

МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫЕ  
ТРУБЫ

COMPIPE

РУКОВОДСТВО  
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
И МОНТАЖУ  
ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ



# Compipe

## 1. Введение

Технический каталог металлопластиковых труб Compipe содержит краткие рекомендации по расчету и подбору металлопластиковых труб и фасонных деталей к ним, по выбору системы, по конструктивным решениям прокладки труб в помещениях, некоторые справочные материалы, полезные при проектировании систем из металлопластиковых труб.

При разработке данного каталога использованы материалы заводов-изготовителей, а также положения действующих нормативных документов:

1. СНиП 2.04.01-85\* «Внутренний водопровод и канализация зданий».
2. СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».
3. СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования».
4. Свод правил по проектированию и строительству. СП 40-103-98 «Проектирование и монтаж трубопроводов внутренних систем холодного и горячего водоснабжения с использованием металлополимерных труб».
5. Свод правил по проектированию и строительству. СП 41-102-98. «Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб».

## 2. Металлопластиковые трубы Compipe.

### 2.1 Область применения металлопластиковых труб.

Металлопластиковые трубы Compipe применяются в системах холодного и горячего водоснабжения в жилых, административных и промышленных зданиях, в системах радиаторного и напольного отопления, в технологических трубопроводах для транспортировки жидких и газообразных сред, в системах водоподготовки, для отопления открытых площадок и лестничных сходов, стадионов, бассейнов, а также для систем подогрева грунта в теплицах и оранжереях.

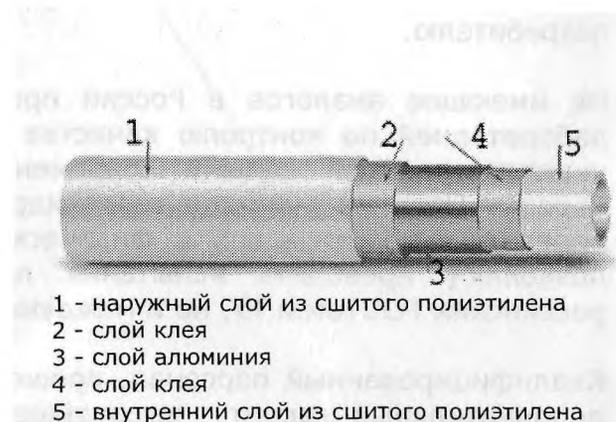
Металлопластиковые трубы могут применяться как отдельно, так и в сочетании с другими видами труб.

### 2.2 Конструкция металлопластиковых труб Compipe.

Металлопластиковая труба представляет собой пятислойную конструкцию и состоит из следующих элементов:

- внутреннего полимерного слоя, который изготавливается из сшитого полиэтилена РЕХ(ПНД высокой плотности, метод сшивки-б);
- внутреннего адгезивного слоя (связывает между собой внутренний полимерный слой и металлическую основу);
- алюминиевой трубы, сваренной встык аргонодуговой (TIG) сваркой, обеспечивающей диффузионную непроницаемость, прочность и малое линейное тепловое расширение МПТ;
- внешнего адгезивного слоя (гарантирует связь внешнего полимерного слоя и алюминия);

- внешнего полимерного слоя, выполненного также из сшитого полиэтилена РЕХ.



- 1 - наружный слой из сшитого полиэтилена
- 2 - слой клея
- 3 - слой алюминия
- 4 - слой клея
- 5 - внутренний слой из сшитого полиэтилена

### 2.3 Производство труб Compipe

Металлопластиковые трубы Compipe выпускаются на автоматической линии компании Maillifer SA (Швейцария), мирового лидера и ведущего производителя оборудования для производства пластмассовых труб экструзией.

Изготовление композитной трубы осуществляется за один проход. Такие операции, как экструзия внутреннего слоя, наложение адгезива, формирование и сварка AL ленты, наложение внешнего адгезива, экструзия наружной оболочки и обработка готового продукта, производятся последовательно.

Формирование алюминиевой ленты и сварка встык по технологии TIG (сварка вольфрамовым электродом в среде гелия или смеси гелия и аргона) выполняется на оборудовании германской компании Dreistern, являющейся ведущим производителем оборудования в области формирования и сварки металлических труб. Сварка алюминия встык обеспечивает более высокое сопротивление

давлению и натяжению, которое возникает в местах изгибов трубы. Сварной шов слоя алюминия является наиболее прочным местом алюминиевого листа.

Разделение этапов изготовления трубы в пространстве и во времени, а также, оснащение линии компьютеризированной системой управления позволяет контролировать все технологические процессы и выпускать продукцию, соответствующую международным стандартам.

Для производства труб используется высококачественное сырьё ведущих мировых производителей:

- Сшитый полиэтилен (PEX-b) Polidan компании Solvay Padanaplast (Италия)
- Адгезив Plexar(R) компании Equistar Chemicals (США)
- Алюминиевая фольга компаний Aleris International, Inc (Бельгия) и Alcan (Канада)

При производстве труб Compipe в качестве исходного сырья используется полиэтилен (PEHD) с силановым типом сшивки, наиболее распространенным на сегодня. Сшивание полиэтилена происходит в процессе экструзии труб по технологии Sioplas, которая основана на имплантации винилсилана с пероксидом в полиэтилен до загрузки в экструдер. Это готовое сырьё с добавлением катализатора подаётся в экструдер и превращается в трубу. Окончательная сшивка труб происходит в паровой бане при высокой температуре в течении нескольких часов.

Степень или плотность сшивки измеряется в процентах и показывает долю связей между молекулами полиэтилена. Рекомендуемое значение этого показателя для PEX-b - 65%.

Благодаря такому молекулярному строению трубы PEX обладают целым рядом уникальных свойств

### 2.4 Свойства и преимущества металлопластиковых труб

Многослойные трубы, изготовленные из сшитого полиэтилена (PEX), имеют более высокие эксплуатационные характеристики при использовании в высокотемпературных системах до 95°C, как, например радиаторных, по сравнению с многослойными несшитыми трубами (PERT, полипропилен), PEX и полипропиленовыми трубами

Показатель теплового расширения близок характеристикам металлических труб и гарантирует более стабильную геометрию трубопроводов отопления и горячего водоснабжения в сравнении с PEX и полипропиленовыми трубами

Высокая стойкость к коррозии, к образованию солевых отложений, биологическому зарастанию обеспечивают длительный срок эксплуатации (50 лет и более)

Малый вес, гибкость, сохранение формы, простота монтажа существенно снижают трудозатраты при выполнении монтажных работ

Высокая устойчивость к воздействию агрессивных сред, в том числе хлора в системах подачи питьевой воды

Низкий коэффициент гидравлического сопротивления сохраняется в течении всего срока эксплуатации

### 2.5 Технические характеристики.

|                                |         |       |       |       |
|--------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Наружный диаметр, мм           | 16      | 20    | 26    | 32    |
| Толщина стенки, мм             | 2.0     | 2.0   | 3.0   | 3.0   |
| Толщина алюминиевого слоя, мм  | 0.3     | 0.35  | 0.4   | 0.45  |
| Длина бухты, м                 | 100/200 | 100   | 50    | 50    |
| Вес метра, гр                  | 129     | 166   | 318   | 401   |
| Водоемкость, л/м               | 0,113   | 0,201 | 0,314 | 0,531 |
| Min радиус изгиба пружиной, мм | 80      | 100   | 130   | 160   |

## Сотріре

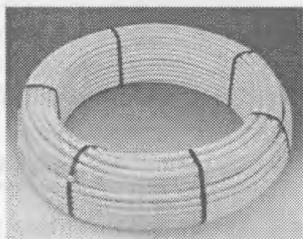
### 2.6 Физические и механические характеристики.

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Коэффициент линейного расширения                   | $2,3 \times 10^{-5} (K^{-1})$   |
| Теплопроводность                                   | $R=0,004 \text{ м}^2\text{кВт}$ |
| Максимальная рабочая температура                   | 95 <sup>0</sup> С               |
| Максимальное рабочее давление                      | 10 бар                          |
| Максимальная кратковременно допустимая температура | 110 <sup>0</sup> С              |
| Шероховатость                                      | $E=0,004 \text{ мм}$            |
| Кислородопроницаемость, мг/л*д                     | 0                               |
| Плотность  | 1,47 гр/см <sup>3</sup>         |

### 2.7 Химическая стойкость

При проектировании трубопроводов важной характеристикой является химическая стойкость. Трубы Сотріре характеризуются длительной устойчивостью к воздействию хлора в системах подачи питьевой воды, а также высокой устойчивостью к воздействию агрессивных сред при различных температурах. Правильность выбора материала трубопроводов можно проверить по Таблице химической стойкости (Приложение 1)

## 3. Номенклатура металлопластиковых труб

| Наименование  | Артикул | Размер     | Упаковка | Ед. изм. |
|---|---------|------------|----------|----------|
|  | 1620100 | 16,0 x 2,0 | 100м     | п.м      |
|   | 1620200 | 16,0 x 2,0 | 200м     | п.м      |
|   | 2020100 | 20,0 x 2,0 | 100м     | п.м      |
|   | 2025100 | 20,0 x 2,5 | 100м     | п.м      |
|   | 2630050 | 26,0 x 3,0 | 50м      | п.м      |
|   | 3230050 | 32,0 x 3,0 | 50м      | п.м      |

## 4. Фитинги

### 4.1 Общие сведения

Сегодня для монтажа металлопластиковых труб наиболее распространены две группы фитингов: компрессионные (резьбовые с разрезным кольцом) Рис.1 и прессовые Рис.2.

Общее в конструкции двух типов фитингов это наличие "завершенного" штуцера [Рис.1 (1) и Рис.2 (1)] с одним или двумя резиновыми уплотнительными кольцами (2), который вставляется во внутрь трубы и диэлектрической прокладки (3), исключая прямой контакт алюминиевой прослойки металла фитинга, тем самым предотвращая электрохимическую коррозию.

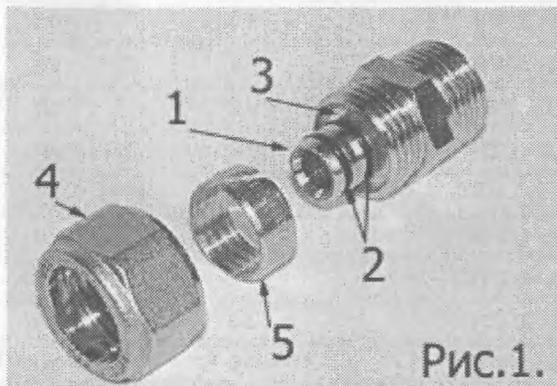


Рис.1.

Рельефная поверхность штуцера служит для удержания трубы в процессе её эксплуатации.

Монтаж компрессионных фитингов не требует специального инструмента, достаточно двух гаечных ключей (один ключ для затягивания гайки, второй ключ для удержания фитинга).

При монтаже через коническую поверхность гайки [Рис.1 (4)] происходит сжатие разрезного кольца [Рис.1 (5)], которое обжимает трубу на штуцере фитинга. Такой тип соединений применяется при открытой прокладке труб, присоединения их к коллекторам и радиаторам, вентилям и др. запорно-регулирующей арматуре, не допускает замоноличивания соединений в бетон и требует открытого доступа для обслуживания (подтягивания) соединений в процессе эксплуатации системы.

При монтаже через коническую поверхность гайки [Рис.1 (4)] происходит сжатие разрезного кольца

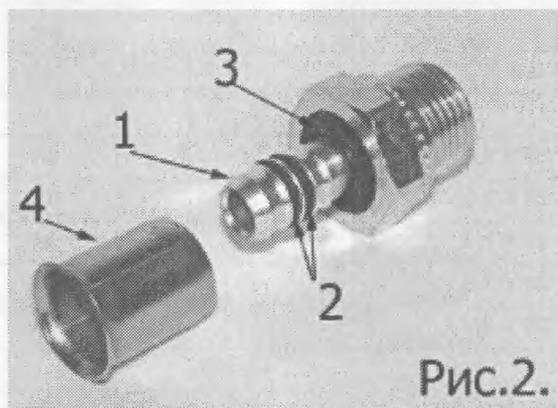


Рис.2.

В случае с пресс-фитингом соединение достигается путём обжима трубы вокруг штуцера специальной гильзой [Рис.2 (4)]. Это делается с помощью пресс-инструмента: электрического, пневматического или ручного.

Пресс-фитинги являются неразъёмными, не требуют дальнейшего обслуживания, влияние человеческого фактора на качество монтажа сведено до минимума. Конструктивно они состоят из следующих частей (см. рисунок): корпус фитинга (1) со вставляемым в трубу штуцером (2), имеющим два уплотнительных кольца (3), обжимная гильза (4) и изолирующее резиновое кольцо (5).

Пресс-фитинги позволяют осуществлять не только открытую прокладку металлопластиковых труб, но и скрытую: в полу, стенах, потолке.

### 4.2 Рекомендуемые фитинги для монтажа

Для монтажа металлопластиковых труб Compipe можно применять фитинги любых производителей, предназначенных для МПТ с размерами 16,0x2,0; 20,0x2,0; 26,0x3,0 и 32,0x3,0. Наиболее известные производители таких фитингов: Blansol (Испания), Henco (Бельгия), Prandelli (Италия), Comar (Франция), Valtec (Италия), COES (Италия) и др.

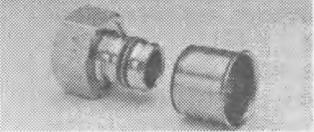
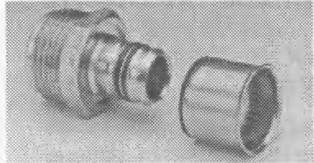
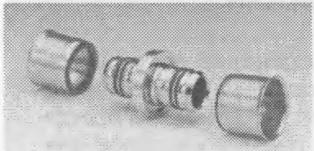
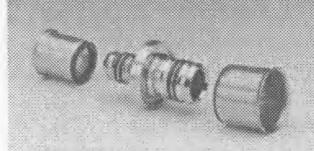
Фирма «ПОЛИМЕР-ТЕХНО» рекомендует к применению пресс-фитинги испанского производства BLANSOL, которые имеют следующие особенности:

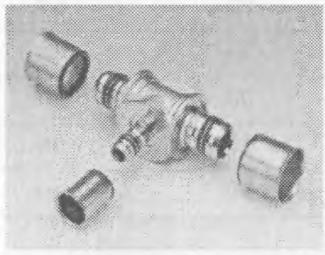
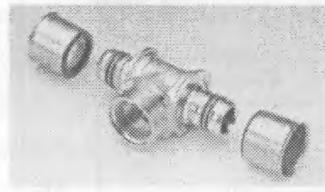
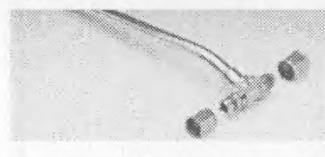
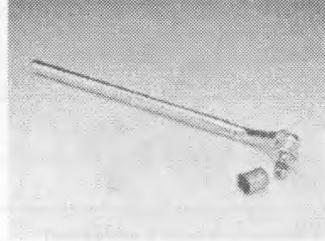
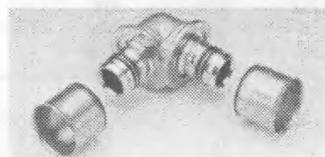
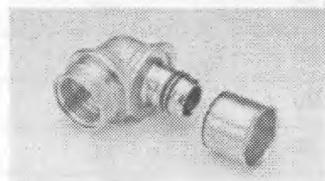
- наличие двухслойного защитного покрытия (медь+олово)
- съёмные гильзы пресс-фитинга позволяют контролировать правильность установки фитинга относительно трубы.

Фитинги прошли сертификацию в Германии (SKZ и DVGW) и отвечают самым строгим требованиям, предъявляемым к герметичности и соответствию медицинским нормам.

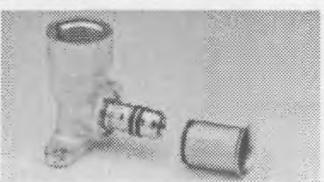
Каждый элемент фитинга должен иметь маркировку утопленными литерами, обозначающими серию и параметры фитинга - на корпусе, накидной гайке, на обжимном кольце.

