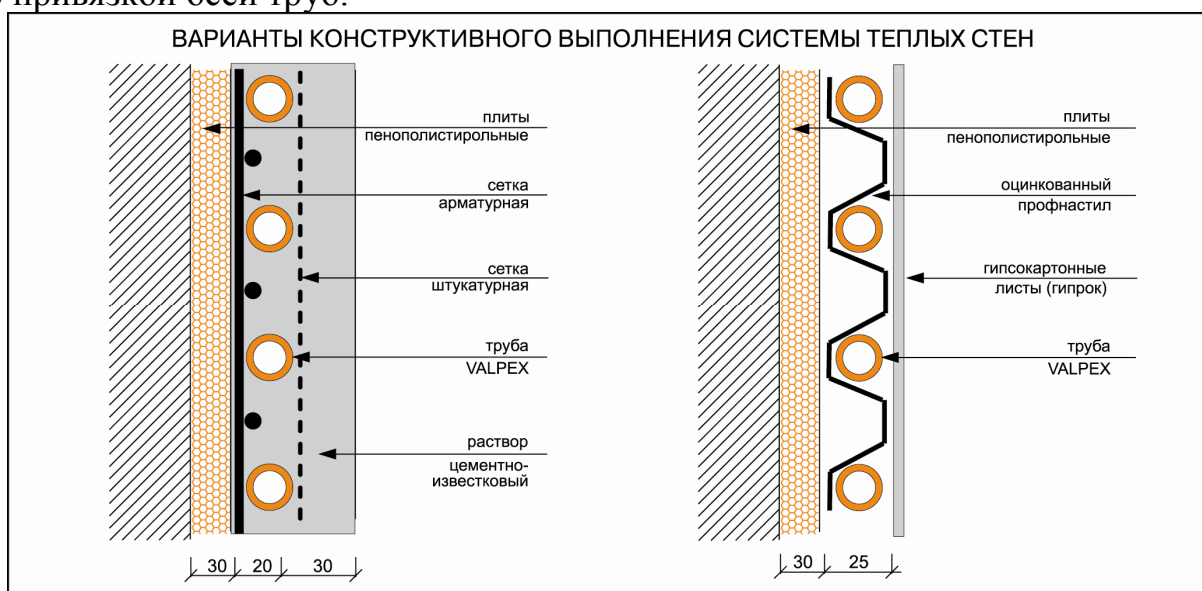


Рис. 23.

### 3. МОНТАЖ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ VALTEC

#### 3.1 Общие требования к монтажу

Монтаж металлопластиковых труб должен осуществляться при температуре окружающей среды не ниже  $10^0$  С.

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  $0^0$  С, должны быть перед раскаткой выдержаны в течение 24 ч при температуре не ниже  $10^0$  С. Прокладку трубы следует вести, не допуская растягивающих напряжений. Свободные концы труб необходимо закрывать заглушками во избежание попадания грязи и мусора в трубу.

Трубопровод напольного отопления должен заливаться бетонным раствором или закрываться покрытием только после проведения гидравлических испытаний на герметичность. Труба при заливке должна находиться под давлением 0,3 МПа.

Минимальная высота заливки раствора над поверхностью трубы должна быть не менее 3 см.

Для выполнения работ по монтажу и эксплуатации металлопластиковых труб применяется набор специального инструмента, обеспечивающий качественную резку, изгиб, спрессовку фитингов и соединения трубопроводов. Полный набор рекомендуемого инструмента и инструкция по его применению представлены в каталоге компании Vesta.

Для возможности удобного доступа монтажным инструментом к соединителю рекомендуется соблюдать приведенные в таблице 7 и на рисунках 24,25 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.

Таблица 7.

Наружный диаметр трубы, мм	Расстояние А, мм	Расстояние Б, мм	Расстояние В, мм	Расстояние Г, мм	Расстояние 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

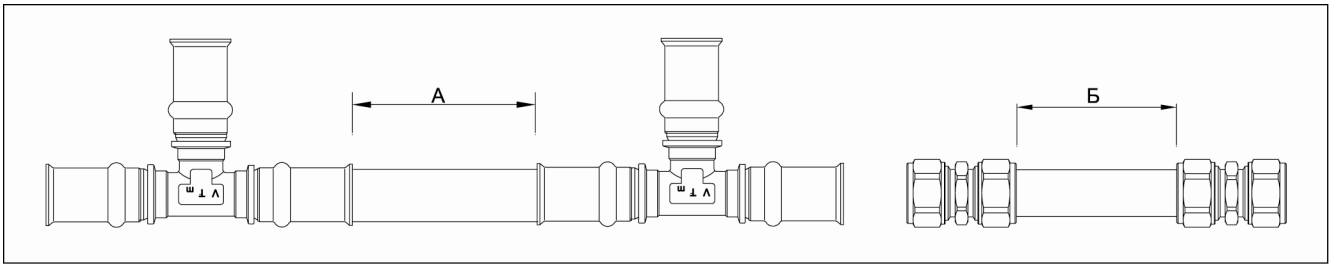


Рис. 24.

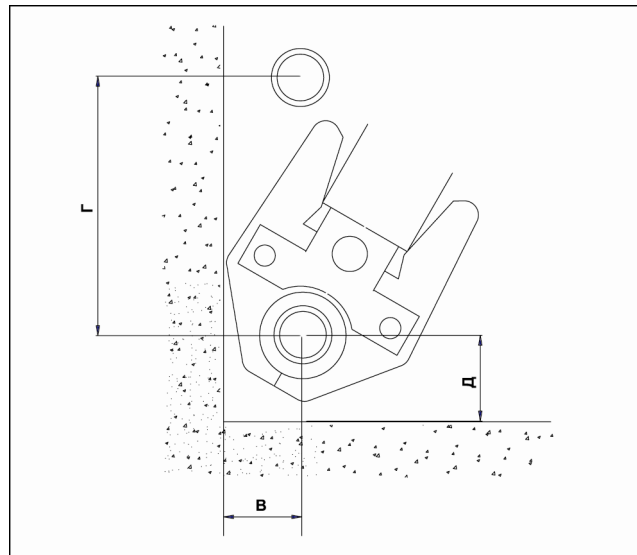


Рис. 25.

При проходе металлопластиковых труб через деформационные швы, труба на расстоянии 500 мм от шва должна помещаться в гофрированный кожух.

По возможности, пересечение трубы с деформационным швом должно осуществляться под углом  $45^{\circ}$ , что сглаживает деформационные напряжения в стенках трубы.

### 3.2 Крепление металлопластиковых трубопроводов

В качестве **подвижных опор** для крепления металлопластиковых труб могут использоваться пластиковые кронштейны соответствующего диаметра, допускающие свободное продольное перемещение трубы.

Для устройства **неподвижных опор** обычно применяются металлические кронштейны с хомутами и резиновыми прокладками. Максимальные расстояния между креплениями металлопластиковых труб приведено в табл. 8.



Таблица 8.

Наружный диаметр трубы, мм	Расстояния между опорами (креплениями), мм			
	горизонтальная прокладка	вертикальная прокладка	петли теплого пола	петли теплых стен
16	800	1500	400	300
20	900	1700	400	300
26	1000	2000	-	-
32	1100	2200	-	-
40	1200	2400	-	-

Опоры для металлопластиковых труб должны иметь плоскую обжимающую поверхность, без выступов, заусенцев и острых кромок.

При устройстве водяных теплых полов и стен крепление труб к арматурной сетке может осуществляться плоскими пластиковыми кабельными хомутиками. При креплении труб к теплоизоляции используются специальные гарпунные скобы.

Наиболее удобными в монтаже при устройстве теплых полов являются распределительные пластиковые «гребенки» с шагом между пазами 50 мм. Не допускается использование для крепления труб проволочных хомутов.

Распределительные коллекторы и запорно-регулирующую арматуру следует закреплять с помощью самостоятельных неподвижных креплений для устранения передачи усилий на трубопровод в процессе эксплуатации.

Не допускается установка какой-либо арматуры на незакрепленных концах металлопластикового трубопровода (см. рис. 26).

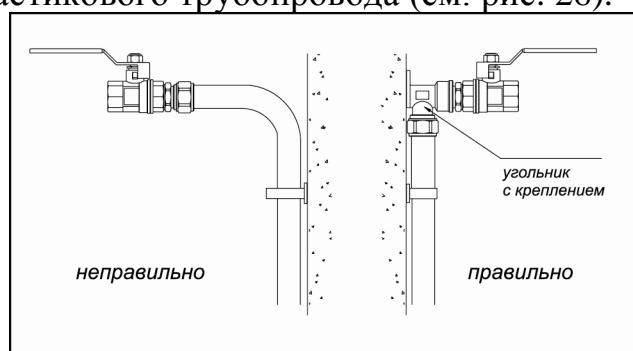


Рис. 26.

### 3.3. Теплоизоляция трубопроводов

Необходимость в тепловой изоляции трубопроводов из металлопластиковых 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;
- стояки отопления и горячего водоснабжения;
- стояки холодного водоснабжения при открытой прокладке (для защиты от конденсата).

В качестве теплоизоляции для металлопластиковых 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.

### **3.4 Требования к испытанию смонтированных сетей из МТ.**

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

- испытания систем отопления, теплоснабжения, внутреннего холодного и горячего водоснабжения гидростатическим или манометрическим методом с составлением соответствующего акта, а также промывка систем
- тепловое испытание систем отопления на равномерный прогрев отопительных приборов;
- индивидуальные испытания смонтированного оборудования с составлением соответствующего акта.

**3.4.1 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 6 бар. 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 воздухопускных устройствах во избежание образования воздушных пробок.

Гидравлические испытания проводятся при постоянной температуре в два этапа:

Первый этап - в течение 30 мин дважды поднимать 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 прекратится, необходимо выполнить новое соединение, обрезав замятый конец трубы.

**3.4.2 Тепловые испытания систем отопления.** Тепловое испытание систем отопления при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 60<sup>0</sup> С. При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно.

Тепловое 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<sup>0</sup>С, и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

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

Тепловое 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<sup>0</sup> С с ежедневным увеличением температуры на 5<sup>0</sup> С до тех пор, пока она не будет соответствовать проектной величине.

**3.4.3 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.

**3.4.4 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 хозяйственно-питьевого водоснабжения считается законченной после выхода воды, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 2874.

**Достоинства и недостатки металлопластиковых труб**

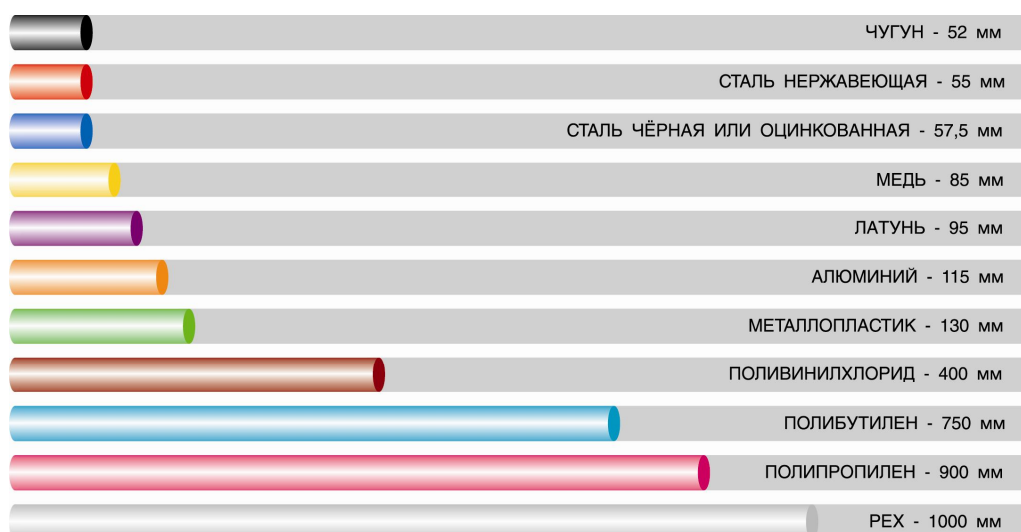
<b>Достоинства:</b>	<b>Недостатки:</b>
Малый вес	Возможность механических повреждений
Реальная прочность больше, чем у труб из полиэтилена низкого давления и РЕХ	Прочность меньше, чем у стальных и медных труб
Коэффициент линейного расширения ниже, чем у РЕХ в 7 раз	Коэффициент линейного расширения выше, чем у стали в 2,5 раза
Температурная стойкость выше, чем у полиэтиленовых и полипропиленовых труб	Температурная стойкость ниже, чем у стали и меди
Труба не подвержена коррозии	С течением времени прочность слоев сшитого полиэтилена незначительно снижается ( см.п.2.4.6.)
Стойкость к образованию солевых отложений, биологическому обрастанию	Воздействие ультрафиолетовых, гамма-лучей, сильных электрических и высокочастотных электромагнитных полей ведет к преждевременному старению РЕХ слоев
Срок службы труб не менее 50 лет	Даже кратковременные скачки давления и температуры сверх нормативных существенно снижают срок службы
Непроницаемость для кислорода	При горении выделяет углекислый газ
Низкие гидравлические потери из-за малой шероховатости	Коэффициенты местных сопротивлений фитингов выше, чем у соединителей для стали, меди и полипропилена
Стойкость к гидравлическим ударам	Трубы накапливают электростатические заряды, что ограничивает область их применения
Химическая стойкость выше, чем у полиэтиленовых труб	Слой РЕХ не стоек к органическим растворителям и маслам (см. приложение 1)
Гибкость, сохранение формы	Превышение допустимых радиусов изгиба или нарушение технологии монтажа может привести к "заламыванию" трубы
Низкая электропроводность, электронепроницаемость	Трубу нельзя использовать в качестве заземлителя
Низкая теплопроводность, предохраняющая от появления конденсата	В конструкциях теплых полов при прочих равных условиях теплоотдача медных труб выше, чем у металлопластика
Труба гасит акустические волны и гидравлические удары	Неправильная установка неподвижных опор (особенно на наружных углах) может привести к повреждению трубы
Труба способна выдерживать многократные замораживания	Латунные фитинги при замерзании в них воды могут разрушиться
Трудозатраты на монтаж в 3 раза меньше, чем для стальных труб	Кажущаяся простота монтажа привлекает малоквалифицированных монтажников
Монтаж на обжимных соединителях требует наличия только двух гаечных ключей	Обжимные соединения требуют обслуживания, их нельзя замоноличивать
Монтаж на пресс-соединителях допускает замоноличивание фитингов и не требует обслуживания	Для монтажа на пресс-соединителях требуется специальное оборудование (ручные или электрические пресс-клещи)