**4.3 Номенклатура пресс-фитингов**

| Наименование  | Артикул | Размер                   | Упаковка | Ед. изм. |
|---|---------|--------------------------|----------|----------|
| <b>Муфта с внутренней резьбой</b>   |         |                          |          |          |
|    | KRN1612 | 16 x 2,0 -1/2"В          | 50       | шт.      |
|   | KRN2012 | 20 x 2,5 -1/2"В          | 50       | шт.      |
|   | KRN2034 | 20 x 2,5- 3/4"В          | 50       | шт.      |
|   | KRN2634 | 26 x 3,0- 3/4"В          | 10       | шт.      |
|   | KRN261  | 26 x 3,0- 1"В            | 10       | шт.      |
|   | KRN321  | 32 x 3,0- 1"В            | 10       | шт.      |
| <b>Муфта с наружной резьбой</b>   |         |                          |          |          |
|    | KRC1612 | 16 x 2,0 -1/2"Н          | 50       | шт.      |
|   | KRC2012 | 20 x 2,5 -1/2"Н          | 50       | шт.      |
|   | KRC2034 | 20 x 2,5- 3/4"Н          | 50       | шт.      |
|   | KRC2634 | 26 x 3,0 -3/4"Н          | 10       | шт.      |
|   | KRC261  | 26 x 3,0- 1"Н            | 10       | шт.      |
|   | KRC321  | 32 x 3,0- 1"Н            | 10       | шт.      |
| <b>Муфта равносторонняя</b>   |         |                          |          |          |
|   | KMU16   | 16 x 2,0                 | 50       | шт.      |
|   | KMU20   | 20 x 2,5                 | 50       | шт.      |
|   | KMU26   | 26 x 3,0                 | 10       | шт.      |
|   | KMU32   | 32 x 3,0                 | 10       | шт.      |
| <b>Муфта переходная</b>   |         |                          |          |          |
|  | KMR2016 | 20 x 2,5 - 16 x 2,0      | 50       | шт.      |
|   | KMR2616 | 26 x 3,0 - 16 x 2,0      | 10       | шт.      |
|   | KMR2620 | 26 x 3,0 - 20 x 2,5      | 10       | шт.      |
|   | KMR3220 | 32 x 3,0 - 20 x 2,5      | 10       | шт.      |
|   | KMR3226 | 32 x 3,0 - 26 x 3,0      | 10       | шт.      |
| <b>Тройник переходной</b>   |         |                          |          |          |
|  | KT16206 | 16x2,0-20x2,5-16x2,0     | 40       | шт.      |
|   | KT20166 | 20x2,5 - 16x2,0 - 16x2,0 | 40       | шт.      |
|   | KT20160 | 20x2,5 - 16x2,0 - 20x2,5 | 40       | шт.      |
|   | KT20206 | 20x2,5 - 20x2,5 - 16x2,0 | 40       | шт.      |
|   | KT20260 | 20x2,5 - 26x3,0- 20x2,5  | 10       | шт.      |
|   | KT26161 | 26x3,0-16x2,0-16x2,0     | 10       | шт.      |
|   | KT26160 | 26x3,0-16x2,0-20x2,5     | 10       | шт.      |
|   | KT26166 | 26x3,0-16x2,0-26x3,0     | 10       | шт.      |
|   | KT26206 | 26x3,0-20x2,5-26x3,0     | 10       | шт.      |
|   | KT26260 | 26x3,0-26x3,0-20x2,5     | 10       | шт.      |
|   | KT26200 | 26x3,0-20x2,5-20x2,5     | 10       | шт.      |
|   | KT32202 | 32x3,0-20x2,5-32x3,0     | 10       | шт.      |
|   | KT32266 | 32x3,0-26x3,0-26x3,0     | 10       | шт.      |
|   | KT32262 | 32x3,0-26x3,0-32x3,0     | 10       | шт.      |

|   |         |                              |    |     |
|---|---------|------------------------------|----|-----|
| <b>Тройник равносторонний</b>   |         |                              |    |     |
|    | KT16    | 16 x 2,0                     | 40 | шт. |
|   | KT20    | 20 x 2,5                     | 40 | шт. |
|   | KT26    | 26 x 3,0                     | 10 | шт. |
|   | KT32    | 32 x 3,0                     | 10 | шт. |
| <b>Тройник с внутренней резьбой</b>   |         |                              |    |     |
|    | KSH1612 | 16 x 2,0- 1/2"В - 16x2,0     | 50 | шт. |
|   | KSH2012 | 20 x 2,5- 1/2"В - 20x2,5     | 50 | шт. |
|   | KSH2034 | 20 x 2,5- 3/4"В - 20x2,5     | 50 | шт. |
|   | KSH2634 | 26 x 3,0- 3/4"В - 26x3,0     | 10 | шт. |
|   | KSH321  | 32 x 3,0 -1"В - 32x3,0       | 10 | шт. |
| <b>Тройник с наружной резьбой</b>   |         |                              |    |     |
|   | KSM1612 | 16 x 2,0 -1/2"Н - 16x2,0     | 50 | шт. |
|   | KSM2011 | 20 x 2,5 -1/2"Н - 20x2,5     | 50 | шт. |
|   | KSM2034 | 20 x 2,5 -3/4"Н - 20x2,5     | 50 | шт. |
| <b>Тройник радиаторный</b>  |         |                              |    |     |
|  | TR16300 | 16 x 2,00 Cu15 (300)         | 40 | шт. |
|   | TR16110 | 16 x 2,00 Cu15 (1100)        | 40 | шт. |
|   | TR20300 | 20 x 2,50 Cu15 (300)         | 40 | шт. |
|   | TR20110 | 20 x 2,50 Cu15 (1100)        | 40 | шт. |
| <b>Угольник радиаторный</b>   |         |                              |    |     |
|  | CRI1653 | 16 x 2,00 Cu15 (300) левый   | 40 | шт. |
|   | CRI1651 | 16 x 2,00 Cu15 (1100) левый  | 40 | шт. |
|   | CRD1653 | 16 x 2,00 Cu15 (300) правый  | 40 | шт. |
|   | CRD1651 | 16 x 2,00 Cu15 (1100) правый | 40 | шт. |
|   | CRI2053 | 20 x 2,50 Cu15 (300) левый   | 40 | шт. |
|   | CRI2051 | 20 x 2,50 Cu15 (1100) левый  | 40 | шт. |
|   | CRD2053 | 20 x 2,50 Cu15 (300) правый  | 40 | шт. |
|   | CRD2051 | 20 x 2,50 Cu15 (1100) правый | 40 | шт. |
| <b>Угольник равносторонний</b>  |         |                              |    |     |
|  | KC16    | 16x2,0                       | 50 | шт. |
|   | KC20    | 20x2,5                       | 50 | шт. |
|   | KC26    | 26x3,0                       | 10 | шт. |
|   | KC32    | 32x3,0                       | 10 | шт. |
| <b>Угольник с внутренней резьбой</b>  |         |                              |    |     |
|  | KTC1612 | 16 x 2,0 -1/2"В              | 50 | шт. |
|   | KTC2012 | 20 x 2,5- 1/2"В              | 50 | шт. |
|   | KTC2034 | 20 x 2,5- 3/4"В              | 50 | шт. |
|   | KTC2634 | 26 x 3,0- 3/4"В              | 10 | шт. |
|   | KTC321  | 32 x 3,0- 1"В                | 10 | шт. |

## Compipe

| Угольник с наружной резьбой  |         |                 |    |     |
|--|---------|-----------------|----|-----|
|   | KCR1612 | 16 x 2,0 -1/2"H | 50 | шт. |
|  | KCR2012 | 20 x 2,5 -1/2"H | 50 | шт. |
|  | KCR2034 | 20 x 2,5 -3/4"H | 50 | шт. |
|  | KCR2634 | 26 x 3,0 -3/4"H | 10 | шт. |
|  | KCR321  | 32x 3,0 -1"H    | 10 | шт. |
| Угольник короткий с креплением   |         |                 |    |     |
|   | KCBF162 | 16 x 2,0 -1/2"B | 10 | шт. |
|  | KCBF202 | 20 x 2,5- 1/2"B | 10 | шт. |
| Угольник длинный с креплением  |         |                 |    |     |
|   | KCFC162 | 16 x 2,0- 1/2"B | 10 | шт. |
|  | KCFC202 | 20 x 2,5- 1/2"B | 10 | шт. |
| Переходник с накидной гайкой   |         |                 |    |     |
|  | KRM1612 | 16 x 2,0- 1/2"B | 50 | шт. |
|  | KRM2034 | 20 X 2,5- 3/4"B | 50 | шт. |

### 4.4 Номенклатура компрессионных фитингов

| Наименование  | Артикул | Размер       | Упаковка | Ед. изм. |
|---|---------|--------------|----------|----------|
| Муфта с внутренней резьбой  |         |              |          |          |
|  | VTm 302 | 16x2,0-1/2"B | 250      | шт.      |
|   | VTm 302 | 16x2,0-3/4B  | 200      | шт.      |
|   | VTm 302 | 20x2,0-1/2"B | 200      | шт.      |
|   | VTm 302 | 20x2,0-3/4"B | 170      | шт.      |
|   | VTm 302 | 26x3,0-3/4"B | 120      | шт.      |
|   | VTm 302 | 26x3,0-1"B   | 100      | шт.      |
|   | VTm 302 | 32x3,0-1"B   | 70       | шт.      |
| Муфта с наружной резьбой  |         |              |          |          |
|  | VTm 301 | 16x2,0-1/2"H | 300      | шт.      |
|   | VTm 301 | 16x2,0-3/4"H | 250      | шт.      |
|   | VTm 301 | 20x2,0-1/2"H | 200      | шт.      |
|   | VTm 301 | 20x2,0-3/4"H | 180      | шт.      |
|   | VTm 301 | 26x3,0-3/4"H | 120      | шт.      |
|   | VTm 301 | 26x3,0-1"H   | 100      | шт.      |
|   | VTm 301 | 32x3,0-1"H   | 70       | шт.      |

|   |         |                      |     |     |
|---|---------|----------------------|-----|-----|
| Муфта равносторонняя  |         |                      |     |     |
|    | VTm 303 | 16x2,0               | 250 | шт. |
|   | VTm 303 | 20x2,0               | 150 | шт. |
|   | VTm 303 | 26x3,0               | 100 | шт. |
|   | VTm 303 | 32x3,0               | 60  | шт. |
| Муфта переходная  |         |                      |     |     |
|    | VTm 303 | 20x2,0-16x2,0        | 160 | шт. |
|   | VTm 303 | 26x3,0-20x2,0        | 120 | шт. |
|   | VTm 303 | 32x3,0-26x3,0        | 70  | шт. |
| Тройник переходной  |         |                      |     |     |
|   | VTm 331 | 16x2,0-20x2,0-16x2,0 | 60  | шт. |
|   | VTm 331 | 20x2,0-16x2,0-16x2,0 | 60  | шт. |
|   | VTm 331 | 20x2,0-16x2,0-20x2,0 | 60  | шт. |
|   | VTm 331 | 20x2,0-20x2,0-16x2,0 | 60  | шт. |
|   | VTm 331 | 20x2,0-26x3,0-20x2,0 | 50  | шт. |
|   | VTm 331 | 26x3,0-16x2,0-26x3,0 | 50  | шт. |
|   | VTm 331 | 26x3,0-20x2,0-20x2,0 | 50  | шт. |
|   | VTm 331 | 26x3,0-20x2,0-26x3,0 | 50  | шт. |
|   | VTm 331 | 26x3,0-26x3,0-20x2,0 | 50  | шт. |
|   | VTm 331 | 26x3,0-32x3,0-26x3,0 | 30  | шт. |
|   | VTm 331 | 32x3,0-26x3,0-26x3,0 | 30  | шт. |
|   | VTm 331 | 32x3,0-16x2,0-32x3,0 | 30  | шт. |
|   | VTm 331 | 32x3,0-20x2,0-32x3,0 | 30  | шт. |
|   | VTm 331 | 32x3,0-32x3,0-26x3,0 | 30  | шт. |
|   | VTm 331 | 32x3,0-26x3,0-32x3,0 | 30  | шт. |
| Тройник равносторонний  |         |                      |     |     |
|  |         | 16 x 2,0             | 130 | шт. |
|   |         | 20 x 2,0             | 60  | шт. |
|   |         | 26 x 3,0             | 50  | шт. |
|   |         | 32 x 3,0             | 25  | шт. |
| Тройник с внутренней резьбой  |         |                      |     |     |
|  | VTm 332 | 16x2,0-1/2"В-16x2,0  | 130 | шт. |
|   | VTm 332 | 20x2,0-1/2"В-20x2,0  | 100 | шт. |
|   | VTm 332 | 20x2,0-3/4"В-20x2,0  | 60  | шт. |
|   | VTm 332 | 26x3,0-3/4"В-26x3,0  | 50  | шт. |
|   | VTm 332 | 26x3,0-1"В-26x3,0    | 50  | шт. |
|   | VTm 332 | 32x3,0-1"В-32x3,0    | 30  | шт. |
| Тройник с наружной резьбой  |         |                      |     |     |
|  | VTm 333 | 16x2,0-1/2"Н-16x2,0  | 130 | шт. |
|   | VTm 333 | 20x2,0-1/2"Н-20x2,0  | 100 | шт. |
|   | VTm 333 | 20x2,0-3/4"Н-20x2,0  | 60  | шт. |
|   | VTm 333 | 26x3,0-3/4"Н-26x3,0  | 50  | шт. |
|   | VTm 333 | 26x3,0-1"Н-26x3,0    | 50  | шт. |
|   | VTm 333 | 32x3,0-1"Н-32x3,0    | 30  | шт. |

## Compipe

| Угольник равносторонний   |         |              |     |     |
|---|---------|--------------|-----|-----|
|    | VTm 351 | 16 x 2,0     | 200 | шт. |
|   | VTm 351 | 20 x 2,0     | 100 | шт. |
|   | VTm 351 | 26 x 3,0     | 80  | шт. |
|   | VTm 351 | 32 x 3,0     | 40  | шт. |
| Угольник с внутренней резьбой   |         |              |     |     |
|    | VTm 352 | 16x2,0-1/2"В | 200 | шт. |
|   | VTm 352 | 16x2,0-3/4"В | 150 | шт. |
|   | VTm 352 | 20x2,0-1/2"В | 150 | шт. |
|   | VTm 352 | 20x2,0-3/4"В | 120 | шт. |
|   | VTm 352 | 26x3,0-3/4"В | 100 | шт. |
|   | VTm 352 | 26x3,0-1"В   | 80  | шт. |
|   | VTm 352 | 32x3,0-1"В   | 40  | шт. |
| Угольник с наружной резьбой   |         |              |     |     |
|    | VTm 353 | 16x2,0-1/2"Н | 250 | шт. |
|   | VTm 353 | 16x2,0-3/4"Н | 200 | шт. |
|   | VTm 353 | 20x2,0-1/2"Н | 150 | шт. |
|   | VTm 353 | 20x2,0-3/4"Н | 120 | шт. |
|   | VTm 353 | 26x3,0-3/4"Н | 100 | шт. |
|   | VTm 353 | 26x3,0-1"Н   | 100 | шт. |
|   | VTm 353 | 32x3,0-1"Н   | 40  | шт. |
| Угольник с креплением   |         |              |     |     |
|  | VTm 354 | 16x2,0-1/2"В | 150 | шт. |
|   | VTm 354 | 20x2,0-1/2"В | 80  | шт. |

## 5. Монтаж металлопластиковых труб Compipe

### 5.1 Нормативные документы.

Основное требование при выполнении монтажных работ с использованием металлопластиковых труб - это культура монтажа, соблюдение монтажных технологий. В России представлено большинство европейских производителей металлопластиковых труб. Предоставляя гарантию на свою продукцию, они требуют от потребителя выполнения заводских предписаний, которые в полном объеме отражены в сводах правил по проектированию и монтажу систем отопления (СП 41-102-98) и холодного и горячего внутреннего водоснабжения (СП 40-103-98) с использованием металлопластиковых труб.

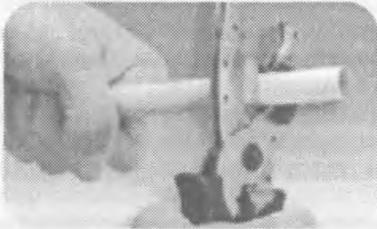
Металлопластиковые трубы, объединившие в себе свойства металла (прочность, пластичность, сохранение формы при изгибе, низкий коэффициент линейного расширения, непроницаемость для кислорода) и пластика (коррозионная стойкость, долговечность, легкость, отсутствие зарастания, низкая теплопроводность, поглощения шума водяного потока) находят всё более предпочтительное применение при обустройстве внутренних санитарно-технических систем отопления и водоснабжения.

Монтаж металлопластиковых труб не сложен. Он не требует сварочного и трубогибочного оборудования, пожаробезопасен, по окончании работ нет необходимости красить трубы, практически отсутствуют трубозаготовительные работы, незначительны транспортные затраты. Всё это позволяет существенно снизить затраты на монтаж и выполнять его в 3-5 раз быстрее, чем монтаж системы из стальных труб.

## 5.2 Последовательность монтажа соединений.

Монтаж металлопластиковых труб необходимо выполнять в следующей последовательности:

1. Отрезать (под углом 90°) трубу специальным резак.



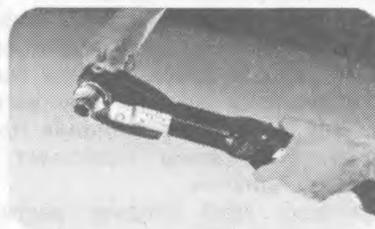
4. Вставить в трубу штуцер фитинга, не повреждая уплотнительных колец.



2. Откалибровать трубу и снять фаску.



5. Нажать на кнопку пресса.



3. Надеть на трубу гайку и разрезное кольцо компрессионного фитинга или обжимную гильзу пресс-фитинга.



6. Или завернуть гайку ключом



Все операции необходимо выполнять с применением профессионального инструмента.

## 5.3 Инструмент для монтажа

Ножницы для резки труб.



Пружина для изгиба трубы.



Калибратор-зенкер.



Пресс-инструмент (пресс-клещи тип Н)



## 5.4 Общие требования к монтажу МПТ.

Возникающие иногда претензии к качеству соединений практически всегда связаны с небрежностью и несоблюдением правил монтажа, поэтому **при выполнении всех операций очень важны аккуратность, внимание, чистота и тщательность работы.**

Перед началом монтажа рабочее место должно быть очищено от строительного мусора. Непосредственно к монтажу следует приступать лишь после того, как на объекте закончены все сварочные работы, установлены элементы крепления, а при открытой прокладке – закончены отделочные работы.