## Свойства и характеристики труб Valtec

### Сравнительная таблица линейного расширения труб из различных материалов

Материал трубопровода	Линейный коэффициент расширения, $1/^\circ\text{C}^\circ$	Удлинение 100м участка трубы при повышении температуры на $1^\circ\text{C}$ , мм	Удлинение 100м участка трубы при повышении температуры на $50^\circ\text{C}$ , мм
Чугун	$0,104 \times 10^{-4}$	1,04	52
Сталь нержавеющая	$0,11 \times 10^{-4}$	1,1	55
Сталь черная и оцинкованная	$0,115 \times 10^{-4}$	1,15	57,5
Медь	$0,17 \times 10^{-4}$	1,7	85
Латунь	$0,19 \times 10^{-4}$	1,9	95
Алюминий	$0,23 \times 10^{-4}$	2,3	115
Металлопластик	$0,26 \times 10^{-4}$	2,6	130
Поливинилхлорид (PVC)	$0,8 \times 10^{-4}$	8	400
Полибутилен (PB)	$1,5 \times 10^{-4}$	15	750
Полипропилен (PP)	$1,8 \times 10^{-4}$	18	900
Сшитый полиэтилен (PEX)	$2 \times 10^{-4}$	20	1000

### Диаграмма удлинения 100 м трубы при повышении температуры на $50^\circ\text{C}$ .



**Свойства труб Valtec.  
Технические характеристики труб Valtec.**

Наименование показателя	VALTEC				
	Наружный диаметр трубы, мм				
	16	20	26	32	40
Внутренний диаметр, мм	12	16	20	26	33
Толщина стенки трубы, мм	2,0	2,0	3,0	3,0	3,5
Толщина слоя алюминия, мм	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Длина бухты/прутка, м	200/5	100,5	50/5	25/5	5
Диаметр бухты, см	80	80	80	120	-
Вес 1 п.м. трубы, г	115	170	300	370	430
Объём жидкости в 1 м.п. трубы, л	0,113	0,201	0,314	0,531	0,855
Рабочая температура при давлении 10 бар, °С	0 – 95 (см. график)				
Рабочая температура при давлении 25 бар, °С	0 – 25 (см. график)				
Максимальная кратковременно допустимая температура, °С	130				
Максимальное рабочее давление при максимальной рабочей температуре, бар	10				
Максимальное (разрушающее) давление при температуре 20 °С	94	87	88	74	67
Коэффициент линейного расширения, 1/°С	0,26x10 <sup>4</sup>				
Изменение длины после прогрева при температуре (120-3) <sup>0</sup> С в течение (60+1) мин, %	0,81				
Коэффициент эквивалентной равномернозернистой шероховатости	0,007				
Диффузия кислорода, мг/л	0				
Коэффициент теплопроводности, Вт/м К	0,43				
Прочность клеевого соединения	70				
Прочность сварного соединения, Н/мм <sup>2</sup>	57				
Стойкость при постоянном внутреннем давлении (без разрушений) при температуре, °С					

**Свойства труб Valtec.**

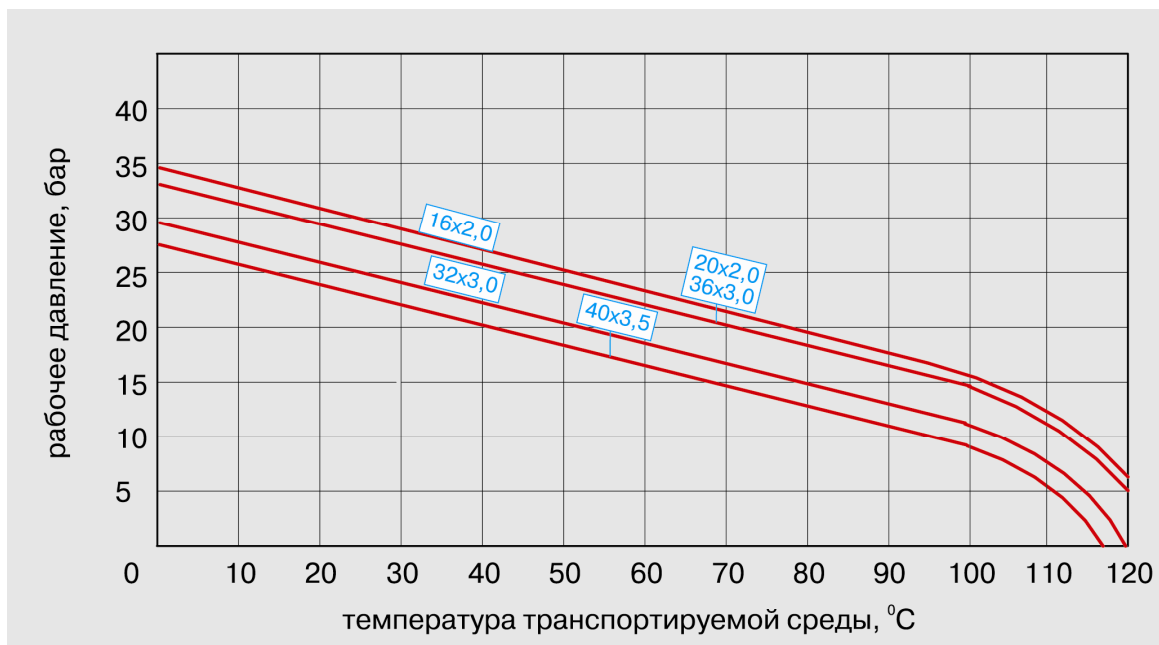
**Технические характеристик труб Valtec.**

- 20 в течение 1 ч, МПа	5,71	5,1	5,43	5,12	4,84
- 95 в течение 1 ч, МПа	3,3	3,03	3,18	3,03	2,95
- 95 в течение 100 ч, МПа	2,93	2,69	2,83	2,7	2,62
- 95 в течение 1000 ч, МПа	2,57	2,36	2,52	2,44	2,31
Прочность кольцевых образцов при поперечном разрыве, Н	2880	3050	3260	3430	3570
Минимальный радиус изгиба вручную, мм	80	100	110	160	550
Радиус изгиба с применением кондуктора или трубогиба, мм	45	60	95	125	180

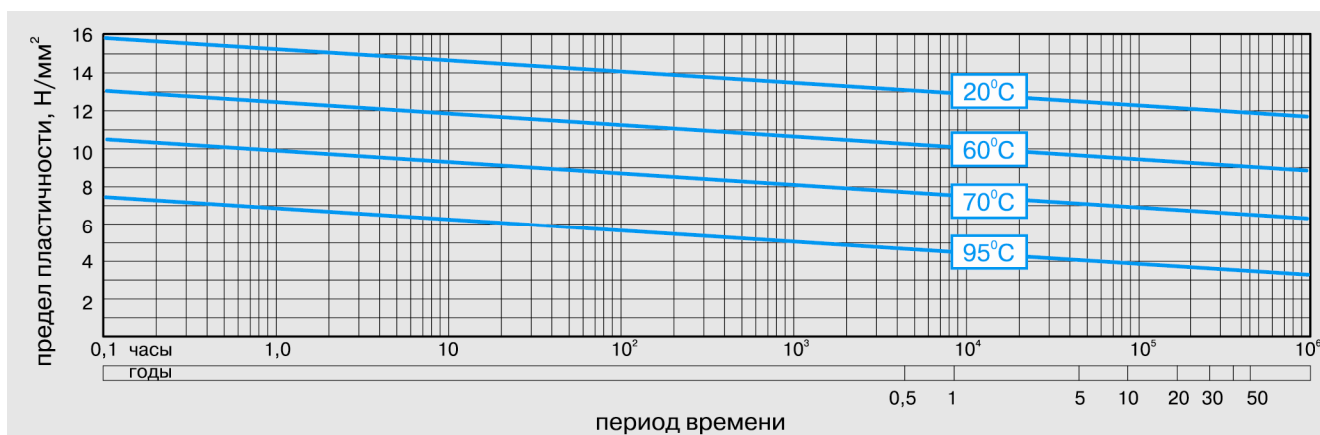
**Сравнительная таблица эквивалентной равномерно- зернистой шероховатости труб из различных материалов.**

Материал	K <sub>z</sub> , мм	Материал	K <sub>z</sub> , мм	Материал	K <sub>z</sub> , мм
Труба Valtec	0,007	Новые стальные цельногнутые трубы	0,02	Новые чугунные трубы	0,25
Стеклянная труба	0,001	Неновые стальные цельногнутые трубы	0,4	Неновые чугунные трубы	4
Медные трубы	0,0015	Стальные оцинкованные трубы	0,07		

**Свойства труб Valtec.  
График зависимости рабочего давления от температуры  
транспортируемой среды.**



**График снижения прочности труб Valtec во времени.**





**Свойства коррозионно-стойкой стали AISI 304 (08X18H9).**

№	Наименование показателя	Символ	Ед. изм.	Значение
1	Модуль упругости	E	МПа	1,84x10 <sup>5</sup>
2	Удельный вес	γ	кг/м <sup>3</sup>	7830
3	Коэффициент линейного расширения	λ	1/°C	15,9 x10 <sup>-6</sup>
4	Предел текучести при 20°C	σ <sub>т20</sub>	МПа	200
5	Предел текучести при 400°C	σ <sub>т400</sub>	МПа	120
6	Временное сопротивление при растяжении при 20°C	σ <sub>в20</sub>	МПа	480
7	Временное сопротивление при растяжении при 400°C	σ <sub>в400</sub>	МПа	330
8	Относительное удлинение при 20°C	δ <sub>20</sub>	%	40
9	Относительное удлинение при 400°C	δ <sub>400</sub>	%	30
10	Относительное сужение при 20°C	ψ <sub>20</sub>	%	55
11	Относительное сужение при 400°C	ψ <sub>400</sub>	%	50
12	Общая коррозия (вода, 360°C, 1000 часов)		балл	1
13	Общая коррозия (морская вода, 130°C, 44 часа)		балл	1
14	Точечная коррозия (морская вода)		балл	3
15	Скорость питтинговой коррозии (10% водный р-р FeCl <sub>2</sub> , 20°C, 5 часов)		г/см <sup>2</sup> час	3,5
16	Стойкость к кислоте (25% HNO <sub>3</sub> + 70% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 60°C)		балл	1
17	Стойкость к 80% кислоте (70°C)		балл	1
18	Стойкость к 70% уксусной кислоте (при температуре кипения)		балл	1
19	Стойкость к 50% лимонной кислоте (при температуре кипения)		балл	1
20	Стойкость к окислению (жаростойкость) при 600°C		мм/год	0,0018

*При замене стальных или медных труб на металлопластиковые трубы необходимо учитывать изменение их пропускной способности. Пропускную способность труб рекомендуется сравнивать по условному коэффициенту пропускной способности  $K_{\text{ви}}$ , показывающий, какой расход воды вызовет снижение давления в 1 бар на 1 погонном метре трубопровода (Эквивалентная шероховатость труб принята по СНиП 2.04.05 п. 3.29 - новые стальные трубы 0,2 мм, пластиковые трубы - 0,01 мм, медные трубы - 0,11 мм).*

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.  
Лист 2.

Металлопластиковая труба		Медная труба		Стальная труба	
Диаметр	Kvи, м³/час	Диаметр	Kvи, м³/час	Диаметр	Kvи, м³/час
16x2	4,5	12x1	2,1	1/2" (Ду15)	5,71
20x2	9,3	15x1	4,2	3/4" (Ду20)	12,1
26x3	16,2	18x1	7,3	1" (Ду25)	22
32x3	31,2	22x1	13,1	1 1/4" (Ду32)	42
40x3,5	56	28x1,2	25,6	1 1/2" (Ду40)	73
-	-	35x1,5	43,8	2" (Ду50)	130
-	-	42x1,5	73	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.

Лист 1.

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	
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 детских дошкольных учреждениях	500 от чистого пола до борта	
Ванна	600 от чистого пола до борта	
Писсуар	650 от чистого пола до борта	

## Определение расчетных параметров сетей холодного и горячего водоснабжения.

### 1.1 Основные принципы расчета систем водоснабжения.

Расчет водопроводных сетей сводится к подбору диаметров труб на участках, основного и вспомогательного оборудования и арматуры (насосов, счетчиков, фильтров, клапанов и т.п.) обеспечивающих подачу расчетных расходов воды с заданными параметрами (давление, температура) к водопотребляющей арматуре и приборам. Расчет сетей начинается с определения расчетных расходов на каждом участке водопровода. По установленным расходам подбираются диаметры труб и арматуры, после чего производится гидравлический расчет системы, позволяющий установить гидравлические потери на расчетных участках.

### 1.2. Определение расчетных расходов по СНиП 2.04.01.

Определение расчетных расходов на участках сети в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85\* ведется вероятностным методом в следующем порядке:

1. По таблице *приложения 8* устанавливаются группы потребителей для различных участков (жилые помещения, офисы, магазины и т.п.)

2. На основании технологической части проекта устанавливается количество потребителей  $U$  (жители, работники, условное блюдо в час и т.п.).

3. По технологической части проекта определяется количество  $N$  и вид водопотребляющей арматуры.

4. По таблице *приложения 8, 12* определяются усредненный секундный ( $q_{0,hr}$ , л/сек) и усредненный часовой расход ( $q_0$ , л/час) для одного прибора.

5. Для жилых и общественных зданий эти показатели можно принимать по табл. 5.1:

6. По таблице *приложения 8* находится норма расхода воды в час наибольшего потребления  $q_{hr,u}$  (л/час) .

7. Определяется вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u} * U}{q_0 * N * 3600}$$

8. По таблице *приложения 9* находится коэффициент, являющийся функцией от  $P$  и  $N$ .

Коэффициент с некоторой долей погрешности может быть рассчитан по формуле:

$\alpha = 0,2 + 0,777(NP - 0,015)^{0,686}$ , при  $NP < 0,015$   $\alpha = 0,2$ .

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Лист 2.

Таблица 5.1

Показатель	Обозначение	Ед. изм.	Значение
Усредненный секундный расход прибором общий (горячей и холодной воды)	$q_0^{tot}$	л/сек	0,3
Усредненный секундный расход прибором холодной воды	$q_0^c$	л/сек	0,2
Усредненный секундный расход прибором горячей воды	$q_0^h$	л/сек	0,2
Усредненный часовой расход прибором общий (горячей и холодной воды)	$q_{0,hr}^{tot}$	л/час	300
Усредненный часовой расход прибором холодной воды	$q_{0,hr}^c$	л/час	200
Усредненный часовой расход прибором горячей воды	$q_{0,hr}^h$	л/час	200

9. Находится расчетный секундный расход для группы потребителей:

$$q = 5 * \alpha * q_0 \text{ л/сек.}$$

Этот показатель позволяет определить диаметр подводящего трубопровода на участке, производительность насоса и используется для гидравлического расчета.