Монтаж металлопластиковых труб можно проводить при температуре окружающей среды не ниже 10°C.

Разметку труб делают карандашом или маркером. Не допускается разметка нанесением рисок или надрезов на поверхность трубы.

Трубы следует прокладывать свободно, без нажима, крепления (хомуты) должны зажимать трубы, не допуская смятия и не препятствуя их перемещению при температурном удлинении.

Радиус изгиба трубы должен быть не менее пяти наружных диаметров трубы. Труба нужным образом выгибается руками. Для изгибов с минимальными радиусами используется кондукторная пружина. Для удобства вынимания пружины, привяжите к ней леску или прочный тонкий шнурок. Использование пружины позволяет избежать опасности сплющивания трубы при изгибе с минимальным радиусом.

Прокладку труб следует вести без скручивания и натяга, свободные концы закрывать заглушками во избежание попадания грязи и мусора в трубу.

Расстояние в свету между наружной поверхностью трубы и строительной конструкцией должен быть не менее 20мм.

Металлопластиковые трубопроводы отопления и горячего водоснабжения следует прокладывать на расстоянии не менее 50мм выше остальных трубопроводов.

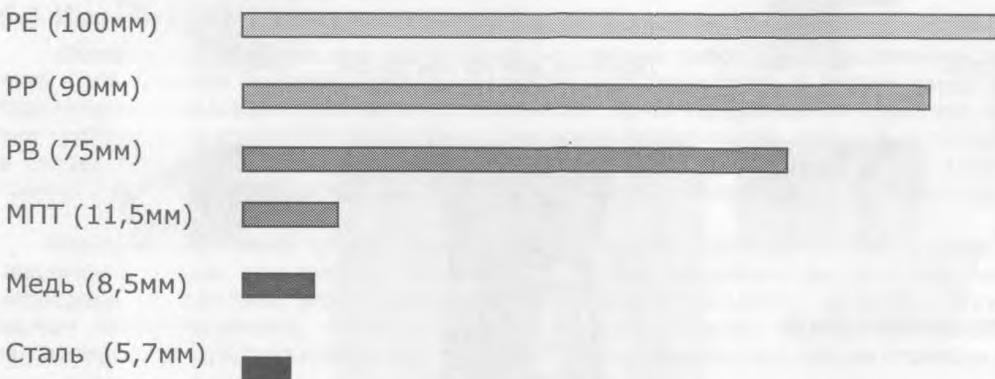
Для прохода через строительные конструкции необходимо применять пластиковые футляры, защищающие МПТ от механических повреждений.

При замоноличивании МПТ в стены или пол предпочтительно использование защитной гофрированной трубы на всю длину прокладки и обязательным её выходом из раствора - на длине 20-30 см.

Вся запорно-регулирующая арматура и измерительные приборы, устанавливаемые на металлопластиковые трубы, должны иметь собственные крепления к конструкциям во избежание передачи усилий на трубы.

Минимальное расстояние от осей отводов и тройников до креплений следует принимать с учетом температурного изменения длины трубы, при этом соединительные детали должны располагаться на расстоянии не менее 50мм от креплений.

## 5.5 Диаграмма удлинений 10 метров трубы при повышении температуры на 50°C



Коэффициент линейного расширения труб металлопластиковых близок к коэффициенту металлических труб, и, в отличие от других полимерных труб, составляет  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , т.е. один метр трубы при разнице температур 10 градусов удлиняется на 0,23мм.

### 5.6 Компенсация температурных изменений

Компенсация температурных удлинений может быть осуществлена за счет самокомпенсации участков трубопровода, установкой компенсаторов и правильной расстановкой неподвижных и скользящих опор.

В качестве компенсаторов предпочтительно использовать углы поворотов трубопроводов. На прямых участках трубопровода необходимо предусматривать П-образные, Г-образные, петлевые и другие компенсаторы, расстояния между которыми определяются расчетом.

В качестве неподвижных опор могут быть использованы держатели для труб, закрепленные на строительных конструкциях, или укрепленные в них кронштейны.

5.5.1 Удлинение отрезка трубопровода при изменении температуры теплоносителя и окружающей среды определяется по формуле

$$\Delta l = 0,023 \cdot L \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где  $\Delta l$  — изменение длины трубы, мм;

$L$  — длина участка трубопровода при температуре монтажа, м;

$\Delta t$  — перепад температур между температурой воздуха в помещении при монтаже и эксплуатации, °С;

0,023 — коэффициент линейного расширения трубы, мм/м.

5.5.2 Расчет компенсирующей способности П-образных компенсаторов и Г-образных элементов трубопровода производится по формуле (рисунок А)

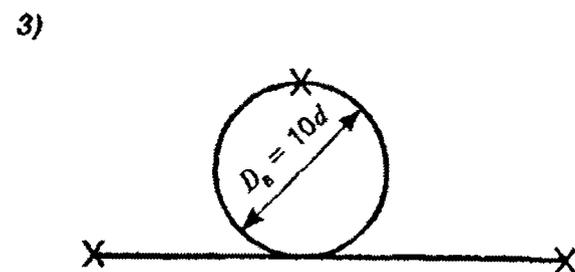
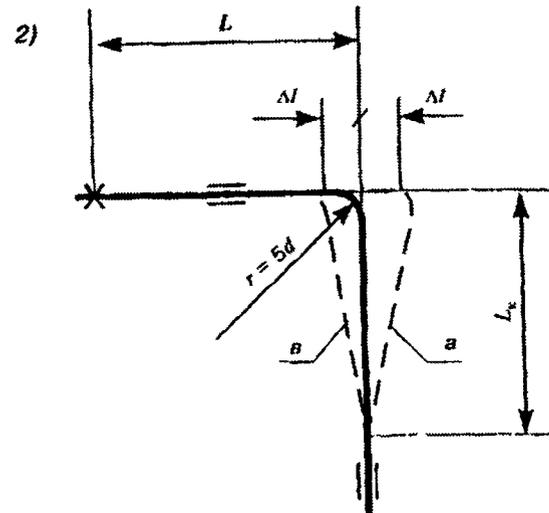
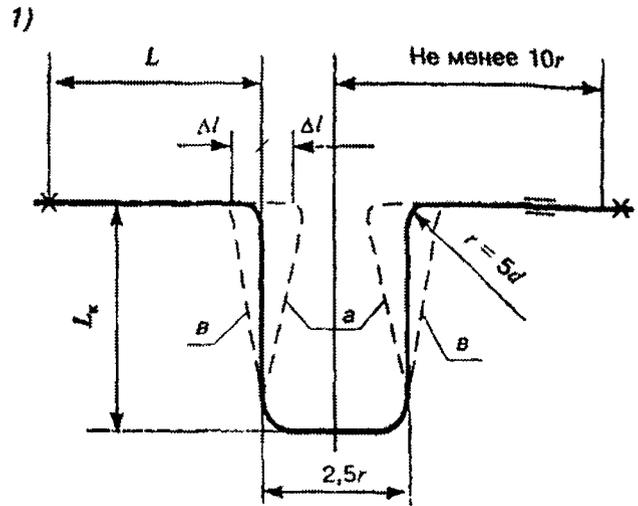
$$L_k = 30 \sqrt{d_n \Delta l}, \quad (2)$$

где  $L_k$  — вылет компенсатора;

$d_n$  — наружный диаметр трубы, мм;

$\Delta l$  — изменение длины участка трубопровода при изменении температуры воздуха при монтаже и эксплуатации; 30 — коэффициент эластичности для полимерных труб.

Длина отрезка  $L$  определяется от точки неподвижной опоры (X) до поворота. Тепловое удлинение  $N$  вызывает деформацию, т.н. пружинистое плечо (вылет компенсатора). Его длина регулируется местом расположения подвижной опоры (=) и должна быть подобрана так, что при удлинении отрезка  $L$  на удлинение  $N$  не было превышено допустимое напряжение для материала труб.



**Рисунок А** — Устройство компенсаторов

1 — П-образный; 2 — Г-образный; 3 — петлеобразный; а — положение трубы при максимальной температуре; в — то же, при минимальной;  $L_k$  — вылет компенсатора; X — неподвижная опора; = скользящая опора

## Сопipe

### 5.7 Крепление трубопроводов

При монтаже металлопластиковых труб по стене расстояние между креплениями подбирается в зависимости от диаметра трубы.

Расстановка креплений осуществляется таким образом, чтобы исключить предельно допустимые напряжения в материале трубы от линейных температурных удлинений трубопровода.

Расстояние между креплениями следует принимать согласно таблице

Необходимо предусматривать крепления на поворотах и ответвлениях трубопроводов.

| Наружный диаметр трубы | при горизонтальной прокладке | при вертикальной прокладке |
|------------------------|------------------------------|----------------------------|
| До 16                  | 500-650                      | 1000                       |
| 20                     | 600-800                      | 1500                       |
| 25                     | 750-1000                     | 1800                       |
| 32                     | 900-1100                     | 2000                       |

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

Для устройства неподвижных опор обычно применяются металлические кронштейны с хомутами и резиновыми прокладками.



В качестве подвижных (скользящих) опор для крепления металлопластиковых труб используются фиксаторы - пластиковые кронштейны соответствующего диаметра, допускающие свободное продольное перемещение трубы.



При устройстве «теплых полов» для крепления труб к теплоизоляции используются специальные якорные скобы.



### 5.8 Теплоизоляция трубопроводов

Необходимость в тепловой изоляции трубопроводов из металлопластиковых труб определяется расчетом на потери тепла или на выпадение конденсата (см. раздел 8). Тепловая изоляция, как правило, предусматривается в следующих случаях:

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

В качестве теплоизоляции для металлопластиковых труб рекомендуется использовать специальную, эластичную трубную изоляцию из вспененного полиэтилена с коэффициентом теплопроводности не менее 0,05 Вт/мК и толщиной, обеспечивающей на поверхности теплоизоляции температуру не выше 40°C

### 5.9 Общие правила транспортировки и хранения МПТ.

Транспортировка, погрузка и разгрузка должны осуществляться при температуре наружного воздуха не ниже -20°C

В случае хранения или перевозки труб при отрицательной температуре перед началом монтажа МПТ необходимо выдержать не менее суток при температуре, допустимой для монтажа

Трубы необходимо оберегать от механических повреждений, запрещается их сбрасывать с транспортного средства. Хранить МПТ следует в горизонтальном положении, в закрытых помещениях на расстоянии не менее 1 метра от нагревательных приборов, а в условиях строительной площадки под навесом, оберегая от прямых солнечных лучей.

## **5.10 Рекомендации по гидравлическим испытаниям систем.**

После выполнения монтажных работ в соответствии со СНиП 3.05.01-85 следует провести следующие работы:

- испытание системы отопления, внутреннего холодного и горячего водоснабжения гидростатическим или манометрическим методом с составлением акта;
- промывка системы;
- тепловое испытание системы;
- индивидуальные испытания смонтированного оборудования с составлением акта.

Испытание системы на герметичность проводить при давлении, превышающем рабочее в 1,5 раза, но не менее 0,6 МПа.

Смонтированная система должна заполняться водой медленно при открытых воздухопускных устройствах, чтобы все воздушные пробки были удалены.

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

При заливке бетоном труба должна находиться под давлением 0,3 МПа.

По окончании испытаний производится промывка трубопроводов холодного и горячего водоснабжения водой в течение 3 часов.

## **5.11 Техника безопасности.**

При монтаже систем отопления из металлопластиковых труб следует соблюдать требования техники безопасности в строительстве по действующей нормативной документации.

При заготовительном производстве и монтаже запрещается производить электросварочные работы на расстоянии от металлопластиковых трубопроводов менее 2-х метров.

Металлопластиковые трубы относятся к категории горючих, трудновоспламеняемых материалов. Средства пожаротушения: распыленная вода, песок, пена, кошма.

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

Монтаж металлопластиковых труб должны проводить слесари-сантехники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой обработки таких труб.

Работы по монтажу внутренних систем отопления из этих труб разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации.

Гидравлическое испытание систем следует производить в присутствии мастера или производителя работ. Слесари, проводящие испытания, должны находиться в безопасных местах на случай выбивания заглушек.

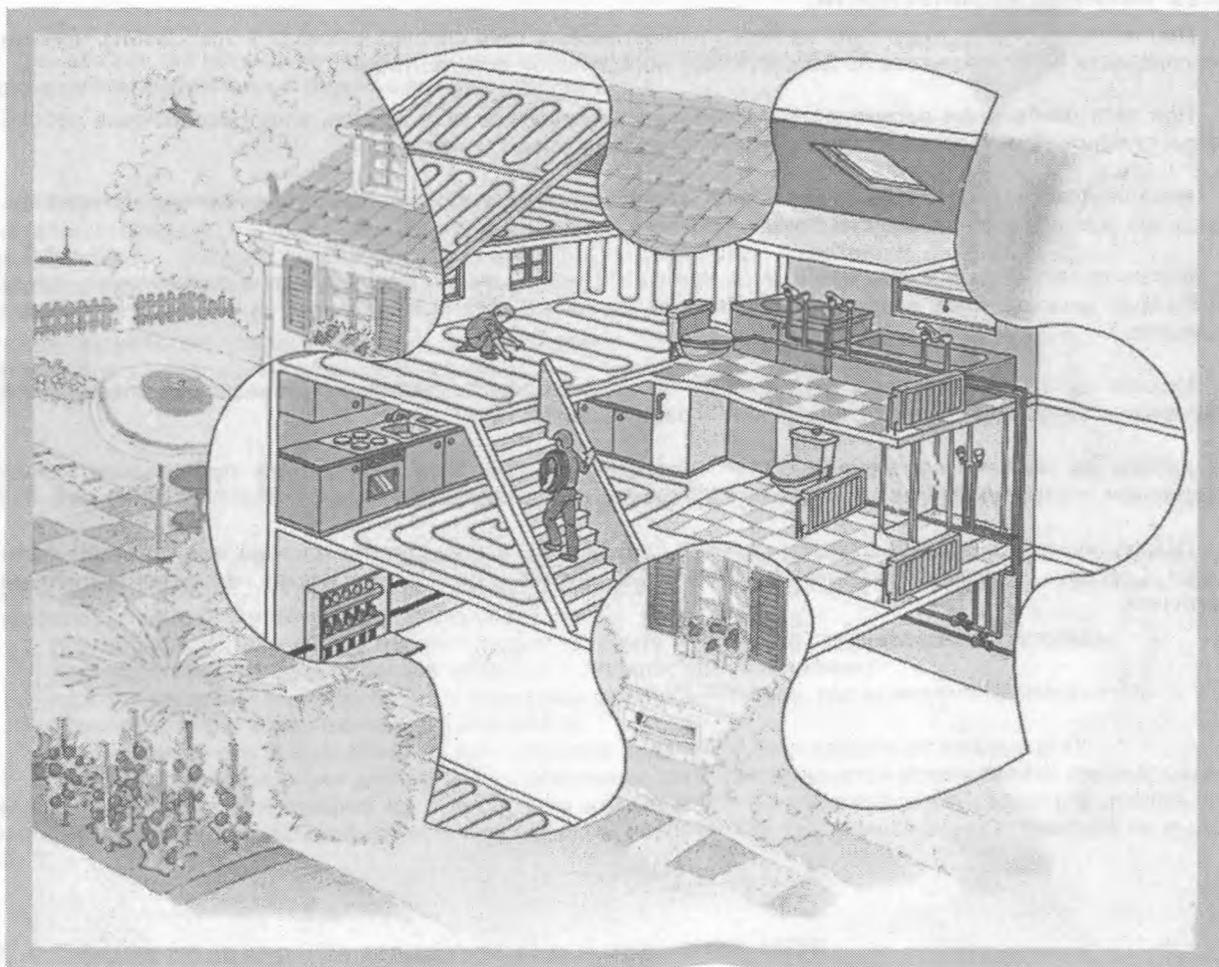
### 6. Информация для проектирования

#### 6.1 Общие указания

Металлопластиковые трубы применяют при проектировании систем центрального, местного отопления жилых, административно-бытовых и промышленных зданий с параметрами теплоносителя: расчетная температура не превышает  $90^{\circ}\text{C}$ , давление в трубах не более 1,0 МПа.

Не допускается применять трубы в помещениях по пожарной опасности категории Г, а также в помещениях с источниками тепловых излучений с  $T_{\text{поверхн}} 150^{\circ}\text{C}$ . Прокладка труб должна предусматриваться скрытой в плинтусе, штробах, каналах и шахтах. Допускается открытая прокладка в местах, где исключается их механическое и термическое повреждение и прямое воздействие ультрафиолетового излучения.

Методику расчетов, изложенную в СП 40-102-2000 на уровне инженерной надежности можно успешно применять для определения гидравлических характеристик полимерных и металлических стояков и подводок систем горячего водоснабжения и водяного отопления. Распространение этой методики на проведение гидравлических расчетов всех внутренних сантехнических систем (горячего и холодного водоснабжения и водяного отопления) вполне допустимо. Это позволяет осуществлять оптимальный выбор труб из металла либо из полимера как одинакового для всех систем, так и различного для разных сантехнических систем.