10. Определяется вероятность использования приборов:

$$P_{hr} = \frac{3600 * P * q_0}{q_{0,hr}}$$

11. По таблице **приложения 9** находится коэффициент, являющийся функцией от  $P_{hr}$  и  $N$ .

11. Находится максимальный расчетный часовой расход для группы потребителей:

$$q_{hr} = 0,005 * \alpha * q_{0,hr}, \text{ м}^3/\text{час}.$$

Часовой расход требуется для подбора водосчетчиков, водонагревателей, фильтров.

12. По технологической части проекта устанавливается период суточного водопотребления  $T$ , час. Это могут быть 24 часа (для жилых зданий), продолжительность смены (для предприятий и организаций).

13. По таблице **приложения 8** находится норма расхода воды в сутки наибольшего водопотребления  $q_u$ , л/сутки.

14. Средний часовой расход в течение суток определяется по формуле:

$$q_T = \frac{q_u * U}{1000 * T}, \text{ м}^3/\text{час}.$$

Средний часовой расход необходим для подбора водосчетчика и составления паспорта системы.

**Определение расчетных расходов для разных групп потребителей.**  
(например: жилой дом со встроенным магазином).

15. Расчетные расходы по каждой отдельной группе находятся в соответствии с пп. 4 –14.

16. Определяется вероятность действия приборов для системы в целом:

$$P = \frac{\sum N_i * P_i}{\sum N_i}$$

17. Рассчитывается усредненный секундный расход одним прибором для системы в целом:

$$q_0 = \frac{\sum N_i * P_i * q_{0,i}}{\sum N_i * P_i}$$

18. По таблице **приложения 9** находится коэффициент, являющийся функцией от  $P$  и  $N$ .

19. Находится расчетный секундный расход для группы потребителей:

$$q = 5 * \alpha * q_0 \text{ л/сек}.$$

20. Определяется часовой расход одним прибором для системы в целом:

$$q_{0,hr} = \frac{\sum N_i * P_{hr,i} * q_{0,hr,i}}{\sum N_i * P_{hr,i}}, \text{ л/час.}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Лист 4.

21. Находится вероятность использования приборов для системы в целом:

$$P_{hr} = \frac{3600 * P * q_0}{q_{0,hr}}.$$

22. По таблице **приложения 9** находится коэффициент  $\alpha$ , являющийся функцией от  $P_{hr}$  и  $N$ .

23. Находится максимальный расчетный часовой расход для системы в целом:

$$q_{hr} = 0,005 * \alpha * q_{0,hr}, \text{ м}^3/\text{час}$$

24. Средний часовой расход в течение суток для системы в целом определяется по формуле:

$$q_T = \frac{q_{u,i} * U_i}{1000 * T}$$

**Определение расчетного расхода циркуляционной воды ГВС.**

25. В соответствии с рекомендациями **раздела 1.4** определяются потери тепла трубами циркуляционного кольца  $Q_{cir}$ , кВт.

26. Расчетный циркуляционный расход ГВС определяется по формуле:

$$q_{cir} = \beta * \sum \frac{Q^{ht}}{4.2 \Delta T}, \text{ л/сек,}$$

где коэффициент разбалансировки можно принять равным 1, а  $\Delta T = 10^0 \text{ C}$ .

27. Для участка подающего трубопровода ГВС от теплового узла (нагревателя) до первого водоразборного стояка расчетный секундный расход ГВС с учетом циркуляции и коэффициент разбалансировки  $\beta = 1$  определяется по формуле:

$$q^{h,cir} = q^h (1 + k_{cir}) \text{ л/сек,}$$

где коэффициент  $k_{cir}$  можно принимать по таблице в зависимости от соотношения  $q^h/q^{cir}$ .

$\frac{q^h}{q^{clr}}$	$K_{clr}$	$\frac{q^h}{q^{clr}}$	$K_{clr}$
1,2	0,57	1,7	0,36
1,3	0,48	1,8	0,33
1,4	0,43	1,9	0,25
1,5	0,40	2,0	0,12
1,6	0,38	2,1 и более	0,00

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Лист 5.

Для остальных участков сети ГВС общий расчетный расход:  $q^{h,cir}=q^h$ .

**Пример:**

Имеется участок сети, который обслуживает жилую квартиру и офисное помещение. В квартире установлены: унитаз, ванна, умывальник, мойка.

Количество жильцов – 5 человек. В офисе установлены три унитаза и два умывальника. Число работающих в офисе – 26 человек.

Требуется определить:

-расчетные расходы холодной воды на участках 1,2,3.



**Решение:**

**Участок 1.** Участок 1 обслуживает жилую квартиру (4 приборов, 5 жителей).

1. По таблице приложения 8 находим:

- усредненный секундный расход ХВ прибором

$q_0=0,2$  л/сек;

- усредненный часовой расход воды прибором

$q_{0,hr}=200$  л/час;

- норма расхода ХВ в час наибольшего потребления

$q_{hr,u}=9,1$  л/час;

- норма расхода ХВ в сутки наибольшего

потребления  $q_u=270$  л/сутки.

2. Определяем секундную вероятность действия приборов группы:



$$P = \frac{q_{hr,u} * U}{q_0 * N * 3600} = (9,175)/(0,2 * 4 * 3600) = 0,016;$$

$$PN = 0,016 * 4 = 0,064$$

3. По **приложению 9** находим значение  $\alpha = 0,295$ .

4. Расчетный секундный расход на участке 1 составит

$$q = 5 * \alpha * q_0 = 5 * 0,295 * 0,2 = 0,295 \text{ л/сек.}$$

5. Определяем вероятность использования приборов:

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Лист 6.

$$P_{hr} = \frac{3600 * P * q_0}{q_{0,hr}} = (3600 * 0,016 * 0,2)/20 = 0,058;$$

$$P_{hr}N = 0,058 * 4 = 0,232$$

6. По **приложению 9** находим значение  $\alpha = 0,48$ .

7. Максимальный часовой расход на участке составит:

$$q_{hr} = 0,005 * \alpha * q_{0,hr} = 0,005 * 0,48 * 200 = 0,48 \text{ м}^3/\text{час}$$

8. Определяем средний часовой расход в течение суток:

$$q_T = \frac{q_U * U}{1000 * T} = (270 * 5) / (1000 * 24) = 0,056 \text{ м}^3/\text{час.}$$

**Участок 2.** Участок 2 обслуживает офис (5 приборов, 26 работников, смена 8 часов).

9. По **таблице приложения 8** находим:

- усредненный секундный расход ХВ прибором

$$q_0 = 0,1 \text{ л/сек.}$$

- усредненный часовой расход воды прибором

$$q_{0,hr} = 60 \text{ л/час.}$$

- норма расхода ХВ в час наибольшего потребления

$$q_{hr,u} = 2 \text{ л/час.}$$

- норма расхода ХВ в сутки наибольшего потребления  $q_u = 9 \text{ л/сутки.}$

10. Определяем секундную вероятность действия приборов группы:

$$P = \frac{q_{hr,u} * U}{q_0 * N * 3600} = (2 * 26) / (0,1 * 5 * 3600) = 0,029;$$

$$PN = 0,029 * 5 = 0,145$$

11. По **приложению 9** находим значение  $\alpha = 0,394$ .

12. Расчетный секундный расход на участке 2 составит

$$q = 5 * \alpha * q_0 = 5 * 0,394 * 0,1 = 0,197 \text{ л/сек.}$$

13. Определяем вероятность использования приборов:

$$P_{hr} = \frac{3600 * P * q_0}{q_{0,hr}} = (3600 * 0,029 * 0,1) / 60 = 0,174$$

14. По **приложению 9** находим значение  $\alpha = 0,7$ .

15. Максимальный часовой расход на участке составит:

$$q_{hr} = 0,005 * \alpha * q_{0,hr} = 0,005 * 0,7 * 60 = 0,21 \text{ м}^3/\text{час}.$$

16. Определяем средний часовой расход в течение суток:

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Лист 7.

$$q_T = \frac{q_U * U}{1000 * T} = (9 * 26) / (1000 * 8) = 0,029 \text{ м}^3/\text{час}.$$

**Участок 3.** Участок 3 обслуживает жилую квартиру и офис (9 приборов).

17. Находим вероятность действия приборов для системы в целом:

$$P = \frac{\sum N_i * P_i}{\sum N_i} = (4 * 0,016 + 5 * 0,029) / (4 + 5) = 0,023;$$

$$PN = 0,023 * 9 = 0,207$$

18. Ищем секундный расход прибором для системы в целом:

$$q_0 = \frac{\sum N_i * P_i * q_{0,i}}{\sum N_i * P_i} = (4 * 0,016 * 0,2 + 5 * 0,029 * 0,1) / (4 * 0,016 + 5 * 0,029) = 0,131 \text{ л/сек}.$$

19. По **приложению 9** находим значение  $\alpha = 0,45$ .

20. Расчетный секундный расход на участке 3:

$$q = 5 * \alpha * q_0 = 5 * 0,45 * 0,131 = 0,294 \text{ л/сек}.$$

21. Часовой расход холодной воды одним прибором для системы в целом:

$$q_{0,hr} = \frac{\sum N_i * P_{hr,i} * q_{0,hr,i}}{\sum N_i * P_{hr,i}} = (4 * 0,058 * 200 + 5 * 0,174 * 60) / (4 * 0,058 + 5 * 0,174) = 89,5 \text{ л/час}.$$

22. Вероятность использования приборов для системы в целом:

$$P_{hr} = \frac{3600 * P * q_0}{q_{0,hr}} = (3600 * 0,023 * 0,131) / 89,5 = 0,121;$$

23. По **приложению 9** находим значение  $\alpha = 0,98$ .

24. Расчетный часовой расход для участка 3 составит:

$$q_{hr} = 0,005 * \alpha * q_{0,hr} = 0,005 * 0,98 * 89,5 = 0,439 \text{ м}^3/\text{час}$$

25. Средний часовой расход в течение суток составит:

$$q_T = \frac{q_{u,i} * U_i}{1000 * T} = (270 * 5 + 9 * 26) / (1000 * 24) = 0,066 \text{ м}^3/\text{час}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Лист 8.

### 1.3. Ускоренный метод определения расчетных расходов.

С достаточной степенью точности расчетные секундные расходы холодной и горячей воды для жилых и административных зданий можно определить по эмпирическим таблицам, а затем определяется суммарный секундный расход от всех приборов, обслуживаемых данным участком:

$$q_{\Sigma 0} = \sum q_{0,i} * N_i, \text{ л/сек}.$$

По таблице определяется расчетный расход  $q$ , л/сек:

$q_{\Sigma 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i$	$q$ , л/сек	$q_{\Sigma 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i$	$q$ , л/сек	$q_{\Sigma 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i$	$q$ , л/сек
0,1	0,1	4,6	1,22	20	2,48
0,2	0,2	4,8	1,24	21	2,54
0,3	0,3	5,0	1,27	22	2,61
0,4	0,36	5,5	1,32	23	2,67
0,5	0,38	6,0	1,38	24	2,72
0,6	0,4	6,5	1,42	25	2,78
0,7	0,43	7,0	1,48	26	2,85
0,8	0,48	7,5	1,55	27	2,91
0,9	0,50	8,0	1,6	28	2,96
1,0	0,55	8,5	1,64	29	3,02
1,1	0,58	9,0	1,69	30	3,07
1,2	0,60	9,5	1,74	32	3,18
1,3	0,63	10,0	1,78	34	3,29
1,4	0,65	10,5	1,82	36	3,40
1,5	0,67	11,0	1,88	38	3,51
1,6	0,70	11,5	1,92	40	3,62
1,7	0,73	12,0	1,95	45	3,88
1,8	0,75	12,5	1,99	50	4,12
1,9	0,78	13,0	2,04	55	4,38
2,0	0,80	13,5	2,06	60	4,62
2,2	0,83	14,0	2,09	65	4,86
2,4	0,86	14,5	2,13	70	5,08
2,6	0,91	15,0	2,17	80	5,54
2,8	0,93	15,5	2,2	90	5,98
3,0	0,98	16,0	2,24	100	6,42
3,2	1,02	16,5	2,28	110	6,85
3,4	1,05	17,0	2,3	120	7,27
3,6	1,07	17,5	2,33	130	7,69
3,8	1,10	18,0	2,38	140	8,10
4,0	1,12	18,5	2,4	150	8,5
4,2	1,15	19,0	2,42	160	8,91
4,4	1,18	19,5	2,26	170	9,31

Квартира оборудована унитазом, умывальником, ванной, мойкой и стиральной машиной. Требуется определить расчетный расход холодной воды на вводе в квартиру.

По таблице определяем секундные нормативные расходы приборами. Суммарный секундный расход подсчитываем в табличной форме:

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.  
Лист 9.

Прибор	Нормативные секундные расходы каждым прибором, $q_{oi}$ (л/сек)	Количество приборов, N, шт	Суммарный секундный расход, $q_{\Sigma 0} = \sum q_{oi} \cdot N_i$ л/сек
Унитаз	0,1	1	0,71
Умывальник	0,09	1	
Ванна	0,18	1	
Кухонная мойка	0,09	1	
Стиральная машина	0,25	1	

Для суммарного расхода 0,71 по таблице находим значение расчетного расхода  $q = 0,43$  л/сек.

#### 1.4. Определение потерь тепла трубами

При расчете систем отопления и горячего водоснабжения из металлопластиковых труб следует учитывать потери тепла самими трубами. Это необходимо для правильного подбора отопительных приборов, изоляции и расчетных расходов циркуляционного трубопровода. Удельные тепловые потери одним погонным метром трубопровода в общем случае рассчитываются по формуле:

$$q = \frac{(t_{ai} - t_{ia?})}{\frac{1}{\pi \cdot d_{o.ia?} \cdot \alpha_1} + \frac{\ln \frac{d_{e.ia?}}{d_{o.ia?}}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{ec.}} + \frac{\ln \frac{d_{o.ia?}}{d_{i.ia?}}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{o.?.}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{e.ia?} \cdot \alpha_2}}, \text{ Вт/м.п.}$$

где:  $t_{вн}$  – температура транспортируемой среды,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $t_{нар}$  – температура окружающей среды (помещения),  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $d_{т.нар.}$  – наружный диаметр трубопровода, м;  
 $d_{и.нар.}$  – наружный диаметр изоляции, м;  
 $d_{т.вн.}$  – внутренний диаметр трубы, м;  
 $\lambda_{из.}$  – коэф. теплопроводности изоляции, Вт/м  $\cdot^{\circ}\text{C}$ , (для вспененного полиэтилена –0,033);

$\lambda_{\text{тр}}$  – коэффициент теплопроводности стенок трубы, Вт/м<sup>0</sup>С, (для труб Valtec -0,43);

$\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты теплоотдачи соответственно поверхности трубы и поверхности изоляции, Вт/м<sup>2</sup>·<sup>0</sup>С, принимаются по следующей таблице:

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Лист 10.