## 6.2 Водоснабжение

### 6.2.1 Выбор схемы.

При выборе вариантов схемы прокладки водопроводных сетей следует учитывать :

эксплуатационные свойства (удобство обслуживания); затраты на монтаж (протяженность трубопроводов, количество соединений); экономичность (стоимость материалов)

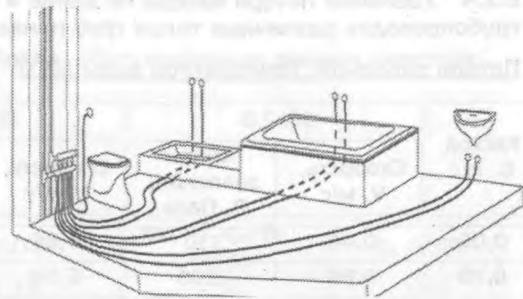
Расчет внутренней водопроводной системы, установку трубопроводной арматуры следует производить в соответствии с требованиями строительных норм и сводов правил (например, СНиП 2.04.01-85, СНиП 3.05.01-85 и СП 40-103-98 и пр.), в которых определены нормативные требования, касающиеся металлопластиковых труб и их рабочие параметры:

для холодного водоснабжения – температура воды не более 20°С, рабочее давление 0,6МПа

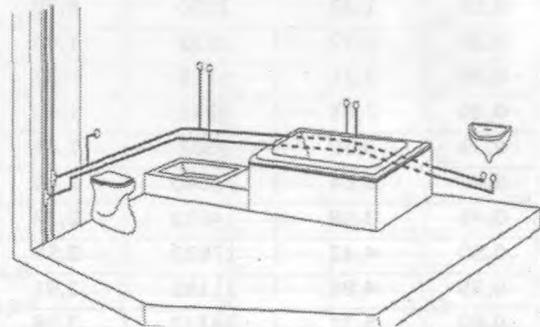
для горячего водоснабжения – температура воды не более 75°С, рабочее давление 0,6МПа

### 6.2.2 Описание систем:

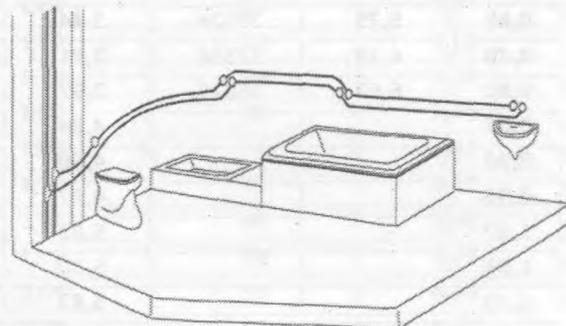
**-коллекторная** (с использованием разделителей) Распределительный коллектор может иметь два или более отводящих штуцера и устанавливается в квартире, на ответвлении от подающего стояка после (шарового) вентиля, механического фильтра, водосчетчика. Коллекторные трубопроводы являются тупиковыми, не имеют общего участка (от стояка до прибора) и характеризуются параллельным подключением точек водоразбора. Позволяет использовать трубы малого диаметра.



**-традиционная** (с использованием тройников) Характерной особенностью традиционной (тройниковой) разводки является наличие общего участка от стояка до первой точки водоразбора, который имеет постоянное гидравлическое сопротивление, зависящее от длины и диаметра участка, а также имеет неравномерное давление по приборам.



**-последовательная** (с использованием водорозеток) При использовании последовательной схемы разводки с использованием проходных водоразборных розеток, получаем более экономичную по стоимости материалов систему, но имеем неравномерное давление по приборам.



**-кольцевая** - точки водоразбора соединяются последовательно друг с другом, а последняя подключается распределителю. Такой тип предотвращает застои воды, так как открывание одной точки водоразбора приводит движение всю воду в трубопроводе. Рекомендуется применять для сантехнических установок с одновременным использованием (например, школы)

### 6.2.3 Методика расчета.

Согласно упомянутым СНиПам, расчет сетей ведется в следующей последовательности. Определяются гидравлические нагрузки от санитарных приборов: умывальники, мойки, душевые, смывные бачки – расчетные расходы  $q_0^{tot}$  (общие  $q_0$ , как совокупность расходов холодной и горячей воды прибором). Эти величины определены в приложении 2 «Расход воды санитарными приборами» СНиП 2.04.01-85\*.

Далее по методике того же СНиП определяется максимальный секундный расход  $q$ , л/с, и соответственно максимальный часовой расход  $Q$ , м<sup>3</sup>/час. При расчете должны быть обеспечены свободные напоры перед приборами согласно приложению 3 «Нормы расхода воды потребителями» СНиП 2.04.01-85\*. После чего производится подбор диаметров труб на основании гидравлических характеристик металлопластиковых труб, исходя из экономичных скоростей движения жидкости в трубах, 0,5-2,0 м/с, но не более 2,5м/с.

Производится гидравлический расчет системы, позволяющий определить гидравлические потери на расчетных участках. Потери напора  $H$ , м, на участках трубопровода определяются по формуле:

## Сопipe

$H = R \times L(1 + KL)$ , где

R – потери давления;

L – длина расчетного участка;

KL – коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях (0,3 - для сетей холодной воды, 0,1 - для водоразборных стояков без циркуляционных стояков и полотенцесушителей, 0,2 - для подающих и циркуляционных распределительных трубопроводов, 0,5 - для водоразборных стояков с полотенцесушителями). Для полимерных трубопроводов систем водоснабжения потери напора в стыковых соединениях труб и в местных сопротивлениях допускается принимать от 20 до 30 % от потерь напора на трение по длине трубопровода.

При проектировании внутреннего водопровода рекомендуется применять трубы для стояков диаметром не менее 20мм. поэтажное присоединение к стоякам следует выполнять, как правило, из труб наружным диаметром 16 мм через распределительные коллекторы.

6.2.4 Удельные потери напора по длине и скорость течения воды в зависимости от расхода воды в трубопроводах различных типов труб приведены в таблице

Потери давления. Температура воды 10 °С

| Расход<br>G, л/с | 16x2,0              |                                | 20x2,0              |                                | 26x3,0              |                                | 32x3,0              |                                |
|------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
|                  | Скорость,<br>V, м/с | Потери<br>давления,<br>R, Па/м |
| 0,05             | 0,44                | 330                            | 0,25                | 97                             | 0,16                | 29                             |                     |                                |
| 0,10             | 0,88                | 1100                           | 0,50                | 317                            | 0,32                | 97                             | 0,19                | 28                             |
| 0,15             | 1,33                | 2150                           | 0,78                | 630                            | 0,48                | 195                            |                     |                                |
| 0,20             | 1,77                | 3552                           | 1,00                | 1050                           | 0,64                | 315                            | 0,38                | 91                             |
| 0,25             | 2,21                | 5255                           | 1,32                | 1495                           | 0,80                | 464                            |                     |                                |
| 0,30             | 2,65                | 7243                           | 1,49                | 2141                           | 0,96                | 639                            | 0,57                | 184                            |
| 0,35             | 3,10                | 9507                           | 1,84                | 2708                           | 1,11                | 835                            |                     |                                |
| 0,40             | 3,54                | 12040                          | 2,10                | 3320                           | 1,27                | 1057                           | 0,75                | 303                            |
| 0,45             | 3,98                | 14833                          | 2,34                | 4273                           | 1,43                | 1298                           |                     |                                |
| 0,50             | 4,42                | 17833                          | 2,59                | 5267                           | 1,59                | 1562                           | 0,94                | 448                            |
| 0,55             | 4,86                | 21185                          | 2,91                | 6235                           | 1,75                | 1848                           |                     |                                |
| 0,60             | 5,31                | 24733                          | 3,18                | 7574                           | 1,91                | 2155                           | 1,13                | 617                            |
| 0,65             | 5,75                | 28524                          | 3,44                | 8382                           | 2,07                | 2483                           |                     |                                |
| 0,70             | 6,19                | 32556                          | 3,71                | 9564                           | 2,23                | 2830                           | 1,32                | 810                            |
| 0,80             | 6,63                | 36825                          | 3,97                | 10813                          | 2,39                | 3198                           |                     |                                |
| 0,85             |                     |                                | 4,24                | 12192                          | 2,55                | 3586                           | 1,51                | 1025                           |
| 0,90             |                     |                                | 4,50                | 13512                          | 2,71                | 3993                           |                     |                                |
| 0,95             |                     |                                | 4,77                | 14962                          | 2,87                | 4420                           | 1,70                | 1263                           |
| 1,00             |                     |                                | 5,03                | 16477                          | 3,03                | 4866                           |                     |                                |
| 1,05             |                     |                                | 5,30                | 18057                          | 3,18                | 5330                           | 1,88                | 1522                           |
| 1,10             |                     |                                | 5,83                | 21411                          | 3,50                | 6316                           | 2,07                | 1802                           |
| 1,20             |                     |                                | 6,36                | 25020                          | 3,82                | 7376                           | 2,26                | 2103                           |
| 1,30             |                     |                                |                     |                                | 4,14                | 8508                           | 2,45                | 2424                           |
| 1,40             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 2,64                | 2766                           |
| 1,50             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 2,83                | 3128                           |
| 1,60             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 3,01                | 3509                           |
| 1,70             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 3,20                | 3910                           |
| 1,80             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 3,39                | 4330                           |
| 1,90             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 3,58                | 4769                           |
| 2,00             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 3,77                | 5227                           |
| 2,10             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 3,96                | 5704                           |
| 2,20             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 4,14                | 6199                           |
| 2,30             |                     |                                |                     |                                |                     |                                | 4,33                | 6713                           |

Коэффициенты местного сопротивления соединительных металлополимерных труб следует принимать по таблице п.7.10. Деталей для водопровода из

Компенсация температурных удлинений должна осуществляться, как правило, за счет самокомпенсации отдельных участков трубопровода: поворотов, изгибов, прокладки труб "змейкой". Это достигается правильной расстановкой неподвижных креплений, делящих трубопровод на независимые участки, деформация которых воспринимается поворотами трубопровода.

При расстановке неподвижных креплений следует учитывать, что перемещение трубы в плоскости, перпендикулярной стене, ограничивается расстоянием от поверхности трубы до стены. Расстояние от неподвижных опор до стены должно быть не менее 2 диаметров трубопровода.

Установку компенсаторов следует предусматривать при невозможности компенсации удлинений за счет поворотов трубопроводов.

### 6.2.5 Приближенный метод определения расходов

Расчетные секундные расходы холодной и горячей воды с достаточной точностью можно определить следующим упрощенным способом:

1. По таблице (СНИП 2.04.01-85, приложение 2) определяются секундные расходы каждого прибора  $q_{oi}$ , л/с.

2. Определяется суммарный секундный расход от всех приборов, обслуживаемых данным участком:

$$q_{\Sigma o} = \sum q_{oi} \cdot N_i \quad (\text{л/с})$$

По таблице 1 определяется расчетный расход  $q$ , л/с.

Таблица 1

| $q_{\Sigma o} = \sum q_{oi} \cdot N_i$<br>(л/с) | $q$ , л/сек | $q_{\Sigma o} = \sum q_{oi} \cdot N_i$<br>(л/с) | $q$ , л/сек | $q_{\Sigma o} = \sum q_{oi} \cdot N_i$<br>(л/с) | $q$ , 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   | 0,40        | 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        |
| 2,1   | 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        |

## Compre

Например: Определить расчетный расход холодной воды на вводе в квартиру, которая оборудована унитазом, умывальником, ванной, стиральной машиной, мойкой и посудомоечной машиной.

Определяем секундные нормативные расходы приборами, подсчитываем суммарный расход и по таблице 1 находим значение расчетного расхода  $q=0,50$  л/с

| Прибор            | Нормативный секундный расход прибором, $q_{oi}$ , л/с | Количество приборов, N, шт. | Суммарный секундный расход, $q_{\Sigma o} = \sum q_{oi} \cdot N_i$ , л/с | расчетный расход $q$ , л/с.<br>(из таблицы 2) |
|-------------------|---|-----------------------------|--|---|
| Унитаз            | 0,1   | 1                           | 0,62   | 0,4   |
| Умывальник        | 0,09  | 1                           |  |   |
| Ванна             | 0,18  | 1                           |  |   |
| Стиральная машина | 0,25  | 1                           |  |   |

## 6.3 Отопление

### 6.3.1 Выбор схемы.

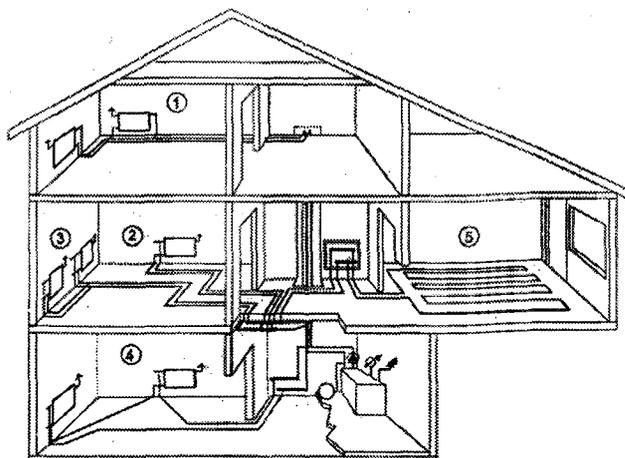
Проектирование системы отопления включает в себя выбор типа труб и соответствующих соединительных деталей и арматуры, параметров теплоносителя, выполнения теплового и гидравлического расчетов, выбор способа прокладки и монтажа. Нормативные документы, на которые следует обратить внимание: СНиП 2.04.05-91 и СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СП 41-102-98 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб».

Подход проектировщика к выбору той или иной схемы должен основываться на двух основных принципах. Во-первых, необходимо поддержание температурного режима в помещении для выполнения требований строительных норм и правил, во-вторых, необходимо создать комфортные условия для жизни в этом помещении человека.

Новым принципам энергосбережения полностью соответствуют проектируемые системы из металлопластиковых труб – закрытые системы отопления с принудительной циркуляцией теплоносителя, с терморегулированием и автоматическим управлением работы котельной. Система центрального отопления должна быть низкотемпературной, открытой или замкнутой.

Отопление помещений может быть осуществлено по разным принципиальным схемам:

1. Двухтрубная плintусная;
2. Двухтрубная коллекторная;
3. Смешанная система;
4. Однотрубная система;
5. Напольное отопление



### 6.3.2 Описание систем

В настоящее время, большое количество систем отопления в многоэтажных домах являются однотрубными с верхней или с нижней разводкой.

Этот вид прокладки труб характеризуется последовательным подключением приборов, причем труба обратная с одного отопительного прибора, является подающей для последующего. Могут быть как с замыкающим участком, так и без него. Возможность регулировки 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(приборов). По сравнению с двухтрубной системой расход теплоносителя в стояке больше в N раз. Температура теплоносителя в верхнем(первом) отопительном приборе выше, чем в последующих.

Для выполнения требований по установке терморегуляторов на отопительные приборы и организации поквартирного учета тепла, следует применять системы двухтрубные: коллекторные (лучевые) или с горизонтальной разводкой (плинтусные).

Коллекторная система – центрально расположенные стояки, от которых осуществляется подача теплоносителя через коллекторы (разделители) к отопительным приборам. Система является удобной в отношении возможностей регулировки, наиболее экономичной в эксплуатации. Каждая подводка к прибору рассчитывается на пропуск теплоносителя только одного конкретного прибора.

Плинтусная – разводка в виде двухтрубной петли по периметру квартиры, с подключением нескольких радиаторов от стояка. При закладке тройников в пол следует применять пресс-фитинги. Система также позволяет организовать узел учета тепловой энергии. Горизонтальная магистраль рассчитывается на пропуск суммарного расхода теплоносителя для всех, расположенных по ходу теплоносителя, приборов.

### 6.3.3 Допустимые скорости движения теплоносителя.

В горизонтальных трубопроводах, проходящих в конструкции пола или за плинтусом, следует принимать значение скорости не ниже 0,11м/с, и значения, соответствующие экономичным гидравлическим сопротивлениям

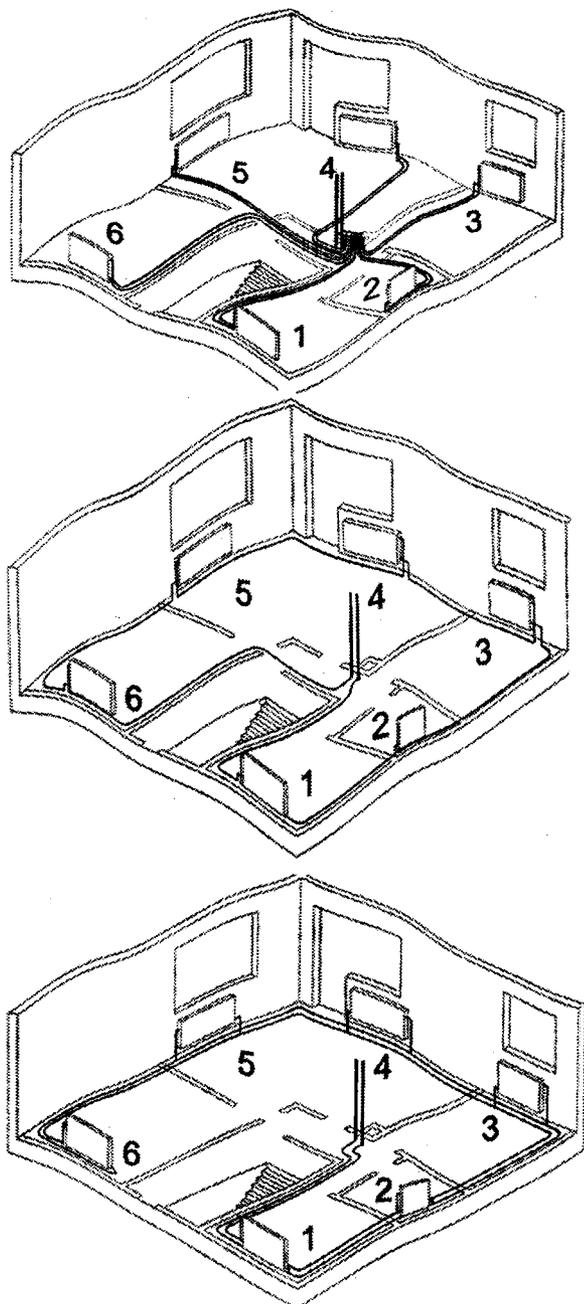
( $R_{\text{эконом}} = 150250 \text{ Па/м}$ ):

Ш16\*2,0 V=0.25...0.35м/с

Ш20\*2,0 V=0.40...0.60м/с

Ш26\*3,0 V=0.50...0.65м/с

Ш32\*3,0 V=0.25...0.40м/с



## Соприпе

### 7. Гидравлические характеристики металлопластиковых труб

**7.1** При гидравлическом расчете падение давления  $\Delta P$  в системе отопления складывается из потерь давления на трение по длине трубопровода  $l$  и потерь давления на преодоление местных сопротивлений

$$\Delta P = Rl + Z, \quad (1)$$

где  $R$  — удельная линейная потеря давления на 1 м длины, Па/м;

$Z$  — потеря давления на местное сопротивление, Па/м.

Гидравлические характеристики металлополимерных труб различных фирм при  $t = 80$  °С представлены в приложении Б.

**7.2** Потери давления по длине, Па/м, можно определить по формуле

$$R = \frac{\lambda V^2}{2d_p} \cdot 10^3, \quad (2)$$

где  $\lambda$  — коэффициент сопротивления по длине;

$V$  — скорость течения воды, м/с;

$d_p$  — расчетный диаметр трубы, м.

**7.3** Коэффициент сопротивления по длине  $\lambda$  следует определять по формуле

$$\sqrt{\lambda} = \frac{0,5 \left[ \frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b) \lg 3,7d_p / K_s}{\lg Re_\phi - 1} \right]}{\lg \frac{3,7d_p}{K_s}} \quad (3)$$

где  $b$  — число подобия режимов течения воды;

$K_s$  — коэффициент эквивалентной шероховатости, м;

$Re_\phi$  — число Рейнольдса фактическое.

**7.4** Приведенный (внутренний) диаметр  $d_p$  следует определять по формуле

$$d_p = 0,5 (2d_n + \Delta d_n - 4S - 2\Delta S), \quad (4)$$

где  $d_n$  — наружный диаметр трубы, м;

$\Delta d_n$  — допуск на наружный диаметр трубы, м;

$S$  — толщина стенки трубы, м;

$\Delta S$  — допуск на толщину стенки трубы, м.

**7.5** Фактическое число Рейнольдса  $Re_\phi$ , определяется по формуле

$$Re_\phi = \frac{d_p V}{\nu_t}, \quad (5)$$

где  $\nu_t$  — коэффициент кинематической вязкости воды, м<sup>2</sup>/с, определяемый по таблице 2.

**7.6** Число Рейнольдса  $Re_{кв}$  соответствующее началу квадратичной области гидравлических сопротивлений при турбулентном движении воды, определяется по формуле

$$Re_{кв} = \frac{500 \cdot d_p}{K_s}, \quad (6)$$

Коэффициент эквивалентной шероховатости

(равномернозернистости)  $K_s$ , м,

принимается равным  $1,0 \cdot 10^{-6}$  м.

**7.7** Число подобия режимов течения воды  $b$  определяется по формуле

$$b = 1 + \frac{\lg Re_\phi}{\lg Re_{кв}} \quad (7)$$

| Таблица 2<br>Температура<br>воды, °С | Коэффициент<br>кинематической<br>вязкости воды $\nu_t$ м <sup>2</sup> /с |
|--------------------------------------|--|
| 35                                   | $0,73 \cdot 10^{-6}$   |
| 40                                   | $0,66 \cdot 10^{-6}$   |
| 45                                   | $0,6 \cdot 10^{-6}$  |
| 50                                   | $0,55 \cdot 10^{-6}$   |
| 55                                   | $0,51 \cdot 10^{-6}$   |
| 60                                   | $0,47 \cdot 10^{-6}$   |
| 65                                   | $0,43 \cdot 10^{-6}$   |
| 70                                   | $0,41 \cdot 10^{-6}$   |
| 80                                   | $0,36 \cdot 10^{-6}$   |
| 90                                   | $0,32 \cdot 10^{-6}$   |

**7.8** При средней температуре теплоносителя, отличной от 80 °С, следует учесть согласно таблице 3 поправочный коэффициент  $a$  к значениям  $R$ , приведенным в приложении (при  $t = 80$  °С)

$$R_t = R \cdot a, \quad (8)$$

где  $R_t$  — удельный перепад давления при средней расчетной температуре теплоносителя и расходе  $G$ , Па/м;

$R$  — значение удельного перепада давления (приложение Б) при  $t = 80$  °С и при том же значении  $G$ , Па/м.

Таблица 3

| Средняя температура теплоносителя в трубах, °С | 90   | 80  | 70   | 60   | 50   | 40   |
|--|------|-----|------|------|------|------|
| Коэффициент $a$                                | 0,98 | 1,0 | 1,02 | 1,05 | 1,08 | 1,11 |

**7.9** Падение давления при преодолении местных сопротивлений  $Z$ , Па, может быть определено из зависимости

$$Z = \sum \xi \frac{V^2}{2} \rho, \quad (9)$$

где  $\sum \xi$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке трубопровода;

$V$  — скорость теплоносителя в трубопроводе, м/с;

$\rho$  — плотность жидкости при температуре теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>.

Гидравлические характеристики отопительных приборов: вентилей, клапанов, включая термостатические, представлены в справочных изданиях фирм-изготовителей и разработчиков нормативной документации.

Ориентировочные значения коэффициентов местных сопротивлений соединительных деталей приведены в таблице 4.

**7.10 Коэффициенты местных сопротивлений**

| № п.п. | Детали  | Схематическое изображение деталей | Значение коэффициента |
|--------|---|-----------------------------------|-----------------------|
| 1      | Отвод с радиусом закругления $\gg 5d$ :<br>90°<br>45° |                                   | 0,3-0,5               |
| 2      | Тройники:<br>на проход                                |                                   | 0,5                   |
| 3      | на ответвление 90°                                    |                                   | 1,5                   |
| 4      | на слияние 90°  |                                   | 1,5                   |
| 5      | на разделение потока                                  |                                   | 3,0                   |
| 6      | Крестовина:<br>на проход                              |                                   | 2,0                   |
| 7      | на ответвление  |                                   | 3,0                   |
| 8      | Отступ  |                                   | 0,5                   |
| 9      | Обход   |                                   | 1-0                   |
| 10     | Внезапное расширение<br>сужение                       |                                   | 1,0<br>0,5            |

# Compipe

## 7.11 Потери давления в металлопластиковых трубах «Compipe» Температура теплоносителя 80 °С

| Потери давления на трение R, Па/м | 12/16                                  |                             | 16/20                                  |                             | 20/26                                  |                             |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|
|                                   | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч |
| 0,49                              |  |                             | 0,010                                  | 6,64                        | 0,010                                  | 11,25                       |
| 0,98                              | 0,010                                  | 3,95                        | 0,020                                  | 13,27                       | 0,020                                  | 22,50                       |
| 1,96                              | 0,020                                  | 7,90                        | 0,030                                  | 19,91                       | 0,030                                  | 33,74                       |
| 3,92                              | 0,030                                  | 11,84                       | 0,040                                  | 26,55                       | 0,050                                  | 56,24                       |
| 5,88                              | 0,040                                  | 15,79                       | 0,060                                  | 39,82                       | 0,070                                  | 78,73                       |
| 7,84                              | 0,050                                  | 19,74                       | 0,070                                  | 46,46                       | 0,080                                  | 89,98                       |
| 9,81                              | 0,060                                  | 23,69                       | 0,080                                  | 53,10                       | 0,100                                  | 112,48                      |
| 19,62                             | 0,100                                  | 39,48                       | 0,120                                  | 79,64                       | 0,150                                  | 168,71                      |
| 39,23                             | 0,150                                  | 59,22                       | 0,180                                  | 119,47                      | 0,220                                  | 247,45                      |
| 58,84                             | 0,190                                  | 75,02                       | 0,230                                  | 152,65                      | 0,280                                  | 314,93                      |
| 78,45                             | 0,220                                  | 86,86                       | 0,270                                  | 179,20                      | 0,330                                  | 371,17                      |
| 98,06                             | 0,250                                  | 98,71                       | 0,310                                  | 205,75                      | 0,370                                  | 416,16                      |
| 117,68                            | 0,280                                  | 110,55                      | 0,340                                  | 225,66                      | 0,410                                  | 461,15                      |
| 137,29                            | 0,310                                  | 122,40                      | 0,370                                  | 245,57                      | 0,450                                  | 506,14                      |
| 156,90                            | 0,330                                  | 130,29                      | 0,400                                  | 265,48                      | 0,480                                  | 539,88                      |
| 176,52                            | 0,350                                  | 138,19                      | 0,430                                  | 285,39                      | 0,520                                  | 584,87                      |
| 196,13                            | 0,380                                  | 150,03                      | 0,450                                  | 298,67                      | 0,550                                  | 618,62                      |
| 215,74                            | 0,400                                  | 157,93                      | 0,480                                  | 318,58                      | 0,580                                  | 652,36                      |
| 235,36                            | 0,420                                  | 165,83                      | 0,500                                  | 331,85                      | 0,600                                  | 674,85                      |
| 254,97                            | 0,440                                  | 173,72                      | 0,520                                  | 345,13                      | 0,630                                  | 708,60                      |
| 274,58                            | 0,450                                  | 177,67                      | 0,550                                  | 365,04                      | 0,660                                  | 742,34                      |
| 313,81                            | 0,490                                  | 193,47                      | 0,590                                  | 391,58                      | 0,710                                  | 798,58                      |
| 333,42                            | 0,510                                  | 201,36                      | 0,610                                  | 404,86                      | 0,730                                  | 821,07                      |
| 353,04                            | 0,520                                  | 205,31                      | 0,630                                  | 418,13                      | 0,760                                  | 854,81                      |
| 372,65                            | 0,540                                  | 213,21                      | 0,650                                  | 431,41                      | 0,780                                  | 877,31                      |
| 392,26                            | 0,560                                  | 221,10                      | 0,670                                  | 444,68                      | 0,800                                  | 899,80                      |
| 411,88                            | 0,570                                  | 225,05                      | 0,690                                  | 457,95                      | 0,820                                  | 922,30                      |
| 431,49                            | 0,590                                  | 232,95                      | 0,700                                  | 464,59                      | 0,840                                  | 944,79                      |
| 451,10                            | 0,600                                  | 236,90                      | 0,720                                  | 477,87                      | 0,870                                  | 978,54                      |
| 470,72                            | 0,610                                  | 240,84                      | 0,740                                  | 491,14                      | 0,890                                  | 1001,03                     |
| 490,33                            | 0,630                                  | 248,74                      | 0,750                                  | 497,78                      | 0,910                                  | 1023,53                     |
| 509,94                            | 0,640                                  | 252,69                      | 0,770                                  | 511,05                      | 0,930                                  | 1046,02                     |
| 529,56                            | 0,660                                  | 260,59                      | 0,790                                  | 524,32                      | 0,940                                  | 1057,27                     |
| 549,17                            | 0,670                                  | 264,53                      | 0,800                                  | 530,96                      | 0,960                                  | 1079,76                     |
| 568,78                            | 0,680                                  | 268,48                      | 0,820                                  | 544,24                      | 0,980                                  | 1102,26                     |
| 588,40                            | 0,700                                  | 276,38                      | 0,830                                  | 550,87                      | 1,000                                  | 1124,76                     |
| 608,01                            | 0,710                                  | 280,33                      | 0,850                                  | 564,15                      | 1,020                                  | 1147,25                     |
| 627,62                            | 0,720                                  | 284,28                      | 0,860                                  | 570,78                      | 1,040                                  | 1169,75                     |
| 647,24                            | 0,730                                  | 288,22                      | 0,880                                  | 584,06                      | 1,050                                  | 1180,99                     |
| 666,85                            | 0,750                                  | 296,12                      | 0,890                                  | 590,69                      | 1,070                                  | 1203,49                     |
| 686,47                            | 0,760                                  | 300,07                      | 0,910                                  | 603,97                      | 1,090                                  | 1225,98                     |
| 706,08                            | 0,770                                  | 304,02                      | 0,920                                  | 610,61                      | 1,110                                  | 1248,48                     |
| 725,69                            | 0,780                                  | 307,97                      | 0,940                                  | 623,88                      | 1,120                                  | 1259,73                     |
| 745,31                            | 0,790                                  | 311,91                      | 0,950                                  | 630,52                      | 1,140                                  | 1282,22                     |
| 764,92                            | 0,800                                  | 315,86                      | 0,960                                  | 637,15                      | 1,150                                  | 1293,47                     |
| 784,54                            | 0,820                                  | 323,76                      | 0,980                                  | 650,43                      | 1,170                                  | 1315,96                     |
| 804,15                            | 0,830                                  | 327,71                      | 0,990                                  | 657,06                      | 1,190                                  | 1338,46                     |
| 829,76                            | 0,840                                  | 331,65                      | 1,000                                  | 663,70                      | 1,200                                  | 1349,71                     |
| 862,99                            | 0,860                                  | 339,55                      | 1,030                                  | 683,61                      | 1,230                                  | 1383,45                     |
| 882,60                            | 0,870                                  | 343,50                      | 1,040                                  | 690,25                      | 1,250                                  | 1405,94                     |
| 902,22                            | 0,880                                  | 347,45                      | 1,060                                  | 703,52                      | 1,260                                  | 1417,19                     |