Изолируемый объект	В закрытом помещении		На открытом воздухе при скорости ветра <sup>3</sup> , м/с		
	Покрытия с малым коэффициентом излучения <sup>1</sup>	Покрытия с высоким коэффициентом излучения <sup>2</sup>	5	10	15
Горизонтальные трубопроводы	7	10	20	26	35
Вертикальные трубопроводы, оборудование, плоская стенка	8	12	26	35	52
1. Кожухи из оцинкованной стали, листов алюминиевых сплавов и алюминия с оксидной пленкой.					
2. Штукатурки, асбестоцементные покрытия, стеклопластики, различные окраски (кроме краски с алюминиевой пудрой)					
3. При отсутствии сведений о скорости ветра принимают значения, соответствующие скорости 10 м/с.					
4. Коэффициент $\alpha_1$ при наличии плотно прилегающей изоляции принимается равным $0,5\alpha_2$ .					

Величину тепловых потерь для труб **Valtec** допускается определять, пользуясь следующими таблицами:

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.

Лист 11.

Труба	Линейные теплопотери трубами ГВС (60°C) при температуре окружающей среды 20°C, Вт/м							
	Неизолированные		Изолированные изоляцией Thermaflex, толщиной,мм					
			6		9		13	
	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.
16x2	15,42	19,08	4,35	5,05	4,04	4,62	3,81	4,30
20x2	19,30	23,88	5,28	6,13	4,87	5,55	4,47	5,01
26x3	24,57	30,26	6,63	7,67	6,06	6,89	5,50	6,15
32x3	30,28	37,31	7,99	9,24	7,25	8,23	6,54	7,29
40x3,5	37,51	46,11	9,77	11,29	8,81	9,99	7,87	8,76

Труба	Линейные теплопотери трубами отопления (90°C) при температуре окружающей среды 20°C, Вт/м							
	Неизолированные		Изолированные изоляцией Thermaflex, толщиной,мм					
			6		9		13	
	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.
16x2	33,38	39,67	11,80	12,93	10,49	11,32	9,32	9,92
20x2	41,79	49,66	14,18	16,18	12,48	13,45	10,96	11,67
26x3	53,00	62,61	17,54	19,19	15,27	16,43	13,26	14,08
32x3	65,3	77,24	21,01	22,98	18,12	19,50	15,59	16,54
40x3,5	80,7	95,27	25,49	27,88	21,81	23,45	18,59	19,71

При прочих параметрах воздуха ( $T_v$ ) и теплоносителя ( $T_t$ ), потери тепла металлопластиковыми трубами можно определить по формуле:

$q = q_{70} \cdot \left( \frac{T_o - T_a}{70} \right)^{1,2}$ , Вт/м.п., где  $q_{70}$  – табличное значение потерь для труб отопления.

При расчете отопительных приборов, как правило, требуется определить снижение температуры теплоносителя в трубах. Зная расчетный расход теплоносителя  $G$ , кг/сек, и определив величину тепловых потерь на участке  $Q=L \cdot q$ , Вт, можно найти снижение температуры:

$$\Delta t = Q / (G \cdot 4187), ^\circ\text{C}.$$

При прокладке горизонтальных труб под потолком рекомендуется учитывать 70-80 % их расчетного теплового потока.

Тепловой поток вертикальных труб снижается в среднем:

- при экранировании открытого стояка из полимерных труб металлическим экраном на 25%;
- при скрытой прокладке в глухой борозде на 50%;
- при скрытой прокладке в вентилируемой борозде на 10%.

Общий тепловой поток от одиночных труб, замоноличенных в междуэтажных перекрытиях отапливаемых помещений и во внутренних перегородках из тяжелого бетона ( $\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8$  Вт/м·К,  $\rho_{\text{бет}} \geq 2000$  кг/м<sup>3</sup>), увеличивается в среднем в 2,0 раза (при оклейке стен обоями - в 1,8 раза).

Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжелого бетона ( $\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8$  Вт/м·К,  $\rho_{\text{бет}} \geq 2000$  кг/м<sup>3</sup>) увеличивается в среднем в 1,6 раза (при оклейке стен обоями = в 1,4 раза). При скрытой прокладке одиночных труб, замоноличенных в легком бетоне с пластификатором, расчетный тепловой поток увеличивается в 1,1-1,15 раза. При прокладке труб в стандартных штробах, полностью заполненных самотвердеющей пенной изоляцией, тепловой поток труб снижается в случае размещения в наружных стенах на 15-20%, во внутренних перегородках - на 5-10%.

#### **ПРИМЕР:**

*Горизонтальная подводка к радиатору длиной  $L=12$  м, выполнена из металлопластиковой трубы Valtec 16x2, температура теплоносителя на входе в распределительный коллектор составляет  $T_t=82,4$  °С. Труба не изолирована. Расход теплоносителя в подводящей трубе -  $G=0,015$  кг/сек. Требуется найти температуру теплоносителя на входе в радиатор.*

1. По таблице находим потери тепла неизолированной трубой 16? 2  
 $q_{70} = 33,38$  Вт/м.

2. Определяем погонные потери тепла при реальной температуре входящего теплоносителя:

$$q = 33,38((82,4-20)/70)^{1,2} = 29,08 \text{ Вт/м.}$$

3. Находим общие потери тепла подводящим трубопроводом

$$Q = 12 \cdot 29,08 = 348,96 \text{ Вт.}$$

4. Рассчитываем снижение температуры теплоносителя от коллектора до радиатора:

$$\Delta t = 348,96 / (0,015 \cdot 4187) = 5,5^\circ \text{C.}$$

Температура на входе в радиатор будет составлять

$$T = 82,4 - 5,5 = 76,9^\circ \text{C.}$$



### 1.5. Расчет на образование конденсата

Конденсат на металлопластиковых трубопроводах появляется, когда температура поверхности трубы ниже, чем точка росы при данной температуре и влажности в помещении.

При оценке возможности выпадения конденсата на поверхности трубы необходимо определить температуру наружной стенки трубы  $t_c$  и сопоставить ее с температурой точки росы  $T_p$ :

$$t_n = t_{ia} + \frac{q}{\pi \cdot d_{o.ia} \cdot \alpha_1},$$

все обозначения в данной формуле такие же, как и

в п.1.4.

Выпадения конденсата не будет при условии  $t_c > T_p$ . Температура точки росы определяется по i-d диаграмме или по таблице:

Температура воздуха, °С	Тр при относительной влажности, °С		
	40%	60%	80%
20	6,5	12	17
25	10,5	16,5	21,5
30	15,4	21,3	26,5

#### ПРИМЕР:

*Холодная вода с температурой  $t_{вн} = +10^{\circ}\text{C}$  течет по вертикальной металлопластиковой трубе 16?2. Температура воздуха в помещении  $t_{нар} = +20^{\circ}\text{C}$ , влажность  $W = 60\%$ . Требуется оценить вероятность выпадения конденсата.*

*Решение:*

*По таблице п. 1.4. определяем тепловой поток для неизолированной отопительной трубы 16?2:*

$$q_{70} = 39,67 \text{ Вт/м.}$$

*Определяем реальный тепловой поток:*

$$q = q_{70} \cdot \left( \frac{T_o - T_a}{70} \right)^{1,2} = 39,67 \cdot ((10-20)/70)^{1,2} = 3,84 \text{ Вт/м.}$$

*Знак «минус» обозначает, что тепловой поток направлен со стороны помещения внутрь трубы.*

*Определяем температуру наружной стенки трубы:*

$$t_n = t_{ia} + \frac{q}{\pi \cdot d_{o,ia} \cdot \alpha_1} = 20 - 3,84 / (3,14 \cdot 0,016 \cdot 12) = 13,6^\circ\text{C}.$$

Температура точки росы при заданных параметрах составляет  $12^\circ\text{C}$ . Защиты от конденсата не требуется. Для стальной трубы при тех же заданных параметрах температура стенки составила бы  $10,6^\circ\text{C}$ , что потребовало бы защиту от конденсата.

### 1.6. Гидравлический расчет трубопроводов

Потери давления в трубопроводах **Valtec** можно рассчитать, пользуясь формулой:  $\Delta p = RL + Z$ , (Па), где R- удельная линейная потеря давления на 1 м длины, Па/м,  
L- длина трубопровода в метрах;  
Z- потеря давления на местное сопротивление, Па/м.

Для определения потерь давления на местное сопротивление, коэффициенты местных сопротивлений каждого элемента участка (повороты, отводы, фитинги, приборы, арматура) складываются. Сумма коэффициентов местных сопротивлений умножается на динамическое давление, в результате чего формула для определения Z принимает вид:

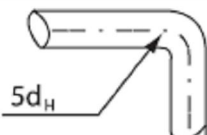



$$Z = \sum \zeta \frac{V^2}{2} \cdot \rho, \text{ (Па)},$$

где  $\sum \zeta$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке трубопровода;

V- скорость теплоносителя в трубопроводе, м/с;

$\rho$ - плотность жидкости при температуре теплоносителя,  $\text{кг/м}^3$ .

Коэффициенты местных сопротивлений для не прямых участков трубопровода можно определять по таблице:

N п.п.	Элемент	Эскиз	Значение коэффициента местного сопротивления
1	Отвод с радиусом закругления $\geq 5d$ : 90° 45°		0,3-0,5
2	Отступ, "утка"		0,5
3	Обвод		1,0
4	Калач		1,0
5	Прямой соединитель		Приложение 5
6	Тройник		Приложение 4
7	Крестовина		Приложение 6
8	Арматура и приборы		По техническим описаниям на изделия*
9	Коллектор без кранов и регуляторов		1,5
10	Коллектор с регулирующими или отсекающими кранами		3

\*В ряде технических описаний вместо коэффициента местного сопротивления на изделие приводится коэффициент пропускной способности  $K_v$  (м<sup>3</sup>/час).

Взаимосвязь между этими двумя показателями следующая:

$$\zeta = \frac{16 \cdot 10^8 \cdot d^4}{K_v^4},$$

где  $K_v$ - коэффициент пропускной способности в м<sup>3</sup>/час;  
d – внутренний диаметр в м.

**Основные принципы расчета сетей напольного отопления.**

Принцип приблизительного расчета теплого пола рассмотрим на конкретном примере:

Исходные данные:

**Требуемая температура внутреннего воздуха в помещении.** Для жилых помещений эта величина обычно составляет  $20^{\circ}\text{C}$ .

**Площадь помещения.** Определяется по архитектурно-строительным чертежам или по результатам обмеров.

Для нашего примера примем помещение размерами 5 м<sup>2</sup> 4 м, площадью  $S=20\text{ м}^2$ . Учитывая, что вдоль внутренних стен, где будет располагаться мебель, нужно оставить краевые участки шириной 300 мм, активная площадь пола составит:

$$20 - (5+4+4) \times 0,3 = 16,1\text{ м}^2.$$

**Конструкция пола.** Для рассматриваемого примера в расчет принимается толщина цементно-песчаной стяжки 70 мм и покрытие пола из керамической плитки толщиной 15 мм.

**Теплопотери помещения.** Определяются на основании теплотехнического расчета и учитывают:

- потери тепла через ограждающие конструкции (стены, полы, потолки, оконные и дверные проемы);
- затраты тепла на нагрев воздуха, поступающего в помещения через неплотности ограждающих конструкций (инфильтрация);
- затраты тепла на нагрев воздуха, поступающего в результате работы вентиляции;
- поступления тепла за счет нагрева солнечными лучами (инсоляция);
- поступления тепла от работающего оборудования, электроосвещения, оргтехники, бытовых приборов и прочих источников тепла;
- тепловыделения от находящихся в помещении людей и животных.

Использование различных укрупненных показателей, как правило, дает весьма значительную погрешность, так как разброс теплопотерь даже для жилых помещений может составлять от  $40\text{ Вт/м}^2$  (для зданий с эффективными ограждающими конструкциями и стеклопакетами) до  $250\text{-}300\text{ Вт/м}^2$  (для коттеджей с кирпичными неутепленными стенами и большим количеством проемов).

В нашем примере теплопотери помещения составляют  $Q=1288\text{ Вт}$ . То есть удельные теплопотери помещения составляют  $q=1288/16,1=80\text{ Вт/м}^2$

**Предварительно принятые решения:**

**Определение диаметра трубы и шага между осями труб.**

Зная удельные теплопотери, зададимся диаметром трубы и шагом между осями труб, используя график.

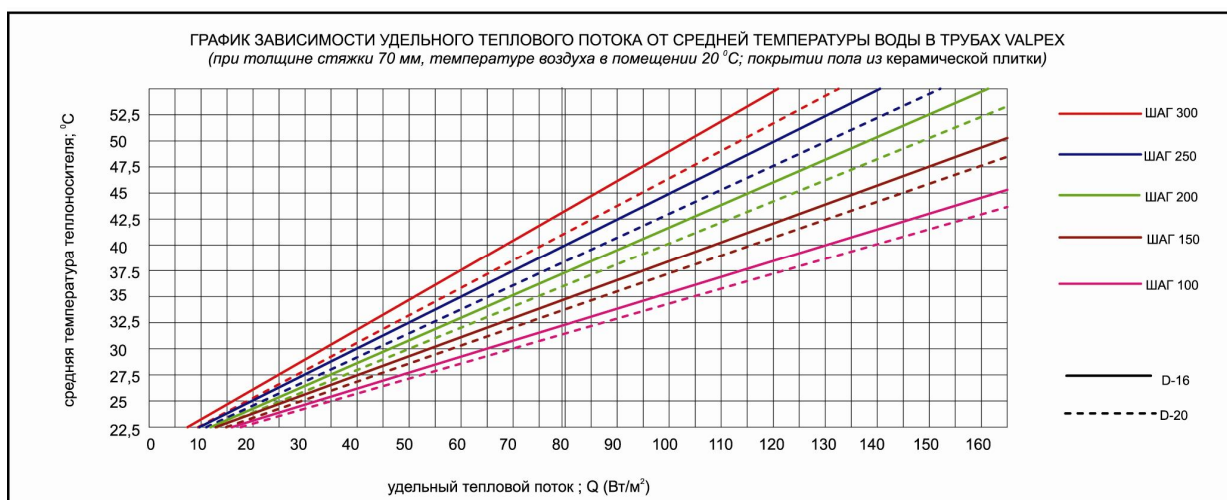


График показывает, что для достижения требуемого теплового потока 80 Вт/м<sup>2</sup> можно использовать несколько вариантов, сведенных в таблицу

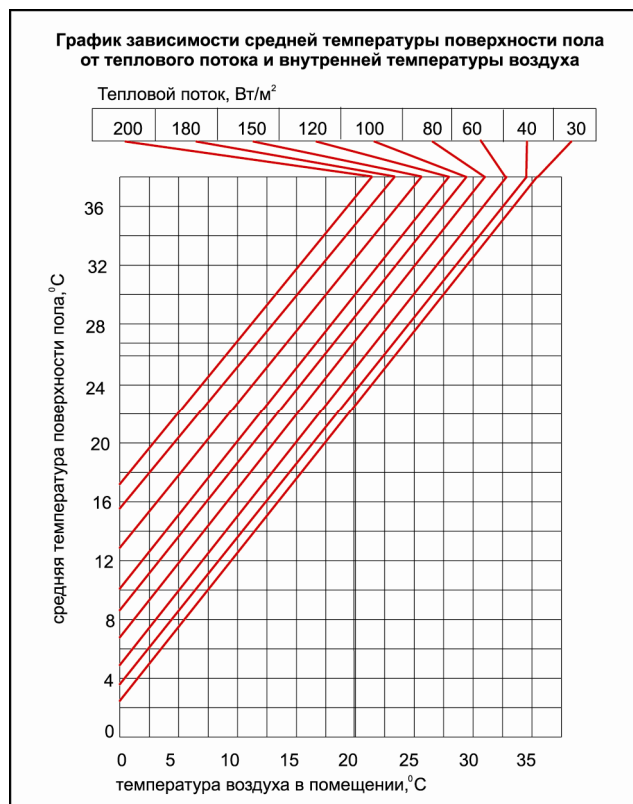
Шаг, см	Диаметр, мм	Средняя температура теплоносителя °С	Количество трубы на 1 м <sup>2</sup> , м.п.	Количество трубы на 20 м <sup>2</sup> , м.п.
10	20	31,5	10	200
	16	32,5		
15	20	33,5	6,7	134
	16	35		
20	20	36,5	5	100
	16	37,5		
25	20	38,5	4	80
	16	40		
30	20	41,5	3,4	68
	16	43,4		

Для выбора наиболее оптимального варианта необходимо произвести дополнительные расчеты.

**Расчетные данные:**

**Определение средней температуры поверхности пола.**

Среднюю температуру поверхности пола при известном тепловом потоке и температуре воздуха в помещении определяем по графику:



Для нашего примера средняя температура поверхности пола составит 26,9<sup>0</sup>C.

Средняя температура пола не превышает допустимых значений, представленных в таблице:

Предназначение помещения или его части	Максимальная температура поверхности пола, °C
Жилая зона	29
Зона повышенного обогрева (50 см от наружных стен)	35
Влажные помещения (ванны, санузлы, бассейны)	33
При покрытии пола из паркета	27

Температура по поверхности пола распределяется неравномерно – над трубой она максимальная, а между труб – минимальная. Примем полученную среднюю температуру 26,9<sup>0</sup>C за максимальную ( $T_{пол}$ ) и рассчитаем, какую среднюю температуру должен иметь теплоноситель ( $T_{cp}$ ).

**Определение средней температуры теплоносителя.**

На этом этапе расчета можно пренебречь теплопотерями в стенках трубы и на ее внутренней поверхности (тепловосприятие).

Расчет ведем по формуле:

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{пол}} + q \delta_{\text{пл}} / \lambda_{\text{пл}} + q \delta_{\text{ст}} / \lambda_{\text{ст}} = 26,9 + 80 \cdot 0,015 / 1,5 + 80 \cdot 0,07 / 0,93 = 33,42^{\circ}\text{C};$$

где:  $q$  – удельный тепловой поток ( $80 \text{ Вт/м}^2$ );

$\delta_{\text{пл}}$  – толщина плитки ( $0,015 \text{ м}$ );

$\lambda_{\text{пл}}$  – коэффициент теплопроводности плитки ( $1,5 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$ );

$\delta_{\text{ст}}$  – толщина стяжки ( $0,07 \text{ м}$ );

$\lambda_{\text{ст}}$  – коэффициент теплопроводности стяжки ( $0,93 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$ ).

**Окончательный выбор шага труб.**

Возвращаясь к графику, становится ясно, что из условия непревышения максимально допустимой температуры поверхности пола надо принимать шаг труб  $100 \text{ мм}$  (трубы **Valtec** благодаря своей гибкости и способности сохранять приданную форму идеально подходят для такого шага).

**Определение количества контуров.**

Так как расход трубы для шага  $100 \text{ мм}$  составит порядка  $200 \text{ м}$ , принимаем решение разбить помещение на две петли, чтобы не превысить экономически целесообразные предельные длины петель, указанные в таблице:

Наружный диаметр трубы Valtec, мм	Максимальная длина петли, м
16	100
20	120

**Определение тепловой нагрузки на одну петлю.**

Тепловая нагрузка на каждую петлю составит:

$$Q_1 = Q / 2 = 1688 / 2 = 844 \text{ Вт.}$$

**Определение перепада температур  $\Delta t$ .**

Оптимальный перепад температур для теплых полов составляет  $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$ . При этом перепаде прогрев пола идет наиболее равномерно. Допускается перепад до  $10^{\circ}\text{C}$ , но в этом случае босая ступня человека может ощущать неравномерность нагрева пола.

В нашем примере задаемся  $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$ .

**Определение температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе.**

Температура теплоносителя в прямом трубопроводе:

$$T_1 = T_{cp} + \Delta t/2 = 33,42 + 5/2 = 35,9^{\circ}\text{C}.$$

Температура в обратном трубопроводе:

$$T_2 = T_{cp} - \Delta t/2 = 33,42 - 5/2 = 30,9^{\circ}\text{C}.$$

**Определение расхода теплоносителя в петле.**

Расход теплоносителя в петле ( $G$ ) рассчитывается для подбора окончательного диаметра труб и вычисления гидравлических потерь.

$$G = Q_1 / (4187 \cdot \Delta t) = 844 / (4187 \cdot 5) = 0,04 \text{ кг/с}.$$

**Определение скорости движения теплоносителя.**

Максимальная скорость движения теплоносителя в трубах теплого пола должна лежать в пределах от 0,15 до 1 м/с.

Определим скорости воды в трубах диаметрами 16мм и 20мм (внутренние диаметры  $D_{вн}$  - 12мм и 16мм):

$$V_{16} = 1,274 \cdot G / (D_{вн}^2 \cdot \rho) = 1,274 \cdot 0,04 / (0,012^2 \cdot 1000) = 0,354 \text{ м/с};$$

$$V_{20} = 1,274 \cdot 0,04 / (0,016^2 \cdot 1000) = 0,199 \text{ м/с}.$$

Обе трубы удовлетворяют допустимым интервалам скоростей. Принимаем трубу с наружным диаметром 16, как менее дорогую. На практике, порой выгоднее принимать большее значение диаметра, чтобы снизить гидравлические потери в системе.

**Определение длин петель.**

Длину петель определяем на основании чертежа раскладки труб. Сравнение вариантов раскладки и значения суммы коэффициентов местных сопротивлений для рассматриваемого примера.

**Определение потерь давления в петлях.**

Потери давления в петлях теплого пола определяются для подбора насосного оборудования и расчета предварительной настройки регулировочных вентилей коллектора. Общие потери в петле складываются из линейных (от трения) потерь и потерь давления на преодоление местных сопротивлений (изменение направления, диаметра, характеристик потока).

Линейные потери в петлях находим на основании полученного значения скорости теплоносителя (0,354 м/с) и выбранного диаметра трубы (16мм) по гидравлическим таблицам.

Перемножив полученные удельные потери (167 Па/м) на длину трубы получим линейные потери давления:  $167 \cdot 96 = 16032 \text{ Па}$ .

Сумму коэффициентов местных сопротивлений  $Z$  определяем как произведение количества отводов («калач» считается за два отвода) на 0,5 (КМС отвода). Для нашего примера («улитка»)  $Z = 52 \cdot 0,5 = 26$ . (Потери в присоединительных фитингах условно не учитываются).



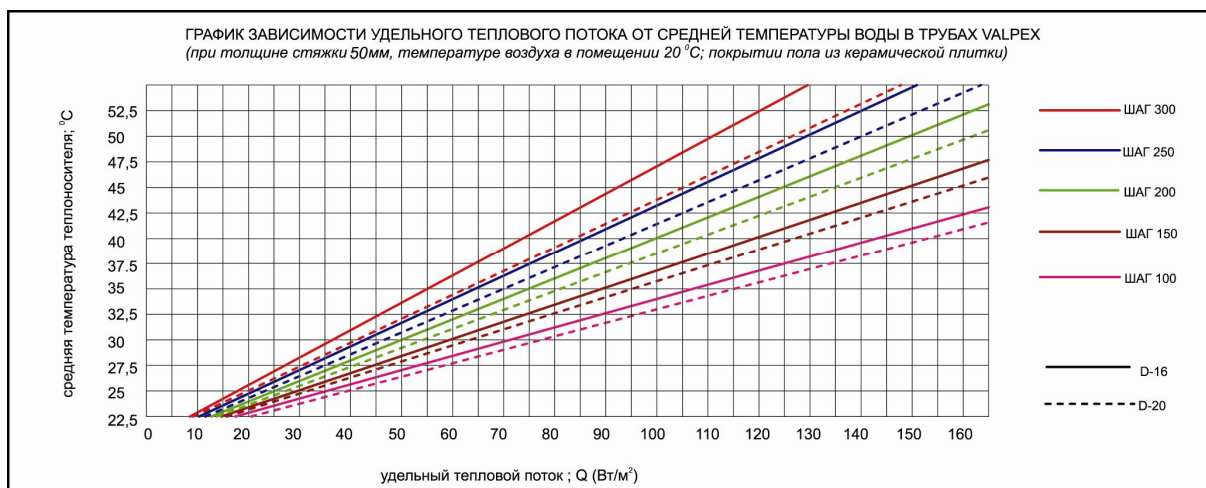
Потери на местные сопротивления определяются по формуле:

$$\Delta P = \rho \cdot Z \cdot V_{16}^2 / 2 = 1000 \cdot 26 \cdot 0,354^2 / 2 = 1629 \text{ Па.}$$

Суммируя линейные и местные потери получаем полное гидравлическое сопротивление петли:  $16032 + 1629 = 17661 \text{ Па.}$

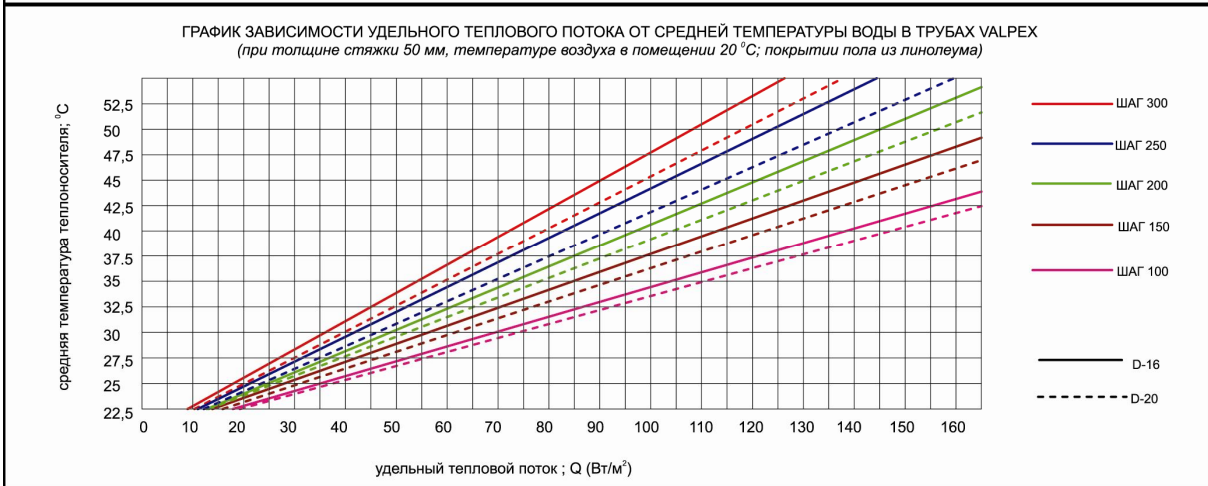
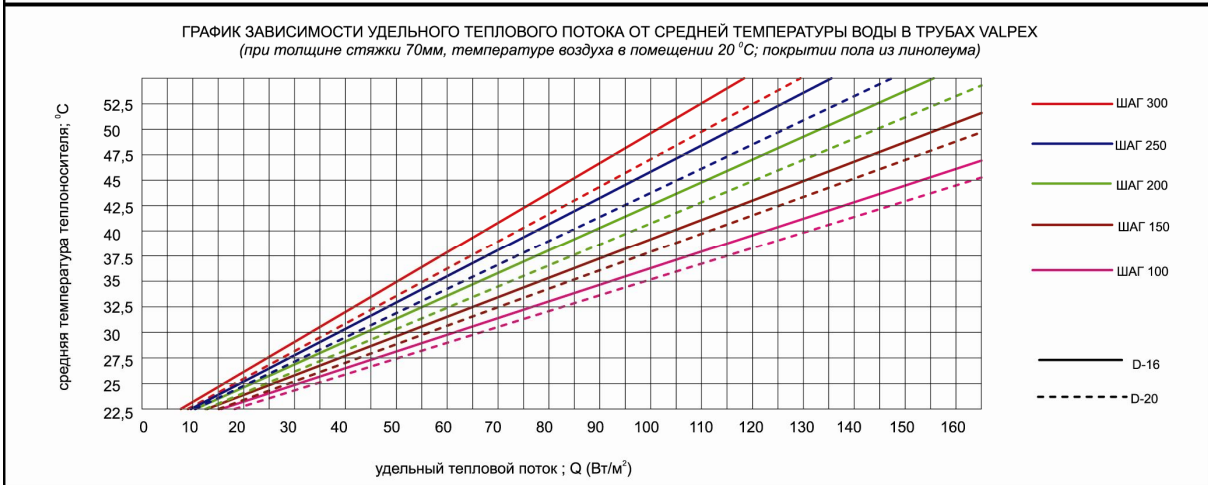
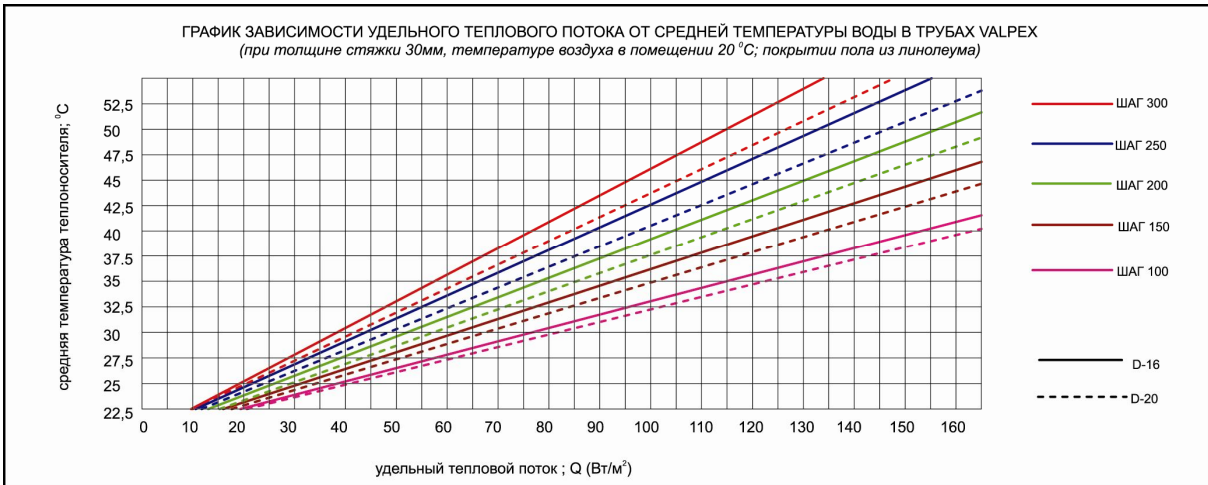
**ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ОДНОЙ ПЕТЛЕ НЕ ДОЛЖНЫ ПРЕВЫШАТЬ  
20 000 Па.**