| Потери давления на трение R, Па/м | 12/16                                  |                             | 16/20                                  |                             | 20/26                                  |                             |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|
|                                   | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч |
| 921,83                            | 0,890                                  | 351,40                      | 1,070                                  | 710,16                      | 1,280                                  | 1439,69                     |
| 941,44                            | 0,900                                  | 355,34                      | 1,080                                  | 716,80                      | 1,290                                  | 1450,93                     |
| 961,06                            | 0,910                                  | 359,29                      | 1,090                                  | 723,44                      | 1,310                                  | 1473,43                     |
| 980,67                            | 0,920                                  | 363,24                      | 1,100                                  | 730,07                      | 1,320                                  | 1484,68                     |
| 1019,90                           | 0,940                                  | 371,14                      | 1,130                                  | 749,98                      | 1,350                                  | 1518,42                     |
| 1059,12                           | 0,960                                  | 379,03                      | 1,150                                  | 763,26                      | 1,380                                  | 1552,16                     |
| 1098,35                           | 0,980                                  | 386,93                      | 1,170                                  | 776,53                      | 1,410                                  | 1585,90                     |
| 1137,58                           | 1,000                                  | 394,83                      | 1,200                                  | 796,44                      | 1,430                                  | 1608,40                     |
| 1176,80                           | 1,020                                  | 402,72                      | 1,220                                  | 809,72                      | 1,460                                  | 1642,14                     |
| 1216,03                           | 1,040                                  | 410,62                      | 1,240                                  | 822,99                      | 1,480                                  | 1664,64                     |
| 1255,26                           | 1,060                                  | 418,52                      | 1,260                                  | 836,26                      | 1,510                                  | 1698,38                     |
| 1294,48                           | 1,080                                  | 426,41                      | 1,280                                  | 849,54                      | 1,540                                  | 1732,12                     |
| 1333,71                           | 1,090                                  | 430,36                      | 1,310                                  | 869,45                      | 1,560                                  | 1754,62                     |
| 1372,94                           | 1,110                                  | 438,26                      | 1,330                                  | 882,72                      | 1,590                                  | 1788,36                     |
| 1412,16                           | 1,130                                  | 446,15                      | 1,350                                  | 896,00                      | 1,610                                  | 1810,86                     |
| 1451,39                           | 1,140                                  | 450,10                      | 1,370                                  | 909,27                      | 1,630                                  | 1833,35                     |
| 1490,62                           | 1,160                                  | 458,00                      | 1,390                                  | 922,55                      | 1,660                                  | 1867,09                     |
| 1529,84                           | 1,180                                  | 465,90                      | 1,410                                  | 935,82                      | 1,680                                  | 1889,59                     |
| 1569,07                           | 1,190                                  | 469,84                      | 1,430                                  | 949,09                      | 1,700                                  | 1912,08                     |
| 1600,30                           | 1,210                                  | 477,74                      | 1,450                                  | 962,37                      | 1,730                                  | 1945,83                     |
| 1647,52                           | 1,230                                  | 485,64                      | 1,460                                  | 969,00                      | 1,750                                  | 1968,32                     |
| 1686,75                           | 1,240                                  | 489,59                      | 1,480                                  | 982,28                      | 1,770                                  | 1990,82                     |
| 1725,98                           | 1,260                                  | 497,48                      | 1,500                                  | 995,55                      | 1,790                                  | 2013,31                     |
| 1804,43                           | 1,290                                  | 509,33                      | 1,540                                  | 1022,10                     | 1,840                                  | 2069,55                     |
| 1843,66                           | 1,300                                  | 515,28                      | 1,560                                  | 1035,38                     | 1,860                                  | 2092,04                     |
| 1882,89                           | 1,320                                  | 521,17                      | 1,570                                  | 1042,01                     | 1,880                                  | 2114,54                     |
| 1922,11                           | 1,330                                  | 525,12                      | 1,590                                  | 1055,29                     | 1,900                                  | 2137,03                     |
| 1961,34                           | 1,350                                  | 533,02                      | 1,610                                  | 1068,56                     | 1,920                                  | 2159,53                     |
| 2010,37                           | 1,370                                  | 540,91                      | 1,630                                  | 1081,83                     | 1,950                                  | 2193,27                     |
| 2059,41                           | 1,390                                  | 548,81                      | 1,650                                  | 1095,11                     | 1,970                                  | 2215,77                     |
| 2108,44                           | 1,400                                  | 552,76                      | 1,670                                  | 1108,38                     | 2,000                                  | 2249,51                     |
| 2157,47                           | 1,420                                  | 560,65                      | 1,700                                  | 1128,29                     | 2,020                                  | 2272,01                     |
| 2206,51                           | 1,440                                  | 568,55                      | 1,720                                  | 1141,57                     | 2,050                                  | 2305,75                     |
| 2255,54                           | 1,460                                  | 576,45                      | 1,740                                  | 1154,84                     | 2,070                                  | 2328,24                     |
| 2304,57                           | 1,470                                  | 580,40                      | 1,760                                  | 1168,12                     | 2,100                                  | 2361,99                     |
| 2353,61                           | 1,490                                  | 588,29                      | 1,780                                  | 1181,39                     | 2,120                                  | 2384,48                     |
| 2402,64                           | 1,510                                  | 596,19                      | 1,800                                  | 1194,66                     | 2,140                                  | 2406,98                     |
| 2451,67                           | 1,520                                  | 600,14                      | 1,820                                  | 1207,94                     | 2,170                                  | 2440,72                     |
| 2500,71                           | 1,540                                  | 608,09                      | 1,840                                  | 1221,21                     | 2,190                                  | 2463,21                     |
| 2549,74                           | 1,560                                  | 615,93                      | 1,860                                  | 1234,49                     | 2,210                                  | 2485,71                     |
| 2598,77                           | 1,570                                  | 619,88                      | 1,870                                  | 1241,12                     | 2,240                                  | 2519,45                     |
| 2647,81                           | 1,590                                  | 627,78                      | 1,890                                  | 1254,40                     | 2,260                                  | 2541,95                     |
| 2696,84                           | 1,600                                  | 631,72                      | 1,910                                  | 1267,67                     | 2,280                                  | 2564,44                     |
| 2745,88                           | 1,620                                  | 639,62                      | 1,930                                  | 1280,94                     | 2,300                                  | 2586,94                     |
| 2794,91                           | 1,640                                  | 647,52                      | 1,950                                  | 1294,22                     | 2,320                                  | 2609,43                     |
| 2843,94                           | 1,650                                  | 651,46                      | 1,970                                  | 1307,49                     | 2,350                                  | 2643,17                     |
| 2892,98                           | 1,670                                  | 659,36                      | 1,990                                  | 1320,77                     | 2,370                                  | 2665,67                     |
| 2942,01                           | 1,680                                  | 663,31                      | 2,000                                  | 1327,40                     | 2,390                                  | 2688,16                     |
| 2991,04                           | 1,700                                  | 671,21                      | 2,020                                  | 1340,68                     | 2,410                                  | 2710,66                     |
| 3040,08                           | 1,710                                  | 675,15                      | 2,040                                  | 1353,95                     | 2,430                                  | 2733,15                     |
| 3138,14                           | 1,740                                  | 687,00                      | 2,070                                  | 1373,86                     | 2,470                                  | 2778,15                     |
| 3187,18                           | 1,760                                  | 694,90                      | 2,090                                  | 1387,14                     | 2,490                                  | 2800,64                     |
| 3236,21                           | 1,770                                  | 698,84                      | 2,110                                  | 1400,41                     | 2,510                                  | 2823,14                     |
| 3285,24                           | 1,790                                  | 706,74                      | 2,130                                  | 1413,69                     | 2,530                                  | 2845,63                     |

## Compipe

| Потери давления на трение R, Па/м | 12/16                                  |                             | 16/20                                  |                             | 20/26                                  |                             |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|
|                                   | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч | Скорость движения теплоносителя V, м/с | Расход теплоносителя G, л/ч |
| 3334,28                           | 1,800                                  | 710,69                      | 2,140                                  | 1420,32                     | 2,550                                  | 2868,13                     |
| 3383,31                           | 1,810                                  | 714,64                      | 2,160                                  | 1433,60                     | 2,570                                  | 2890,62                     |
| 3432,34                           | 1,830                                  | 722,53                      | 2,180                                  | 1446,87                     | 2,590                                  | 2913,12                     |
| 3481,38                           | 1,840                                  | 726,48                      | 2,190                                  | 1453,51                     | 2,610                                  | 2935,61                     |
| 3530,41                           | 1,860                                  | 734,38                      | 2,210                                  | 1466,78                     | 2,630                                  | 2958,11                     |
| 3579,44                           | 1,870                                  | 738,33                      | 2,230                                  | 1480,06                     | 2,650                                  | 2980,60                     |
| 3628,48                           | 1,880                                  | 742,28                      | 2,240                                  | 1486,69                     | 2,670                                  | 3003,10                     |
| 3677,51                           | 1,900                                  | 750,17                      | 2,260                                  | 1499,97                     | 2,690                                  | 3025,59                     |
| 3726,55                           | 1,910                                  | 754,12                      | 2,280                                  | 1513,24                     | 2,710                                  | 3048,09                     |
| 3775,58                           | 1,920                                  | 758,07                      | 2,290                                  | 1519,88                     | 2,730                                  | 3070,58                     |
| 3824,61                           | 1,940                                  | 765,96                      | 2,310                                  | 1533,15                     | 2,750                                  | 3093,08                     |
| 3873,65                           | 1,950                                  | 769,91                      | 2,320                                  | 1539,79                     | 2,770                                  | 3115,57                     |
| 3922,68                           | 1,960                                  | 773,86                      | 2,340                                  | 1553,06                     | 2,790                                  | 3138,07                     |
| 4020,75                           | 1,990                                  | 785,71                      | 2,370                                  | 1572,97                     | 2,820                                  | 3171,81                     |
| 4118,81                           | 2,020                                  | 795,55                      | 2,400                                  | 1592,88                     | 2,860                                  | 3216,80                     |
| 4216,88                           | 2,040                                  | 805,45                      | 2,430                                  | 1612,80                     | 2,900                                  | 3261,79                     |
| 4314,95                           | 2,070                                  | 817,29                      | 2,460                                  | 1632,71                     | 2,930                                  | 3295,53                     |
| 4413,01                           | 2,090                                  | 825,19                      | 2,490                                  | 1652,62                     | 2,970                                  | 3340,52                     |
| 4511,08                           | 2,120                                  | 837,03                      | 2,520                                  | 1672,53                     | 3,000                                  | 3374,27                     |
| 4609,15                           | 2,140                                  | 844,93                      | 2,550                                  | 1692,44                     |  |                             |
| 4707,22                           | 2,170                                  | 856,78                      | 2,580                                  | 1712,35                     |  |                             |
| 4805,28                           | 2,190                                  | 864,67                      | 2,610                                  | 1732,26                     |  |                             |

## 8. Тепловые характеристики трубопроводов

8.1. Для правильного подбора отопительных приборов, изоляции и расчетных расходов циркуляционного трубопровода следует учитывать потери тепла самими трубами.

Тепловой поток металлополимерных труб длиной  $l$ , м, можно определять по следующей зависимости Ориентировочные значения коэффициентов местных сопротивлений соединительных деталей элементов системы отопления приведены в таблице 5.

$$Q = \frac{2,31l(t_c^* - t_c)}{2,31g(d_n/d_v)} = \frac{\lambda(t - t_{вз})}{(1/\alpha_n) + (1,15/\lambda)g(d_n/d_v) + (1/\alpha_{вн} \cdot d_v)}, \quad (1)$$

где  $t_c^*$  - температура на внутренней поверхности трубопровода, °С;

$t_c$  - температура на наружной поверхности трубопровода, °С;

$Q$  - тепловой поток, Вт;

$l$  - длина трубы, м;

$t$  - температура теплоносителя, °С;

$t_{вз}$  - температура воздушной среды, °С;

$\alpha_n$  - коэффициент наружной теплоотдачи, Вт/м<sup>2</sup> ° К;

$d_n$  - наружный диаметр трубы, мм;

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности, Вт/м ° К;

$d_v$  - внутренний диаметр трубы, мм;

$\alpha_{вн}$  - коэффициент внутренней теплоотдачи, Вт/м<sup>2</sup> ° К;

8.2 При оценке возможности выпадения конденсата на поверхности трубы необходимо определить температуру наружной стенки трубы и сопоставить ее с температурой точки росы  $t_p$ .

$$t_c = t_n + \frac{Q}{\alpha_n}, \quad (2)$$

где  $t_{вз}$  - температура воздушной среды, °С;

$\alpha_n$  - коэффициент наружной теплоотдачи, Вт/м<sup>2</sup> ° К.

Выпадения конденсата не будет при условии  $t_c > t_p$ .

8.3 При использовании теплоизоляции тепловой поток теплоизолированной трубы приближенно может быть определен по следующей зависимости

$$Q = \frac{\alpha(t - t_n)}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_n d_n} + \frac{1,15}{\lambda} 1g \frac{d}{d_i} + \frac{1,15}{\lambda} 1g \frac{d_n}{d}}, \quad (3)$$

где  $d_{из}$  - наружный диаметр изоляции, м;

$\lambda_{из}$  - коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/м° К.

Это соотношение справедливо при условии идеального контакта наружной поверхности трубы с изоляцией. При накладной изоляции обычно условие не соблюдается и воздушная прослойка играет роль дополнительного слоя.

8.4 В таблицах 6 и 7 (данные НИИсантехники) представлены результаты тепловых испытаний металлополимерных труб в виде зависимости линейной плотности теплового потока  $q$ , Вт/м, от температурного напора  $\theta$ , °С, при горизонтальном расположении открыто проложенных труб на высоте 100 мм от пола и вертикальном расположении труб. В среднем тепловой поток  $q$ , Вт/м, зависит от фактического температурного напора  $\theta$ , °С, в степени 1,2, т.е.

$$q = C \left( \frac{\theta}{70} \right)^{1,2}, \quad (4)$$

где  $C$  - коэффициент, принимаемый для различных диаметров труб по столбцу "θ" в таблицах 6 и 7 при  $\theta = 70$  °С, Вт/м;

70 - нормативная разность температур (температурный напор), °С;

8.5 Фактическая разность среднеарифметической температуры теплоносителя в трубе и расчетной температуры воздуха в помещении, °С, рассчитывается по формуле

$$\theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_a, \quad (5)$$

где  $t_n$  и  $t_k$  - соответственно начальная и конечная температура теплоносителя;

$t_a$  - температура воздуха в помещении.

8.6 Полезный тепловой поток открыто проложенных металлополимерных труб учитывается в пределах 90-100 % приведенного в таблицах 6 и 7 (в зависимости от способа прокладки).

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 %.

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

8.8 Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжелого бетона ( $\lambda_{бет} > 1,8$  Вт/м ° К,  $\rho_{бет} > 2000$  кг/м<sup>3</sup>) увеличивается в среднем в 1,6 раза (при оклейке стен обоями - в 1,4 раза), причем полезный тепловой поток при наличии эффективной теплоизоляции между трубой и наружной поверхностью стены составляет в среднем 90 % общего.

## Compipe

**Таблица 6 Тепловой поток 1 м открыто проложенных горизонтально металлополимерных труб**

| d, мм | Θ, °C | Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, через 1 °C |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |       | 0  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| 16    | 30    | 20,5                                       | 21,4  | 22,2  | 23,0  | 23,9  | 24,7  | 25,6  | 26,4  | 27,3  | 28,2  |
| 20    |       | 24,8                                       | 25,8  | 26,8  | 27,8  | 28,8  | 29,9  | 30,9  | 31,9  | 33,0  | 34,0  |
| 26    |       | 29,4                                       | 30,6  | 31,8  | 33,0  | 34,2  | 35,4  | 36,6  | 37,8  | 39,1  | 40,3  |
| 16    | 40    | 29,0                                       | 29,9  | 30,8  | 31,6  | 32,5  | 33,4  | 34,3  | 35,2  | 36,1  | 37,0  |
| 20    |       | 35,0                                       | 36,1  | 37,2  | 38,2  | 39,3  | 40,4  | 41,4  | 42,5  | 43,6  | 44,7  |
| 26    |       | 41,5                                       | 42,8  | 44,0  | 45,3  | 46,6  | 47,8  | 49,1  | 50,4  | 51,7  | 53,0  |
| 16    | 50    | 37,9                                       | 38,8  | 39,8  | 40,7  | 41,6  | 42,5  | 43,4  | 44,4  | 45,3  | 46,3  |
| 20    |       | 45,8                                       | 46,9  | 48,0  | 49,1  | 50,2  | 51,4  | 52,5  | 53,6  | 54,7  | 55,9  |
| 26    |       | 54,3                                       | 55,6  | 56,9  | 58,2  | 59,5  | 60,9  | 62,2  | 63,5  | 64,9  | 66,2  |
| 16    | 60    | 47,2                                       | 48,2  | 49,1  | 50,0  | 51,0  | 52,0  | 52,9  | 53,9  | 54,9  | 55,8  |
| 20    |       | 57,0                                       | 58,2  | 59,3  | 60,4  | 61,6  | 62,8  | 63,9  | 65,1  | 66,2  | 67,4  |
| 26    |       | 67,6                                       | 68,9  | 70,3  | 71,6  | 73,0  | 74,4  | 75,8  | 77,1  | 78,5  | 79,9  |
| 16    | 70    | 56,8                                       | 57,8  | 58,8  | 59,7  | 60,7  | 61,7  | 62,7  | 63,7  | 64,7  | 65,7  |
| 20    |       | 68,6                                       | 69,8  | 71,0  | 72,1  | 73,3  | 74,5  | 75,7  | 76,9  | 78,1  | 79,3  |
| 26    |       | 81,3                                       | 82,7  | 84,1  | 85,5  | 86,9  | 88,3  | 89,7  | 91,2  | 92,6  | 94,0  |
| 16    | 80    | 66,7                                       | 67,7  | 68,7  | 69,7  | 70,7  | 71,7  | 72,7  | 73,7  | 74,8  | 75,8  |
| 20    |       | 80,5                                       | 81,7  | 82,9  | 84,2  | 85,4  | 86,6  | 87,8  | 89,0  | 90,3  | 91,5  |
| 26    |       | 95,4                                       | 96,9  | 98,3  | 99,7  | 101,2 | 102,6 | 104,1 | 105,5 | 107,0 | 108,4 |
| 16    | 90    | 76,8                                       | 77,8  | 78,8  | 79,9  | 80,9  | 81,9  | 83,0  | 84,0  | 85,1  | 86,1  |
| 20    |       | 92,7                                       | 94,0  | 95,2  | 96,5  | 97,7  | 99,0  | 100,2 | 101,5 | 102,7 | 104,0 |
| 26    |       | 109,9                                      | 111,4 | 112,8 | 114,3 | 115,8 | 117,3 | 118,8 | 120,2 | 121,7 | 123,2 |

**Таблица 7 Тепловой поток 1 м открыто проложенных вертикально металлополимерных труб**

| d, мм | Θ, °C | Тепловой поток 1 м трубы, Вт/м, через 1 °C |      |      |      |      |       |       |       |       |       |
|-------|-------|--|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |       | 0  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| 16    | 30    | 18,5                                       | 19,2 | 20,0 | 20,7 | 21,5 | 22,2  | 23,0  | 23,8  | 24,6  | 25,3  |
| 20    |       | 21,8                                       | 22,7 | 23,6 | 24,5 | 25,4 | 26,3  | 27,2  | 28,1  | 29,0  | 29,9  |
| 26    |       | 25,3                                       | 26,3 | 27,3 | 28,4 | 29,4 | 30,4  | 31,5  | 32,5  | 33,6  | 34,6  |
| 16    | 40    | 26,1                                       | 26,9 | 27,7 | 28,5 | 29,3 | 30,1  | 30,9  | 31,7  | 32,5  | 33,3  |
| 20    |       | 30,8                                       | 31,8 | 32,7 | 33,6 | 34,6 | 35,5  | 36,5  | 37,4  | 38,4  | 39,3  |
| 26    |       | 35,7                                       | 36,8 | 37,9 | 39,0 | 40,0 | 41,1  | 42,2  | 43,3  | 44,4  | 45,6  |
| 16    | 50    | 34,1                                       | 35,0 | 35,8 | 36,6 | 37,4 | 38,3  | 39,1  | 40,0  | 40,8  | 41,6  |
| 20    |       | 40,3                                       | 41,3 | 42,2 | 43,2 | 44,2 | 45,2  | 46,2  | 47,2  | 48,2  | 49,2  |
| 26    |       | 46,7                                       | 47,8 | 48,9 | 50,1 | 51,2 | 52,3  | 53,5  | 54,6  | 55,8  | 56,9  |
| 16    | 60    | 42,5                                       | 43,3 | 44,2 | 45,0 | 45,9 | 46,8  | 47,6  | 48,5  | 49,4  | 50,2  |
| 20    |       | 50,2                                       | 51,2 | 52,2 | 53,2 | 54,2 | 55,2  | 56,2  | 57,3  | 58,3  | 59,3  |
| 26    |       | 58,1                                       | 59,3 | 60,4 | 61,6 | 62,8 | 64,0  | 65,2  | 66,3  | 67,5  | 68,7  |
| 16    | 70    | 51,1                                       | 52,0 | 52,9 | 53,8 | 54,6 | 55,5  | 56,4  | 57,3  | 58,2  | 59,1  |
| 20    |       | 60,4                                       | 61,4 | 62,4 | 63,5 | 64,5 | 65,6  | 66,6  | 67,7  | 68,7  | 69,8  |
| 26    |       | 69,9                                       | 71,1 | 72,3 | 73,5 | 74,7 | 76,0  | 77,2  | 78,4  | 79,6  | 80,8  |
| 16    | 80    | 60,0                                       | 60,9 | 61,8 | 62,7 | 63,6 | 64,5  | 65,4  | 66,4  | 67,3  | 68,2  |
| 20    |       | 70,8                                       | 71,9 | 73,0 | 74,1 | 75,1 | 76,2  | 77,3  | 78,4  | 79,4  | 80,5  |
| 26    |       | 82,1                                       | 83,3 | 84,5 | 85,8 | 87,0 | 88,3  | 89,5  | 90,8  | 92,0  | 93,3  |
| 16    | 90    | 69,1                                       | 70,0 | 71,0 | 71,9 | 72,8 | 73,7  | 74,7  | 75,6  | 76,6  | 77,5  |
| 20    |       | 81,6                                       | 82,7 | 83,8 | 84,9 | 86,0 | 87,1  | 88,2  | 89,3  | 90,4  | 91,5  |
| 26    |       | 94,5                                       | 95,8 | 97,0 | 98,3 | 99,6 | 100,9 | 102,1 | 103,4 | 104,7 | 106,0 |

8.9 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 %.