При соблюдении данного ограничения не возникнет опасность появления «запертой» петли, когда увеличение мощности насоса пропорционально увеличивает гидравлические потери, что вновь вызывает необходимость повышения мощности насоса и так далее... После определения потерь давления по каждой из петель, можно приступить к выбору насоса и составлению таблицы предварительной настройки коллекторных вентилялей.

Графики теплового потока для различных вариантов покрытий<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> – Зависимость удельного теплового потока от средней температуры воды для определения физических характеристик труб Valtec эквивалентна аналогичным характеристикам, приведённым в графиках для труб Valpex в приложении 6 на листах 7 и 8.

Для точного расчета систем напольного отопления следует использовать программный расчетный комплекс VALTEC PRG.RUS, распространяемый компанией «Веста-Трейдинг».



**Основные принципы расчета сетей настенного отопления.**

Для подбора шага труб напольного отопления и средней температуры теплоносителя по известному удельному тепловому потоку с 1 м<sup>2</sup> стены можно воспользоваться следующим графиком:

**Пример расчета:**

В помещении площадью 20 м<sup>2</sup> площадь стен, доступных для устройства настенного отопления составляет 39 м<sup>2</sup>. Общие теплотери помещения - 1600 Вт. Удельные теплотери помещения составляют 80 Вт/м<sup>2</sup> площади пола, или 1600:39=41 Вт/м<sup>2</sup> площади стен. Примем среднюю температуру теплоносителя 35<sup>0</sup>С. Всю площадь стен поделим на три зоны: до отметки +120см – 18м<sup>2</sup> (S<sub>3</sub>), до отметки +180см – 6м<sup>2</sup> (S<sub>2</sub>), до потолка (отм. +280см) (S<sub>1</sub>) – 15м<sup>2</sup>.

В верхней зоне удельный тепловой поток может составлять порядка 50% от среднего, то есть примерно 20 Вт/м<sup>2</sup>. По графику 1 находим, что этому условию может удовлетворять труба D20 с шагом 300мм. Удельный поток от нее составит 18 Вт/м<sup>2</sup>. В средней зоне удельный тепловой поток примем в размере 75% от среднего – 30 Вт/м<sup>2</sup>. По графику 1 принимаем трубу D20 с шагом 200мм и удельным потоком 31 Вт/м<sup>2</sup>.

Теперь задача сводится к определению удельного потока в нижней зоне:

$q_3 = (Q - q_1 S_1 - q_2 S_2) / S_3 = (1600 - 18 \cdot 15 - 31 \cdot 6) / 18 = 63,6$  Вт/м<sup>2</sup>. По графику 1 принимаем трубу D20 с шагом 100 мм.

**Определение теплотерь.**

Для расчета систем отопления необходимо определить тепловой баланс для каждого помещения, который включает:

- теплотери через ограждающие конструкции;
- потери тепла на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха. Инfiltrация происходит в основном, через окна и балконные двери, и, в незначительной мере, через стыки панели и неплотности конструкций;
- потери тепла на нагревание поступающего при естественной вентиляции холодного воздуха. Обычно, потери на инfiltrацию и естественную вентиляцию, учитываются в размере нормативного воздухообмена для жилых помещений и кухонь.

Зная, что нормативный воздухообмен составляет N= 3 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> помещения в час, данный вид потерь можно рассчитать по формуле:

$Q_v = N \cdot \rho \cdot c \cdot (t_v - t_n) \cdot S$ , где

$\rho$  - плотность воздуха, 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – теплоемкость воздуха, 1 кДж/кг;

$t_v$  - температура воздуха в помещении;

$t_n$  – расчетная температура наружного воздуха;

$S$  – площадь помещения;

В среднем, эти теплопотери для жилых помещений составляют 50 Вт/м<sup>2</sup>. При этом надо иметь в виду, что эти потери учитываются только при вентиляции с естественным побуждением. При наличии механических вентиляционных систем, теплота, расходуемая на нагрев приточного воздуха включается в расчет вентиляционного калорифера;

- теплопоступления от людей, оборудования и техники. В практике, для жилых зданий, эти теплопоступления не учитываются, так как они носят временный характер и компенсируются термостатическими устройствами нагревательных приборов.

Теплопотери через ограждающие конструкции рассчитываются по формуле:

$$Q = A \cdot (t_a - t_i) \left(1 + \sum \beta\right) \cdot n \cdot K \text{ Вт, где}$$

A – площадь ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;

β- коэффициент добавочных теплопотерь, определяемый по таблице:

***Коэффициент добавочных теплопотерь β:***

№	Ограждающие конструкции	Коэффициент
1	Вертикальные и наклонные окна, стены, двери, обращенные на С;В;СВ;СЗ	0,1
2	Вертикальные и наклонные окна, стены, двери, обращенные на ЮВ,ЮЗ	0,05
3	В угловых помещениях дополнительно на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на С;В;СВ;СЗ	0,05
4	В угловых помещениях в других случаях	0,1
5	Тройные двери с двумя тамбурами при отсутствии завесы	0,2Н (Н-высота здания до карниза)
6	Двойные двери с тамбуром при отсутствии завесы	0,27Н
7	Двойные двери без тамбура при отсутствии завесы	0,34Н
8	Одинарные двери при отсутствии завесы	0,22Н
9	Ворота при отсутствии завесы и тамбура	3
10	Ворота при отсутствии завесы, с тамбуром	1

n- коэффициент положения ограждающей конструкции, определяемый по таблице:

№	Ограждающая конструкция	Коэффициент n
1	Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2	Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5	Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

K- коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, определяемый по формуле:

$$E = \left( \frac{1}{\alpha_i} + \sum R + \frac{1}{\alpha_a} \right)^{-1}, \text{ Вт/м}^2 \text{ К,}$$

где  $\alpha_n$ ,  $\alpha_b$  - коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности и тепловосприятия внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемые по таблице:

№	Конструкция	$\alpha_{в}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	$\alpha_{н}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
1	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной климатической зоне	23	
2	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной климатической зоне	17	
3	Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12	
4	Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6	
5	Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты $h$ ребер к расстоянию $\alpha$ между гранями соседних ребер $\frac{h}{\alpha} \leq 0,3$		8,7
6	Потолков с выступающими ребрами при отношении $\frac{h}{\alpha} > 0,3$		7,6
7	Зенитных фонарей		9,9

$R$  – термическое сопротивление конструкции;  $R = \delta/\lambda$ ,  $\text{м}^2 \text{ К}/\text{Вт}$ , где:  
 $\delta$  – толщина конструкции или слоя, м;  
 $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт}/\text{м К}$ , принимаемый по таблице:

**Коэффициенты теплопроводности материалов**

№	Наименование материала, конструкции	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ Вт / м К
1	Алюминий	221
2	Асбесто-цементные листы	0,52
3	Асфальтобетон	1,05
4	Бетон	1,86
5	Газо- и пенобетон 1000кг/м <sup>3</sup>	0,47
6	Газо- и пенобетон 800кг/м <sup>3</sup>	0,37
7	Газо- и пенобетон 600кг/м <sup>3</sup>	0,26
8	Газо- и пенобетон 400кг/м <sup>3</sup>	0,15
9	Гипсовые блоки	0,47
10	Гипсокартонные листы (гипрок)	0,21
11	Гранит	3,49
12	ДВП	0,16
13	ДСП	0,29
14	Дуб (поперек волокон)	0,41
15	Железобетон	2,04
16	Известняк	1,05
17	Керамзитобетон 1200кг/м <sup>3</sup>	0,52
18	Керамзитовый гравий	0,23
19	Кирпич глиняный сплошной	0,81
20	Кирпич глиняный пустотный	0,64
21	Кирпич силикатный	0,87
22	Ковролин	0,07
23	Линолеум многослойный	0,38
24	Линолеум на тканевой основе	0,23
25	Медь	407
26	Минвата	0,06
27	Мрамор	2,91
28	Паркет	0,2
29	Пенополистирол	0,052
30	Пенополиуретан	0,041
31	Песок	0,58
32	Плитка керамическая	1,0
33	Плитка ПВХ	0,23
34	Раствор цементно-известковый	0,87
35	Раствор цементно-песчаный	0,93
36	Рубероид	0,17
37	Сосна (поперек волокон)	0,18
38	Сосна (вдоль волокон)	0,35
39	Сталь	58
40	Стекло	0,76
41	Фанера	0,18
42	Чугун	50



Для оконных и балконных заполнений, значения приведенного термического сопротивления принимаются по таблице:

***Приведенное сопротивление теплопередаче оконных заполнений***

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
1. Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	-
2. Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,34*
3. Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм:		
194 x 194 x 98	0,31 (без переплета)	
244 x 244 x 98	0,33 (без переплета)	
4. Профильное стекло коробчатого сечения	0,31 (без переплета)	
5. Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	-
6. Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,52	-
7. Тройное остекление в отдельно-спаренных переплетах	0,55	0,46
8. Однокамерный стеклопакет из стекла:		
обычного	0,38	0,34
с твердым селективным покрытием	0,51	0,43
с мягким селективным покрытием	0,56	0,47
9. Двухкамерный стеклопакет из стекла:		
обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,51	0,43
обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,54	0,45
с твердым селективным покрытием	0,58	0,48
с мягким селективным покрытием	0,68	0,52
с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,65	0,53
10. Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:		
обычного	0,56	-
с твердым селективным покрытием	0,65	-
с мягким селективным покрытием	0,72	-
с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,69	-
11. Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:		
обычного	0,68	-
с твердым селективным покрытием	0,74	-
с мягким селективным покрытием	0,81	-
с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,82	-
12. Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	-
13. Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,74	-
14. Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	-
* в стальных переплетах		

Для ориентировочных расчетов, определение теплотерь через ограждающие конструкции можно определять по таблице:

***Усредненные удельные теплотери через ограждающие конструкции***

Конструкция наружных стен	Коэф. Теплопередачи, Вт/м <sup>2</sup> К	Удельные теплотери через ограждающие конструкции, Вт/м <sup>2</sup> площади пола			
		Рядовое помещение	Добавлять для первого этажа	Добавлять для верхнего этажа	Добавлять для углового помещения
<b>1. КИРПИЧНЫЕ СТЕНЫ</b>					
Стена 1,5 кирпича , оштукатуренная с двух сторон	1,39	86	29	18	63
Стена 2 кирпича, оштукатуренная с двух сторон	1,136	78	29	18	41
Стена 2,5 кирпича, оштукатуренная с двух сторон	0,961	72	29	18	35
Кладка 1,5 кирпича под расшивку с утеплением изнутри минватой 50мм и гипроком	0,695	64	29	18	25
Кладка 2 кирпича под расшивку с утеплением изнутри минватой 50мм и гипроком	0,596	61	29	18	21
Кладка 2,5 кирпича под расшивку с утеплением изнутри минватой 50мм и гипроком	0,544	59	29	18	20
<b>2. СТЕНЫ ИЗ БРУСА</b>					
Брус 150мм, обшитый с двух сторон вагонкой	0,863	69	29	18	31
Брус 200мм, обшитый с двух сторон вагонкой	0,696	63	29	18	26
Брус 150мм, снаружи -вагонка, изнутри -минвата 50мм с вагонкой	0,502	57	29	18	19
Брус 200 мм, снаружи - вагонка, изнутри -минвата 50мм с вагонкой	0,441	55	29	18	16
Брус 150мм, снаружи -вагонка, изнутри -минвата 50мм с гипроком	0,509	58	29	18	18
Брус 200мм, снаружи -вагонка, изнутри -минвата 50мм с гипроком	0,446	56	29	18	16
<b>3. ГАЗОБЕТОН</b>					
Толщина 200мм, штукатурка с двух сторон	0,905	70	29	18	33
Толщина 250мм, штукатурка с двух сторон	0,771	66	29	18	28
Толщина 300мм, штукатурка с двух сторон	0,671	63	29	18	24
Толщина 400мм, штукатурка с двух сторон	0,534	58	29	18	20
<b>4. КЕРАМЗИТОБЕТОН</b>					
Панель 300мм	1,10	77	29	18	40
Панель 350мм	0,991	73	29	18	36
Панель 400 мм	0,905	70	29	18	33

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.

Лист 8.