## **9. Система «Теплый пол» (напольное отопление)**

Наряду с традиционными системами отопления в последние годы широко применяются системы «теплого пола» (ТП) водяные. Надежные и эффективные системы напольного отопления дает архитекторам высокую степень свободы, расширяет возможности дизайна, они защищены от повреждений, что позволяет свести к минимуму затраты по обслуживанию. Подходит практически для всех видов полов. Тепловые потоки минимальны и пыль не циркулирует, что улучшает гигиену помещения.

В регионах с относительно теплым климатом можно использовать систему «Теплый пол» как основное отопление. В северных регионах предпочтительнее применение комбинированных систем отопления: теплый пол + радиаторное отопление, т.к. теплоотдача теплых полов может не полностью компенсировать теплопотери помещения.

Система ТП представляет собой низкотемпературную с принудительной циркуляцией закрытую систему, состоящую из подающего и обратного коллекторов, снабженных вентилями, регулирующими потоки воды каждой петли-змеевика.

Монтажу теплого пола должна предшествовать разработка проекта, в котором должны содержаться:

- теплопотери каждого помещения
- расчет рабочих параметров ТП
- способ укладки теплового контура, расстояние (шаг) между трубами, длина контуров
- тип и характеристики используемых материалов
- правила сборки, установки и регулировки системы

### **9.1 Монтаж**

#### **9.1.1 Условия монтажа.**

Перед укладкой теплых полов необходимо выполнить следующие требования:

- установить окна и двери
- завершить внутренние штукатурные и изоляционные работы
- завершить подключение электрической сети и установку сантехнических приборов
- выполнить ниши для установки коллекторных шкафов
- подготовить поверхности пола для укладки теплоизоляции (очистить и выровнять поверхности, вынести мусор)
- температура воздуха в помещении должна быть не менее 5°С

#### **9.1.2 Указания по монтажу.**

На очищенную поверхность пола (перекрытия) уложить плиты теплоизоляции (фольгированный пенополистирол с нанесенной сеткой и защитной пленкой). Вдоль стен проложить краевую изоляцию (демпферную ленту). Трубы укладывать на пенополистирол с шагом и способом укладки, определенным в проекте, и закреплять при помощи якорных скоб, вбитых непосредственно в пенополистирол.

Перед бетонированием необходимо провести испытания давлением 6 атм. в течение 24 ч.

Бетонную заливку на трубы выполнять из качественного бетона с добавлением пластификатора толщиной не менее 30мм над поверхностью труб. Во время бетонирования трубы должны быть под давлением.

Деформационные (разделительные) швы необходимо устраивать, если длина бетонной плиты превышает 8 м, или размер пола свыше 40 м.кв., минимальная ширина шва должна составлять 0,5см. Пересечение шва трубой осуществлять в предохранительных трубках длиной 0,5м.

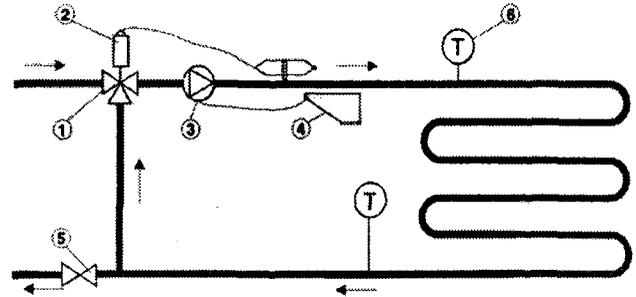
Запуск оборудования осуществляется после затвердевания бетона, т.е после 21-28 дней. Начальная температура не должна превышать 20°С, после каждого дня эксплуатации необходимо повышать температуру на 5°С, пока не будет достигнута ее проектная величина.

## Compipe

### 9.1.3 Регулировка температуры.

Применение комбинированных систем отопления предполагает использование теплоносителя с высокой температурой, и для системы «теплого пола» требуется установка дополнительного оборудования для снижения температуры подачи на змеевик. Примерная схема представлена ниже.

- 1-Термостатический трехходовой клапан.
- 2-Термостатическая головка с датчиком
- 3-Циркуляционный насос
- 4-Электрический датчик
- 5-Шаровой кран
- 6-Термометр



Термостатический трехходовой регулировочный клапан с прижимным датчиком на трубе используется, чтобы температура поступающей воды не превышала заданной температуры в контуре. Тепловой переключатель насоса при температуре на 5°C выше в сравнении с установкой на термоголовке, отключает насос до выравнивания температур

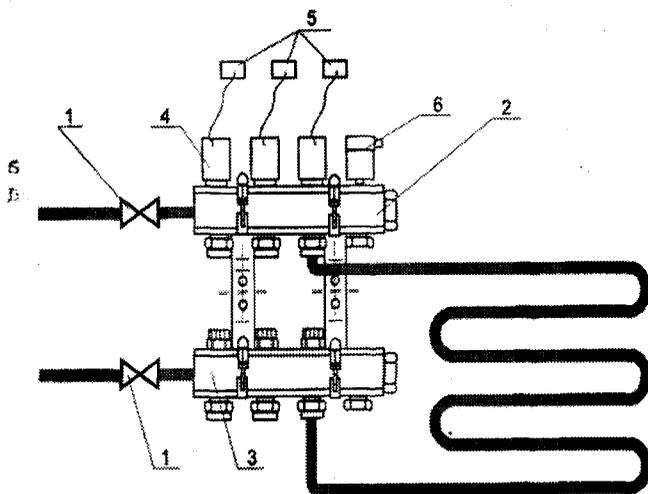
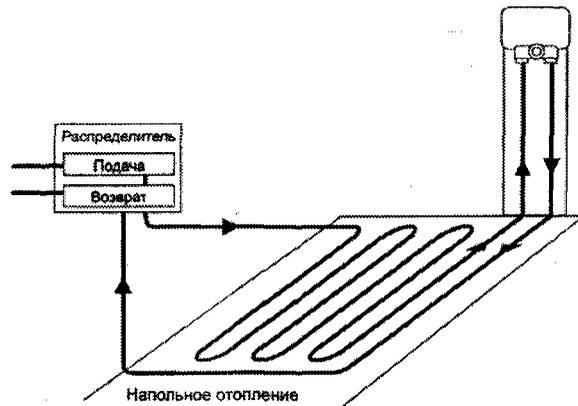
При напольном отоплении можно использовать несколько способов регулирования системы:

с применением настенных регулировочных модулей (для небольших контуров);

с помощью термостатических коллекторов позволяющих регулировать температуру в отдельных помещениях.

Отдельные змеевики, использующиеся, например, для ванной комнаты, можно регулировать локально, с помощью настенных регулировочных модулей, оборудованных термостатическим клапаном, ручным отводом воздуха, термостатом. Модуль помещен в пластиковую коробку и крепится на стене. Устанавливается на возврате змеевика.

Регулировка с помощью термостатического клапана



При необходимости независимой регулировки температуры змеевиков «теплого пола» в отдельных помещениях, применяют распределители (коллекторы) со встроенными термостатическими клапанами. Регулирование производится с помощью комнатного термостата с электротермическим сервомотором.

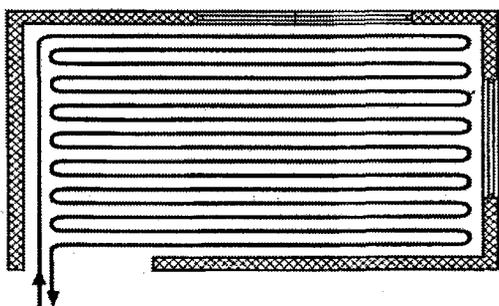
1-шаровой кран; 2-Коллектор подачи со встроенными термоклапанами; 3-Коллектор возврата со встроенными регулируемыми ручными клапанами; 4-Термоголовка с выносным датчиком или электротермический сервомотор; 5-Комнатный термостат; 6-автоматический воздухоотводчик.

## 9.2 Параметры системы «Теплый пол»

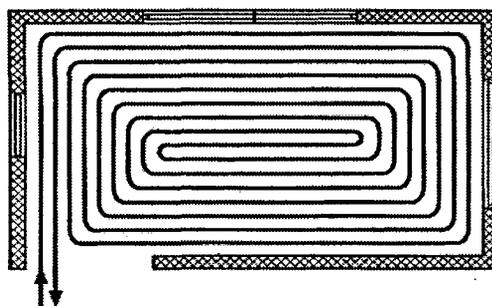
При разработке проекта необходимо ориентироваться на следующие параметры:

- средняя температура поверхности пола не должна превышать 29°C (оптимальная температура 24-26°C, в ванных комнатах 29°C, бассейны 33°C, в краевой зоне помещения 35°C, при покрытии пола из паркета 27°C)
- входная температура подачи не должна превышать 55°C
- разница температур на входе и в возвратном контуре для жилой зоны  $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ , в краевой зоне  $\Delta t = 6^\circ\text{C}$  (для краевой зоны использовать отдельный змеевик.)
- скорость течения воды в трубах 0,15-0,6 м/сек
- длина отрезка трубы теплового контура ( $\varnothing 16\text{мм}$ ) не должна превышать 120 м сопротивление циркуляции в отдельном змеевике  $\Delta p = 20 \text{ кПа}$ .
- для обеспечения в помещении температуры 20°C расчетная теплоотдача на поверхности пола составляет 80 Вт/м.кв.
- минимальное расстояние укладки змеевика от стены помещения равно 0,15м
- в таблице 10 даны температуры пола и плотность теплового потока для температуры помещения 20°C; для помещений с температурой 25°C требуется к величине температуры пола добавить 4°C
- ширина краевой зоны составляет 0,6-1м.

Способы раскладки змеевика теплого пола

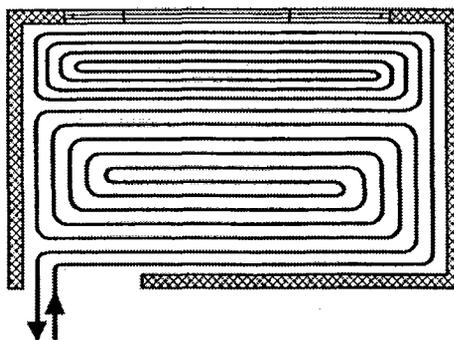
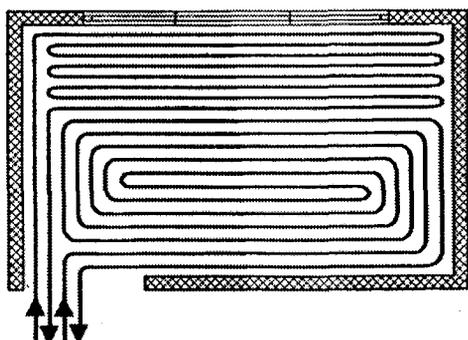


Змеевик форме меандра



Змеевик в форме спирали

В местах с большими тепловыми потерями, при наличии больших окон и дверных проемов, используют краевую зону шириной около 1 м вдоль наружных стен, где укладывают трубы с шагом 100мм.



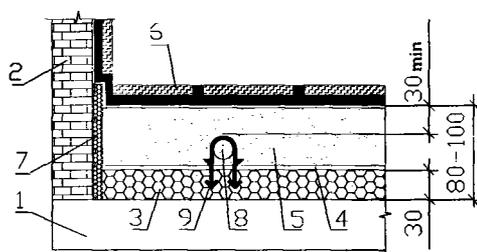
## Сопipe

### 9.3 Конструкция пола

Конструктивно пол представляет собой несколько слоев:

- слой теплоизоляции
- слой гидроизоляции (полиэтиленовая пленка)
- греющая плита с трубами
- покрытие пола

Греющая бетонная плита представляет собой «плавающий элемент», т.е. плита должна быть отделена от конструкции дома разделительным швом (краевая изоляция).



1. Перекрытие
2. Стена
3. Слой теплоизоляции
4. Слой гидроизоляции
5. Бетонная заливка
6. Половое покрытие
7. Краевая изоляция
8. МП труба
9. Зажим для трубы

### 9.4 Методика расчета

9.4.1 Рассчитать потребности тепла  $Q$  для заданного помещения, а также представить поверхность  $F$  и геометрию пола (с учетом внутренней застройки)

9.4.2 В зависимости от покрытия пола выбрать соответствующее значение теплового сопротивления  $R$  из таблицы 3.

9.4.3 Оценить ориентировочную плотность теплового потока на 1 м.кв. площади пола.

$$q_{or} = Q/F \text{ [Вт/м}^2\text{]}$$

$q_{or}$  – ориентировочная плотность теплового потока [Вт.м2]

$Q$  – потери тепла помещения [Вт]

$F$  – предусматриваемая площадь поверхности пола для подогрева [м2]

В дальнейших расчетах принимается помещение, в котором  $q_{or}$  наибольшая (за исключением ванных комнат, где чаще всего требуется использование дополнительных нагревателей).

9.4.4. Задать температуру воды на входе и выходе из оборудования и рассчитать среднюю разницу температур

$$t_{sr} = (t_z + t_p)/2 - t_i$$

$t_{sr}$  – усреднённая разница температур между фактором нагрева и температурой помещения [К]

$t_z$  – температура подачи [°С]

$t_p$  – температура возврата [°С]

$t_i$  – температура внутри помещения [°С]

Значения  $\Delta t_{sr}$  для наиболее типичных случаев приведены в табл. 2.

9.4.5. Из табл. 6 необходимо выбрать модуль укладки труб  $a$ , для которого  $q \sim q_{or}$ , и кроме того не превышает допустимая температура пола.

9.4.6. Определить отдачу тепла от 1 пог. м змеевика

$$q_1 = q \times a \text{ [Вт/м]}$$

$q_1$  – отдача тепла от 1 пог. м змеевика [Вт/м],

$q$  – фактическая плотность потока тепла [Вт/м<sup>2</sup>],

$a$  – модуль укладки труб [м].

9.4.7. Вычислить требуемую длину змеевика  $L$ :

$$L = Q/q_1 \text{ [м]}$$

$L$  – длина змеевика [м],

$Q$  – потери тепла помещения [Вт],

$q_1$  – отдача тепла от 1 пог. м змеевика [Вт/м].

Ориентировочная потребность длинны трубы в зависимости от модуля укладки дана в табл. 1.

9.4.8. Если  $L > 120$  пог. м змеевика, то его необходимо разделить на несколько контуров, для которых проводят отдельные расчеты по теплу и гидравлическим параметрам, определяя количество тепла, отдаваемое при помощи этих змеевиков

$$Q_i = Q (F_i/F) \text{ [Вт]}$$

$Q_i$  – тепло, отдаваемое  $i$ -ым змеевиком [Вт],

$Q$  – Потери тепла помещения [Вт],

$F_i$  – Поверхность пола, занимаемая  $i$ -ым змеевиком [ $m^2$ ],

$F$  – Суммарная площадь поверхности пола [ $m^2$ ].

Температура подачи для связанных змеевиков одинакова.