Данные приведены для  $T_{в}=20^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{н}=-26^{\circ}\text{C}$ . Для других температур табличные данные умножать на коэффициент  $K1 = (T_{в}-T_{н})/46$ .

Для автоматизированного расчета теплотерь можно использовать программный расчетный комплекс VALTEC PRG.RUS, который позволяет выводить результаты расчета с пояснениями на стандартном бланке проекта.

**Нормы расхода воды для различных групп потребителей.**

ВОДОПОТРЕБИТЕЛИ измеритель числа потребителей	Нормы расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
	в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления			
	общая (в том числе горячей) $Q_{u,m}^{tot}$	горячей $Q_{u,m}^h$	общая (в том числе горячей) $Q_u^{tot}$	горячей $Q_u^h$	общая (в том числе горячей) $Q_{hr,u}^{tot}$	горячей $Q_{hr,u}^h$	общий (холод- ной и горячей) $Q_0^{tot} (Q_{0,hr}^{tot})$	холод- ной или горячей $Q_0^c, Q_0^h$ ( $Q_{0,hr}^c, Q_{0,hr}^h$ )
1	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Жилые дома</b> 1 житель	360	115	400	130	20	10,9	0,3 (300)	0,2 (200)
<b>Гостиницы</b> 1 проживающий	300	180	300	180	30	16	0,3 (300)	0,2 (200)
<b>Больницы</b> 1 койка	1 койка	200	90	200	90	12	7,7	0,3 (300)
<b>Санатории и дома отдыха</b> 1 койка	150	75	150	75	12,5	8,2	0,2 (100)	0,14 (60)
<b>Поликлиники</b> 1 больной в смену	13	5,2	15	6	2,6	1,2	0,2 (80)	0,14 (60)
<b>Детские дошкольные учреждения</b> 1 ребенок	25	105	35	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)	25
<b>Прачечные</b> 1 кг сухого белья	75	25	75	25	75	25	По технологическим данным	
<b>Административные здания</b> 1 работающий	12	5	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)
<b>Учебные заведения</b> 1 учащийся и преподаватель	17,2	6	20	8	2,7	1,2	0,14 (100)	0,1 (60)
<b>Предприятия общепита</b> 1 условное блюдо	12	4	12	4	12	4	0,3 (300)	0,2 (200)
<b>Магазины продовольственные</b> 1 работающий в смену или 20м <sup>2</sup> торгового зала	250	65	250	250	65	250	0,3 (300)	0,2 (200)
<b>Магазины протомарные</b> 1 работающий в смену	12	5	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)
<b>Парикмахерские</b> 1 рабочее место в смену	56	33	60	35	9	4,7	0,14 (60)	0,1 (40)
<b>Кинотеатры</b> 1 место	4	1,5	4	1,5	0,5	0,2	0,14 (80)	0,1 (50)
<b>Клубы</b> 1 место	8,6	2,6	10	3	0,9	0,4	0,14 (80)	0,1 (50)
<b>Стадионы и спортзалы:</b> для зрителей (1 место)	3	1	3	1	0,3	0,1	0,14 (60)	0,1 (40)
<b>Стадионы и спортзалы:</b> для спортсменов (1 спортсмен)	100	60	100	60	9	5	0,2 (80)	0,14 (50)
<b>Плавательные бассейны:</b>								
пополнение бассейна % емкости бассейна в сутки	10	-	-	-	-	-	-	-
для зрителей 1 место	3	1	3	1	0,3	0,1	0,14 (60)	0,1 (40)
для спортсменов 1 спортсмен	100	60	100	60	9	5	0,2 (80)	0,14 (50)
<b>Душевые в бытовых помещениях</b> 1 душ. сетка в смену	-	-	500	230	500	230	0,2 (500)	0,14 (270)
<b>Горячие цеха</b> 1 чел. в смену	-	-	45	24	14,1	8,4	0,14 (60)	0,1 (40)
<b>Остальные цеха</b> 1 чел. в смену	-	-	25	11	9,4	4,4	0,14 (60)	0,1 (40)
<b>Расход воды на поливку</b> 1 м <sup>2</sup>	3-6	-	3-6	-	-	-	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8.

### Лист 2.

*В предприятиях общественного питания количество реализуемых блюд в час следует определять по формуле  $U=2,2mn$ , где:*

***n**- количество посадочных мест;*

***m**- количество посадок, принимаемое для столовых открытого типа и кафе равным 2; для столовых при промышленных предприятиях и студенческих столовых - 3; для ресторанов -1,5.*

**Значение коэффициентов  $\alpha$  для определения расчетных расходов воды.**  
**Значения коэффициентов  $\alpha$  при  $P (Phr) > 0,1$  и  $N \leq 200$**

N	P (Phr)									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
2	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
4	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,76	0,78	0,80	0,80	0,80
6	0,72	0,78	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,16	1,20	1,20
8	0,84	0,91	0,99	1,08	1,18	1,29	1,39	1,50	1,58	1,59
10	0,95	1,04	1,14	1,25	1,38	1,52	1,66	1,81	1,94	1,97
12	1,05	1,15	1,28	1,41	1,57	1,74	1,92	2,11	2,29	2,36
14	1,14	1,27	1,41	1,57	1,75	1,95	2,17	2,40	2,63	2,75
16	1,25	1,37	1,53	1,71	1,92	2,15	2,41	2,69	2,96	3,14
18	1,32	1,47	1,65	1,85	2,09	2,35	2,55	2,97	3,24	3,53
20	1,41	1,57	1,77	1,99	2,25	2,55	2,88	3,24	3,60	3,92
22	1,49	1,67	1,88	2,13	2,41	2,74	3,11	3,51	3,94	4,33
24	1,57	1,77	2,00	2,26	2,57	2,93	3,33	3,78	4,27	4,70
26	1,64	1,86	2,11	2,39	2,73	3,11	3,55	4,04	4,60	5,11
28	1,72	1,95	2,21	2,52	2,88	3,30	3,77	4,30	4,94	5,51
30	1,80	2,04	2,32	2,65	3,03	3,48	3,99	4,56	5,27	5,89
32	1,87	2,13	2,43	2,77	3,18	3,66	4,20	4,82	5,60	6,24
34	1,94	2,21	2,53	2,90	3,33	3,84	4,42	5,08	5,92	6,65
36	2,02	2,30	2,63	3,02	3,48	4,02	4,63	5,33	6,23	7,02
38	2,09	2,38	2,73	3,14	3,62	4,20	4,84	5,58	6,60	7,43
40	2,16	2,47	2,83	3,26	3,77	4,38	5,05	5,83	6,91	7,84
45	2,33	2,67	3,08	3,53	4,12	4,78	5,55	6,45	7,72	8,80
50	2,50	2,88	3,32	3,80	4,47	5,18	6,05	7,07	8,52	9,90
55	2,66	3,07	3,56	4,07	4,82	5,58	6,55	7,69	9,40	10,80
60	2,83	3,27	3,79	4,34	5,16	5,98	7,05	8,31	10,20	11,80
65	2,99	3,46	4,02	4,61	5,50	6,38	7,55	8,93	11,00	12,70
70	3,14	3,65	4,25	4,88	5,83	6,78	8,05	9,55	11,70	13,70
75	3,30	3,84	4,48	5,15	6,16	7,18	8,55	10,17	12,50	14,70
80	3,45	4,02	4,70	5,42	6,49	7,58	9,06	10,79	13,40	15,70
85	3,60	4,20	4,92	5,69	6,82	7,98	9,57	11,41	14,20	16,80
90	3,75	4,38	5,14	5,96	7,15	8,38	10,08	12,04	14,90	17,70
95	3,90	4,56	5,36	6,23	7,48	8,78	10,59	12,67	15,60	18,60
100	4,05	4,74	5,58	6,50	7,81	9,18	11,10	13,30	16,50	19,60
105	4,20	4,92	5,80	6,77	8,14	9,58	11,61	13,93	17,20	20,60
110	4,35	5,10	6,02	7,04	8,47	9,99	12,12	14,56	18,00	21,60
115	4,50	5,28	6,24	7,31	8,80	10,40	12,63	15,19	18,80	22,60
120	4,65	5,46	6,46	7,58	9,13	10,81	13,14	15,87	19,50	23,60
125	4,80	5,64	6,68	7,85	9,46	11,22	13,65	16,45	20,20	24,60
130	4,95	5,82	6,90	8,12	9,79	11,63	14,16	17,08	21,00	25,50
135	5,10	6,00	7,12	8,39	10,12	12,04	14,67	17,71	21,90	26,50
140	5,25	6,18	7,34	8,66	10,45	12,45	15,18	18,34	22,70	27,50
145	5,39	6,36	7,56	8,93	10,77	12,86	15,69	18,97	23,40	28,40
150	5,53	6,54	7,78	9,20	11,09	13,27	16,20	19,60	24,20	29,40
155	5,67	6,72	8,00	9,47	11,41	13,68	16,71	20,23	25,00	30,40
160	5,81	6,90	8,22	9,74	11,73	14,09	17,22	20,86	25,60	31,30
165	5,95	7,07	8,44	10,01	12,05	14,50	17,73	21,49	26,40	32,50
170	6,09	7,23	8,66	10,28	12,37	14,91	18,24	22,12	27,10	33,60
175	6,23	7,39	8,88	10,55	12,69	15,32	18,75	22,75	27,90	34,70
180	6,37	7,55	9,10	10,82	13,01	15,73	19,26	23,38	28,50	35,40
185	6,50	7,71	9,32	11,09	13,33	16,14	19,77	24,01	29,40	36,60
190	6,63	7,87	9,54	11,36	13,65	16,55	20,28	24,64	30,10	37,60
195	6,76	8,03	9,75	11,63	13,97	16,96	20,79	25,27	30,90	38,30
200	6,89	8,19	9,96	11,90	14,30	17,40	21,30	25,90	31,80	39,50

**Значение коэффициентов  $\alpha$  для определения расчетных расходов воды.**  
 Значения коэффициентов  $\alpha$  при  $P (Phr) \leq 0,1$  и любом  $N$ , а также при  $P (Phr) > 0,1$  и числе  $N > 200$

NP (NPhr)	$\alpha$	NP (NPhr)	$\alpha$	NP (NPhr)	$\alpha$	NP (NPhr)	$\alpha$	NP (NPhr)	$\alpha$
Менее 0,015	0,200	0,64	0,767	10,0	4,126	58	16,22	330	76,80
0,015	0,202	0,66	0,779	10,2	4,185	59	16,45	335	77,88
0,016	0,205	0,68	0,791	10,4	4,244	60	16,69	340	78,96
0,017	0,207	0,70	0,803	10,6	4,302	61	16,92	345	80,04
0,018	0,210	0,72	0,815	10,8	4,361	62	17,15	350	81,12
0,019	0,212	0,74	0,826	11,0	4,419	63	17,39	355	82,20
0,020	0,215	0,76	0,838	11,2	4,477	64	17,62	360	83,28
0,021	0,217	0,78	0,849	11,4	4,534	65	17,85	365	84,36
0,022	0,219	0,80	0,860	11,6	4,592	66	18,09	370	85,44
0,023	0,222	0,82	0,872	11,8	4,649	67	18,32	375	86,52
0,024	0,224	0,84	0,883	12,0	4,707	68	18,55	380	87,60
0,025	0,226	0,86	0,894	12,2	4,764	69	18,79	385	88,67
0,026	0,228	0,88	0,905	12,4	4,820	70	19,02	390	89,75
0,027	0,230	0,90	0,916	12,6	4,877	71	19,25	395	90,82
0,028	0,233	0,92	0,927	12,8	4,934	72	19,48	400	91,90
0,029	0,235	0,94	0,937	13,0	4,990	73	19,71	405	92,97
0,030	0,237	0,96	0,948	13,2	5,047	74	19,94	410	94,05
0,031	0,239	0,98	0,959	13,4	5,103	75	20,18	415	95,12
0,032	0,241	1,00	0,969	13,6	5,159	76	20,41	420	96,20
0,033	0,243	1,05	0,995	13,8	5,215	77	20,64	425	97,27
0,034	0,245	1,10	1,021	14,0	5,270	78	20,87	430	98,34
0,035	0,247	1,15	1,046	14,2	5,326	79	21,10	435	99,41
0,036	0,249	1,20	1,071	14,4	5,382	80	21,33	440	100,49
0,037	0,250	1,25	1,096	14,6	5,437	81	21,56	445	101,56
0,038	0,252	1,30	1,120	14,8	5,492	82	21,69	450	102,63
0,039	0,254	1,35	1,144	15,0	5,547	83	22,02	455	103,70
0,040	0,256	1,40	1,168	15,2	5,602	84	22,25	460	104,77
0,041	0,258	1,45	1,191	15,4	5,657	85	22,48	465	105,84
0,042	0,259	1,50	1,215	15,6	5,712	86	22,71	470	106,91
0,043	0,261	1,55	1,238	15,8	5,767	87	22,94	475	107,98
0,044	0,263	1,60	1,261	16,0	5,821	88	23,17	480	109,05
0,045	0,265	1,65	1,283	16,2	5,876	89	23,39	485	110,11
0,046	0,266	1,70	1,306	16,4	5,930	90	23,62	490	111,18
0,047	0,268	1,75	1,328	16,6	5,984	91	23,85	495	112,25
0,048	0,270	1,80	1,350	16,8	6,039	92	24,08	500	113,32
0,049	0,271	1,85	1,372	17,0	6,093	93	24,31	505	114,38
0,050	0,273	1,90	1,394	17,2	6,147	94	24,54	510	115,45
0,052	0,276	1,95	1,416	17,4	6,201	95	24,77	515	116,52
0,054	0,280	2,00	1,437	17,6	6,254	96	24,99	520	117,58
0,056	0,283	2,1	1,479	17,8	6,308	97	25,22	525	118,65
0,058	0,286	2,2	1,521	18,0	6,362	98	25,45	530	119,71
0,060	0,289	2,3	1,563	18,2	6,415	99	25,68	535	120,78
0,062	0,292	2,4	1,604	18,4	6,469	100	25,91	540	121,84
0,064	0,295	2,5	1,644	18,6	6,522	102	26,36	545	122,91
0,065	0,298	2,6	1,684	18,8	6,575	104	26,82	550	123,97
0,068	0,301	2,7	1,724	19,0	6,629	106	27,27	555	125,04
0,070	0,304	2,8	1,763	19,2	6,682	108	27,72	560	126,10
0,072	0,307	2,9	1,802	19,4	6,734	110	28,18	565	127,16
0,074	0,309	3,0	1,840	19,6	6,788	112	28,63	570	128,22
0,076	0,312	3,1	1,879	19,8	6,840	114	29,09	575	129,29
0,078	0,315	3,2	1,917	20,0	6,893	116	29,54	580	130,35
0,080	0,318	3,3	1,954	20,5	7,025	118	29,89	585	131,41
0,082	0,320	3,4	1,991	21,0	7,156	120	30,44	590	132,47
0,084	0,323	3,5	2,029	21,5	7,287	122	30,90	595	133,54
0,086	0,326	3,6	2,065	22,0	7,417	124	31,35	600	134,60

ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Лист 3.

NP (NPhr)	Q	NP (NPhr)	Q	NP (NPhr)	Q	NP (NPhr)	Q	NP (NPhr)	Q
0,088	0,328	3,7	2,102	22,5	7,547	126	31,80	605	135,66
0,090	0,331	3,8	2,138	23,0	7,677	128	32,25	610	136,72
0,092	0,333	3,9	2,174	23,5	7,806	130	32,70	615	137,78
0,094	0,336	4,0	2,210	24,0	7,935	132	33,15	620	138,84
0,096	0,338	4,1	2,246	24,5	8,064	134	33,60	625	139,90
0,098	0,341	4,2	2,281	25,0	8,192	136	34,06	630	140,96
0,100	0,343	4,3	2,317	25,5	8,320	138	34,51	635	142,02
0,105	0,349	4,4	2,352	26,0	8,447	140	34,96	640	143,08
0,110	0,355	4,5	2,386	26,5	8,575	142	35,41	645	144,14
0,115	0,361	4,6	2,421	27,0	8,701	144	35,86	650	145,20
0,120	0,367	4,7	2,456	27,5	8,828	146	36,31	655	146,25
0,125	0,373	4,8	2,490	28,0	8,955	148	36,76	660	147,31
0,130	0,378	4,9	2,524	28,5	9,081	150	37,21	665	148,37
0,135	0,384	5,0	2,558	29,0	9,207	152	37,66	670	149,43
0,140	0,389	5,1	2,592	29,5	9,332	154	38,11	675	150,49
0,145	0,394	5,2	2,626	30,0	9,457	156	38,56	680	151,55
0,150	0,399	5,3	2,660	30,5	9,583	158	39,01	685	152,60
0,155	0,405	5,4	2,693	31,0	9,707	160	39,46	690	153,66
0,160	0,410	5,5	2,726	31,5	9,832	162	39,91	695	154,72
0,165	0,415	5,6	2,760	32,0	9,957	164	40,35	700	155,77
0,170	0,420	5,7	2,793	32,5	10,08	166	40,80	705	156,83
0,175	0,425	5,8	2,826	33,0	10,20	168	41,25	710	157,89
0,180	0,430	5,9	2,858	33,5	10,33	170	41,70	715	158,94
0,185	0,435	6,0	2,891	34,0	10,45	172	42,15	720	160,00
0,190	0,439	6,1	2,924	34,5	10,58	174	42,60	725	161,06
0,195	0,444	6,2	2,956	35,0	10,70	176	43,05	730	162,11
0,20	0,449	6,3	2,989	35,5	10,82	178	43,50	735	163,17
0,21	0,458	6,4	3,021	36,0	10,94	180	43,95	740	164,22
0,22	0,467	6,5	3,053	36,5	11,07	182	44,40	745	165,28
0,23	0,476	6,6	3,085	37,0	11,19	184	44,84	750	166,33
0,24	0,485	6,7	3,117	37,5	11,31	186	45,29	755	167,39
0,25	0,493	6,8	3,149	38,0	11,43	188	45,74	760	168,44
0,26	0,502	6,9	3,181	38,5	11,56	190	46,19	765	169,50
0,27	0,510	7,0	3,212	39,0	11,68	192	46,64	770	170,55
0,28	0,518	7,1	3,244	39,5	11,80	194	47,09	775	171,60
0,29	0,526	7,2	3,275	40,0	11,92	196	47,54	780	172,66
0,30	0,534	7,3	3,307	40,5	12,04	198	47,99	785	173,71
0,31	0,542	7,4	3,338	41,0	12,16	200	48,43	790	174,76
0,32	0,550	7,5	3,369	41,5	12,28	205	49,49	795	175,82
0,33	0,558	7,6	3,400	42,0	12,41	210	50,59	800	176,87
0,34	0,565	7,7	3,431	42,5	12,53	215	51,70	810	178,98
0,35	0,573	7,8	3,462	43,0	12,65	220	52,80	820	181,08
0,36	0,580	7,9	3,493	43,5	12,77	225	53,90	830	183,19
0,37	0,588	8,0	3,524	44,0	12,89	230	55,00	840	185,29
0,38	0,595	8,1	3,555	44,5	13,01	235	56,10	850	187,39
0,39	0,602	8,2	3,585	45,0	13,13	240	57,19	860	189,49
0,40	0,610	8,3	3,616	45,5	13,25	245	58,29	870	191,60
0,41	0,617	8,4	3,646	46,0	13,37	250	59,38	880	193,70
0,42	0,624	8,5	3,677	46,5	13,49	255	60,48	890	195,70
0,43	0,631	8,6	3,707	47,0	13,61	260	61,57	900	197,90
0,44	0,638	8,7	3,738	47,5	13,73	265	62,66	910	200,00
0,45	0,645	8,8	3,768	48,0	13,85	270	63,75	920	202,10
0,46	0,652	8,9	3,798	48,5	13,97	275	64,85	930	204,20
0,47	0,658	9,0	3,828	49,0	14,09	280	65,94	940	206,30
0,48	0,665	9,1	3,858	49,5	14,20	285	67,03	950	208,39



ПРИЛОЖЕНИЕ 9.  
Лист 4.

NP (NPhr)	Q	NP (NPhr)	Q	NP (NPhr)	Q	NP (NPhr)	Q	NP (NPhr)	Q
0,49	0,672	9,2	3,888	50	14,32	290	68,12	960	210,49
0,50	0,678	9,3	3,918	51	14,56	295	69,20	970	212,59
0,52	0,692	9,4	3,948	52	14,80	300	70,29	980	214,68
0,54	0,704	9,5	3,978	53	15,04	305	71,38	990	216,78
0,56	0,717	9,6	4,008	54	15,27	310	72,46	1000	218,87
0,58	0,730	9,7	4,037	55	15,51	315	73,55	1250	271,14
0,60	0,742	9,8	4,067	56	15,74	320	74,63	1600	343,90
0,62	0,755	9,9	4,097	57	15,98	325	75,72	2000	426,80

**Нормативные требования по установке трубопроводной арматуры.**

<b>ВОДОПРОВОД ХОЛОДНОЙ И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ</b>		
Водозапорная арматура	В основании стояков	СНиП 2.04.01, п.10.5
	При закольцованных по вертикали стояках - в верхней их части	
	При закольцованной системе - для отключения каждого полукольца	
	На ответвлениях от магистрали	
	На вводе в квартиру (номер)	
	На ответвлениях, питающих 5 или больше точек водоразбора	
	Перед наружным поливочным краном	
	Перед смывным бачком унитаза	
	Перед водонагревателями	
	Перед стиральной машиной-автоматом	
	Перед посудомоечной машиной	Паспорт машины
	Перед гидромассажной ванной	Паспорт ванны
	Перед гидромассажным душем	Паспорт душа
	Перед фильтром питьевой воды со сменными фильтрующими элементами	Паспорт фильтра
Водоспускная арматура	В нижних точках системы	СНиП 2.04.01, п.9.15
	У основания стояков перед запорной арматурой стояка	СНиП 2.04.01, п.10.4.
	После водосчетчика (по ходу воды) перед запорной арматурой	СНиП 2.04.01, п.11.6.
Поливочный кран	На каждые 60 м периметра здания ( у наружной стены)	СНиП 2.04.01, п.10.7.
	В мусоросборной камере мусорпровода ( горячая и холодная вода)	СНиП 2.04.01, п.10.11
	В гардеробах рабочей одежды загрязненных производств	СНиП 2.04.01, п.10.12 в зданиях с горячей водой к поливочным кранам подводится горячая и холодная вода)
	В общественных уборных	
	В уборных с тремя и более унитазами	
	В умывальных помещениях при числе умывальников 5 и более	
	В душевых помещениях при числе душей 3 и более	
В помещениях, где предусмотрена мокрая уборка полов		

Кран со штуцером и шлангом длиной 15м	На вводе в квартиру (в качестве первичного средства пожаротушения)	СНиП 2.08.01, п.3.1а
Регулятор давления	На вводе водопровода, если давление наружной сети превышает величину (4,5 бар + потери до нижней водоразборной точки) На каждом ярусе системы для зданий высотой более 40м.	СНиП 2.04.01, п.10.9
Обратный клапан	На участках системы, подающих горячую воду к групповым смесителям	СНиП 2.04.01, п.10.16
	На циркуляционном трубопроводе ГВС перед присоединением его к водонагревателю	
	На байпасе обратного трубопровода ГВС к терморегулятору (трехходовому смесителю)	
	на циркуляционном трубопроводе ГВС перед присоединением его к обратному трубопроводу тепловой сети в системах с непосредственным водоразбором из трубопроводов тепловых сетей	СНиП 2.04.01, п.11.1
Водосчетчик	После водосчетчика на циркуляционном водопроводе ГВС	СНиП 2.04.01, п.11.1
	На вводе в здание	
	На вводе в квартиру	
	На вводе ответвления к отдельной группе потребителей (магазин, офис, склад и т.п.)	
На подающем и обратном трубопроводе ГВС		
<b>СОСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ</b>		
Водозапорная арматура	У основания стояков	СНиП 2.04.05, п.3.37
	В начале и конце поэтажного циркуляционного кольца при горизонтальной разводке	
	Для отключения отдельных ветвей, колец, стояков	СНиП 2.04.05, п.3.60
Спускная арматура со штуцером	Для отключения части отопительных приборов в помещениях, которые используются эпизодически	СНиП 2.04.05 п.3.37
	На каждом стояке перед запорной арматурой	
Воздухоотводчики	В начале и конце поэтажного циркуляционного кольца при горизонтальной разводке	СНиП 2.04.05 п.3.43
	В верхних точках системы	
Регулирующая арматура	У отопительных приборов (кроме гардеробных, душевых, кладовых, лестничных клеток, тамбуров)	СНиП 2.04.05 п.3.59
Терморегуляторы	У отопительных приборов жилых и общественных зданий	СНиП 2.04.05 п.3.59
<b>ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ</b>		
Водозапорная арматура	У отопительных приборов жилых и общественных зданий	СП41-101, п.4.42
	На подающем и обратном трубопроводе при вводе и выходе из ТП	
	На всасывающем и нагнетательном патрубке насоса	
Спускная арматура со штуцером	на подводящих и отводящих трубопроводах каждого водоподогревателя	СП41-101, п.4.7
	Для слива воды с водонагревателя	
	На обратных трубопроводах каждой из систем потребления теплоты	
	В низших точках трубопроводов	
Клапан предохранительный	На коллекторах (Dy не менее 25 мм)	СП41-101, п.4.7.
	На водонагревателе со стороны нагреваемой среды	СП41-101, п.4.7.
	На расширительном баке	СП41-101, п.4.35
	На коллекторе подающего трубопровода	СП41-101, п.4.64

ПРИЛОЖЕНИЕ 10.  
Лист 3.

Воздухоотводчик	На водонагревателе	СП41-101, п.4.7
	В высших точках трубопроводов	СП41-101, п.4.50
Фильтры грубой очистки (грязевики)	на подающем трубопроводе при вводе в тепловой пункт непосредственно после первой запорной арматуры	СП41-101, п.4.36
	на обратном трубопроводе перед регулирующими устройствами, насосами, приборами учета	
Фильтры сетчатые ферромагнитные	Перед механическими водосчетчиками	СП41-101, п.4.37
	Перед пластинчатыми теплообменниками	
Клапан обратный	на циркуляционном трубопроводе системы горячего водоснабжения перед присоединением его к обратному трубопроводу тепловых сетей в открытых системах теплоснабжения или к водоподогревателям в закрытых системах теплоснабжения	СП41-101, п.4.58
	на трубопроводе холодной воды перед водоподогревателями системы горячего водоснабжения за водомерами по ходу воды	
	на ответвлении от обратного трубопровода тепловой сети перед регулятором смешения в открытой системе теплоснабжения	
	на трубопроводе перемычки между подающим и обратным трубопроводами систем отопления или вентиляции при установке смесительных или корректирующих насосов на подающем или обратном трубопроводе этих систем	
	на нагнетательном патрубке каждого насоса до задвижки при установке более одного насоса	
	на обводном трубопроводе у подкачивающих насосов	
Манометр показывающий	на подающем трубопроводе системы отопления при отсутствии на нем насоса	СП41-101, п.8.10
	после запорной арматуры на вводе в тепловой пункт	
	после узла смешения	
	до и после регуляторов давления	
	на подающих трубопроводах после запорной арматуры на каждом ответвлении к системам потребления теплоты и на обратных трубопроводах до запорной арматуры - из систем потребления теплоты	
	на входе и выходе трубопроводов греющей и нагреваемой воды для каждой ступени водоподогревателей систем горячего водоснабжения и отопления (п.8.11)	
Штуцеры для манометров	перед всасывающими и после нагнетательных патрубков насосов (п.8.12)	СП41-101, п.8.10
	до запорной арматуры на вводе в тепловой пункт трубопроводов водяных тепловых сетей	
Термометры показывающие	до и после грязевиков, фильтров и водомеров	СП41-101, п.8.11
	после запорной арматуры на вводе в тепловой пункт	
	на трубопроводах водяных тепловых сетей после узла смешения	
	на обратных трубопроводах из систем потребления теплоты по ходу воды перед задвижками	
	на входе и выходе трубопроводов греющей и нагреваемой воды для каждой ступени водоподогревателей систем горячего водоснабжения и отопления.	СП41-101, п.8.11

1. Не допускается размещение арматуры, дренажных устройств, фланцевых и резьбовых соединений в местах прокладки трубопроводов над дверными и оконными проемами, а также над воротами.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 10.

Лист 4.

2. Манометры, устанавливаемые на трубопроводах с температурой теплоносителя до  $105^{\circ}\text{C}$ , должны присоединяться через трехходовой кран.

При большей температуре теплоносителя кроме трехходового крана должна устанавливаться сифонная трубка.

3. Термометры на трубопроводах должны быть установлены в гильзах, а выступающая часть термометра должна быть защищена оправой. На трубопроводах с условным проходом до 57 мм включительно в месте установки термометров следует предусматривать расширитель.