9.4.9. При вычислении тепловой производительности нагревательных змеевиков помещения, через которые производится транзитная передача, принимается тепловая потребность данного помещения с учетом получения тепла от транзитных трубопроводов:

$$Q' = Q - Q_{tr} = Q - (L_{tr} \times q_1) \text{ [Вт]}$$

$Q'$  – тепловые потери помещения с учетом получения тепла от транзитных трубопроводов [Вт],

$Q_{tr}$  – полученное тепло от транзитных участков змеевика [Вт/м],

$Q$  – потери тепла помещения [Вт],

$L_{tr}$  – длина транзитных участков змеевика [м],

$q_1$  – отдача тепла 1 пог. м змеевика [Вт/м].

9.4.10. Нарисовать змеевик помещения.

9.4.11. Вычислить массовый расход воды:

$$G = (Q \times 0.86) / \Delta t \text{ [кг/ч]}$$

$G$  – массовый расход воды [кг/ч]

$Q$  – тепловые потери помещения [Вт],

$\Delta t$  – разница температур между подачей и возвратом в устройстве нагрева [К].

9.4.12. Вычислить сопротивление циркуляции воды через змеевик:

$$\Delta p = RI + Z \text{ [Па]}$$

$\Delta p$  – сопротивление циркуляции через змеевик [Па],

$RI$  – удельный линейный спад давления [Па/м], в соответствии с табл. 5,

$I$  – длина змеевика [м]

$Z$  – местное сопротивление [Па].

При расчете локальных сопротивлений необходимо принять коэффициент локального сопротивления  $\xi = 0,5$  для отдельного колена змеевика:

$$Z = Z_1 \times \xi \Sigma \text{ [Па]}$$

$Z$  – местное сопротивление [Па],

$Z_1$  – единичное местное сопротивление данного змеевика,

$\xi$  – множитель локального сопротивления в соответствии с табл. 6.

Если  $\Delta p > 20$  кПа, то змеевик необходимо разделить на более короткие участки и повторить расчет по теплу и гидравлическим характеристикам для каждого из них.

## **9.5. Методика расчета системы для помещений с учетом краевой зоной**

9.5.1. Рассчитать потребность тепла  $Q$  для заданного помещения в соответствии со СНиП, а также предоставить поверхность  $F$  и геометрию пола в соответствии с архитектурным проектом (с учетом внутренней застройки).

9.5.2. Выбрать покрытие пола в соответствии с пожеланием заказчика, и затем отсчитать из табл. 3 отвечающее ему значение  $R_\lambda$  для теплового сопротивления.

9.5.3. Дополнительно принять, что краевая зона и жилая нагреваются одним и тем же змеевиком.

## Сопіре

9.5.4. Определить поверхность  $F_b$ , которую займёт краевая зона (она должна быть равной длине наружной стены и по ширине составлять от 0,6 до 1,0 м), а также поверхность  $F_p$ , которую занимает жилая зона.

$F_b$  – площадь краевой зоны [ $\text{м}^2$ ],

$A_3$  – площадь жилой зоны [ $\text{м}^2$ ].

9.5.5. Рассчитать среднюю разность температур  $t_{sr}$  – см. п. 9.4.4.

9.5.6. Принять модуль укладки труб 0,10 либо 0,15 м, определяя из табл. 4 плотность теплового потока в краевой зоне  $q_b$  [Вт].

Нельзя превышать максимальную температуру пола в краевой зоне 35 °С.

9.5.7. Рассчитать тепловую отдачу нагревателя пола в краевой зоне

$$Q_b = q_b \times F_b \text{ [Вт]}$$

$Q_b$  – отдача тепла нагревателя краевой зоны [Вт],

$q_b$  – плотность теплового потока в краевой зоне [Вт],

$F_b$  – площадь краевой зоны [ $\text{м}^2$ ]

9.5.8. Вычислить отдачу тепла от 1 пог. м. змеевика в краевой зоне

$$q_{1b} = q_b \times a_b \text{ [Вт/м]}$$

$q_{1b}$  – отдача тепла от 1 пог. м. змеевика в краевой зоне [Вт/м],

$q_b$  – фактически плотность потока тепла в краевой зоне [Вт/м],

$a_b$  – модуль укладки труб в краевой зоне [м].

9.5.9. Вычислить длину змеевика в краевой зоне:

$$l_b = Q_b / q_{1b} \text{ [м]}$$

$Q_b$  – отдача тепла напольного нагревателя в жилой зоне [Вт]

$l_b$  – длина змеевика в краевой зоне [м]

$q_{1b}$  – отдача тепла от 1 пог. м. змеевика в краевой зоне [Вт/м]

9.5.10. Вычислить отдачу тепла напольного нагревателя в жилой зоне

$$Q_p = Q - Q_b \text{ [Вт]}$$

$Q_p$  – отдача тепла напольного нагревателя в жилой зоне [Вт]

$Q$  – потери тепла помещения [Вт]

$Q_b$  – отдача тепла напольного нагревателя в краевой зоне [Вт].

9.5.11. Вычислить ориентировочную плотность теплового потока для жилой зо

$$q_{por} = Q_p / F_p \text{ [Вт]}$$

$q_{por}$  – ориентировочная плотность потока тепла для жилой зоны [Вт/м<sup>2</sup>]

$Q_p$  – теплоотдача напольного нагревателя в жилой зоне [Вт]

$F_p$  – площадь поверхности жилой зоны [ $\text{м}^2$ ]

Далее расчеты продолжать в соответствии с п. 9.4.5.-9.4.7

9.5.12. Суммарная длина змеевика

$$L = l_b + l_p$$

$L$  – суммарная длина змеевика [м],

$l_b$  – длина змеевика в краевой зоне [м],

$l_p$  – длина змеевика в жилой зоне [м]

9.5.13. Гидравлический расчет ведут аналогично п. 9.4.10-9.4.12

Если длина змеевика вместе с краевой зоной  $L > 120$  пог. м, либо его сопротивление циркуляции превышает  $\Delta p > 20$  кПа, то змеевик необходимо разбить на несколько контуров. Краевую зону необходимо осуществлять отдельным контуром (для краевой зоны предусмотреть падение температуры воды  $\Delta t = 6\text{K}$ )

Таблица 1

Ориентировочный расход труб ш16\*2,0 в зависимости от модуля укладки трубопроводов напольного отопления

|                                    |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Расстояние между трубами а, (м)    | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,35 |
| Количество труб в пог.м/м.кв. пола | 10   | 6,7  | 5,0  | 4,0  | 3,35 | 2,85 |

Таблица 2

Величины средней разницы температур  $t_{sr}$  между температурой источника нагрева и температурой помещения для различных значений  $t_i$

| $\Delta t, [K]$ | $t_z/t_p [C]$ | $t_{sr}$          |    |                   |                  |
|-----------------|---------------|-------------------|----|-------------------|------------------|
|                 |               | $t_i=25^{\circ}C$ |    | $t_i=16^{\circ}C$ | $t_i=8^{\circ}C$ |
| 4               | 35/31         | 8                 | 13 | 17                | 25               |
|                 | 40/36         | 13                | 18 | 22                | 30               |
|                 | 45/41         | 18                | 23 | 27                | 35               |
|                 | 50/46         | 23                | 28 | 32                | 40               |
|                 | 55/51         | 28                | 33 | 37                | 45               |
| 6               | 35/29         | 7                 | 12 | 16                | 24               |
|                 | 40/34         | 12                | 17 | 21                | 29               |
|                 | 45/39         | 17                | 22 | 26                | 34               |
|                 | 50/44         | 22                | 27 | 31                | 39               |
|                 | 55/49         | 27                | 32 | 36                | 44               |
| 10              | 35/25         | 5                 | 10 | 14                | 22               |
|                 | 40/30         | 10                | 15 | 19                | 27               |
|                 | 45/35         | 15                | 20 | 24                | 32               |
|                 | 50/40         | 20                | 25 | 29                | 37               |
|                 | 55/45         | 25                | 30 | 34                | 42               |

$t_{sr} = (t_z + t_p) / 2 - t_i$  – усреднённая разница температур между фактором нагрева и температурой помещения [K]

$t_z$  – температура подачи [ $^{\circ}C$ ]

$t_p$  – температура возврата [ $^{\circ}C$ ]

$t_i$  – температура внутри помещения [ $^{\circ}C$ ]

$\Delta t = t_z - t_p$

Таблица 3

Приближенные значения теплового сопротивления  $R_{\lambda}$  в зависимости от типа наружного покрытия пола

| Тип покрытия                        | Терракота, плитка (10мм), мрамор, природный камень (25мм), линолеум, плитки ПВХ | Тонкий паркет (до 10мм) | Ковер (5мм) |
|-------------------------------------|---|-------------------------|-------------|
| $R_{\lambda}$ (м <sup>2</sup> К/Вт) | 0,02  | 0,05                    | 0,09        |

## Compipe

Таблица 4. Плотность теплового потока, передаваемого через пол в зависимости от теплового сопротивления и модуля укладки труб для температуры помещения  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Внимание! Для температуры помещения  $t_i = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  рассчитанную величину температуры необходимо увеличить на  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Плотность потока тепла ( $q$ ) не меняется.

| $R_a$<br>[ $\text{m}^2\text{K}/\text{Вт}$ ] | $t_{\text{гр}}[\text{K}]$        |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
|---|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|   | 12                               | 13         | 14         | 15         | 16         | 17         | 18         | 19           | 20          | 21          | 22          | 23          |
|   | $q$ [Вт/ $\text{m}^2$ ]          |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
|   | $t_{\text{подл}}$                |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
|   | <b><math>a = 0,10</math> [м]</b> |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
| 0,02  | 53<br>26,7                       | 56<br>26,8 | 68<br>27,3 | 74<br>27,8 | 82<br>28,2 | 90<br>28,6 | 97<br>29,0 | 103<br>29,4  | 110<br>29,8 | 120<br>30,3 | 125<br>30,6 | 131<br>30,9 |
| 0,05  | 45<br>25,8                       | 51<br>26,1 | 58<br>26,3 | 63<br>26,9 | 65<br>27,0 | 76<br>27,6 | 81<br>28,1 | 87<br>28,3   | 93<br>28,7  | 100<br>29,2 | 106<br>29,6 | 112<br>30,1 |
| 0,09  | 40<br>24,0                       | 45<br>24,3 | 50<br>24,7 | 55<br>25,0 | 61<br>25,6 | 67<br>25,8 | 73<br>26,2 | 78<br>26,6   | 82<br>27,0  | 89<br>27,3  | 95<br>27,8  | 100<br>28,2 |
|   | <b><math>a = 0,15</math> [м]</b> |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
| 0,02  | 48<br>26,3                       | 51<br>26,4 | 62<br>27,1 | 69<br>27,5 | 78<br>27,9 | 83<br>28,3 | 89<br>28,5 | 95<br>29,0   | 102<br>29,4 | 100<br>29,7 | 117<br>30,2 | 122<br>30,4 |
| 0,05  | 40<br>25,6                       | 47<br>25,8 | 53<br>26,2 | 59<br>26,6 | 65<br>27,0 | 71<br>27,4 | 77<br>27,7 | 82<br>28,1   | 87<br>28,4  | 94<br>28,8  | 100<br>29,3 | 107<br>29,6 |
| 0,09  | 36<br>23,7                       | 40<br>24,0 | 44<br>24,3 | 50<br>24,7 | 57<br>25,2 | 60<br>25,3 | 67<br>25,8 | 71<br>26,1   | 76<br>26,5  | 82<br>26,9  | 87<br>27,2  | 92<br>27,6  |
|   | <b><math>a = 0,20</math> [м]</b> |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
| 0,02  | 33<br>26,0                       | 42<br>26,1 | 54<br>26,8 | 60<br>27,  | 69<br>27,4 | 73<br>278  | 80<br>28,1 | 87<br>28,4   | 98<br>28,9  | 100<br>29,2 | 106<br>29,4 | 111<br>29,8 |
| 0,05  | 29<br>25,2                       | 39<br>25,3 | 47<br>25,8 | 53<br>26,3 | 59<br>26,5 | 64<br>26,9 | 70<br>27,3 | 76<br>27,7   | 86<br>28,3  | 88<br>28,4  | 92<br>28,7  | 99<br>29,2  |
| 0,09  | 27<br>23,2                       | 34<br>23,6 | 39<br>23,9 | 44<br>24,3 | 49<br>24,6 | 52<br>24,9 | 59<br>25,3 | 62<br>25,6   | 68<br>25,8  | 73<br>26,3  | 77<br>26,6  | 83<br>26,9  |
|   | <b><math>a = 0,25</math> [м]</b> |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
| 0,02  |                                  |            | 50<br>26,5 | 54<br>26,8 | 63<br>27,2 | 68<br>27,3 | 72<br>27,7 | 79<br>27,9   | 85<br>28,4  | 91<br>28,8  | 97<br>29,0  | 101<br>29,3 |
| 0,05  |                                  |            | 40<br>25,6 | 47<br>25,8 | 52<br>26,2 | 58<br>26,4 | 63<br>26,8 | 69<br>27,2   | 73<br>27,5  | 78<br>27,8  | 83<br>28,3  | 89<br>28,5  |
| 0,09  |                                  |            | 36<br>23,7 | 40<br>23,9 | 44<br>24,3 | 49<br>24,5 | 53<br>24,9 | 58<br>25,2   | 61<br>25,6  | 67<br>25,8  | 70<br>26,1  | 75<br>26,4  |
|   | <b><math>a = 0,30</math> [м]</b> |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
| 0,02  |                                  |            | 30<br>26,0 | 48<br>26,3 | 53<br>26,7 | 59<br>26,9 | 63<br>27,2 | 69<br>27,4   | 74<br>27,8  | 80<br>28,1  | 87<br>28,4  | 90<br>28,7  |
| 0,05  |                                  |            | 30<br>25,0 | 38<br>25,4 | 43<br>25,7 | 50<br>26,0 | 55<br>26,4 | 60<br>26,7   | 63<br>26,8  | 69<br>27,1  | 72<br>27,5  | 79<br>27,9  |
| 0,09  |                                  |            | 30<br>23,3 | 33<br>23,7 | 38<br>23,8 | 42<br>24,2 | 47<br>24,3 | 49,5<br>24,6 | 54<br>25,0  | 58<br>25,2  | 62<br>25,5  | 66<br>25,7  |
|   | <b><math>a = 0,35</math> [м]</b> |            |            |            |            |            |            |              |             |             |             |             |
| 0,02  |                                  |            |            |            | 42<br>26,2 | 48<br>26,3 | 53<br>26,6 | 58<br>26,8   | 63<br>27,3  | 70<br>27,6  | 72<br>27,8  | 79<br>27,9  |
| 0,05  |                                  |            |            |            | 30<br>25,0 | 37<br>25,4 | 45<br>25,8 | 50<br>26,0   | 53<br>26,2  | 59<br>26,5  | 62<br>26,8  | 68<br>27,2  |
| 0,09  |                                  |            |            |            | 30<br>23,2 | 33<br>23,7 | 39<br>23,9 | 41<br>24,2   | 46<br>24,3  | 50<br>24,7  | 53<br>24,9  | 57<br>25,2  |

продолжение таблицы 4

a - модуль укладки труб [м],

R<sub>λ</sub> - тепловое сопротивление покрытия пола [м<sup>2</sup>К/Вт],

t<sub>ср</sub> - средняя разница температур между источником нагрева и температурой помещения [К]

| t <sub>ср</sub> [К]                   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 24                                    | 25          | 26          | 27          | 28          | 29          | 30          | 32          | 35          | 36          | 37          | 39          | 40          |
| q [Вт/м <sup>2</sup> ]<br>t подл [С°] |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| a = 0,10 [м]                          |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 140<br>31,3                           | 147<br>31,7 | 155<br>32,2 | 163<br>32,7 | 170<br>33,0 | 177<br>33,3 | 184<br>33,8 | 191<br>34,6 | 194<br>35,8 | 195<br>36,2 | 196<br>36,6 | 199<br>37,2 | 199<br>37,6 |
| 118<br>30,3                           | 124<br>30,7 | 130<br>31,2 | 136<br>31,7 | 142<br>31,9 | 148<br>32,3 | 154<br>32,7 | 166<br>33,6 | 185<br>34,6 | 190<br>35,1 |             |             |             |
| 105<br>28,5                           | 110<br>28,9 | 117<br>29,2 | 122<br>29,7 | 128<br>30,0 | 132<br>30,4 | 139<br>30,8 | 150<br>31,6 | 167<br>32,8 | 173<br>33,3 | 176<br>33,6 | 188<br>34,3 | 193<br>34,7 |
| a = 0,15 [м]                          |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 130<br>30,8                           | 136<br>31,2 | 145<br>31,6 | 151<br>32,0 | 158<br>32,3 | 163<br>32,8 | 170<br>33,0 | 183<br>33,8 | 192<br>34,9 | 193<br>35,3 | 194<br>35,7 | 195<br>36,3 | 196<br>36,7 |
| 110<br>30,0                           | 118<br>30,3 | 123<br>30,7 | 130<br>31,2 | 136<br>31,4 | 141<br>31,9 | 147<br>32,3 | 159<br>32,9 | 177<br>34,3 | 182<br>34,6 | 188<br>34,9 | 190<br>35,7 |             |
| 97<br>27,8                            | 100<br>28,2 | 107<br>28,6 | 110<br>28,7 | 117<br>29,3 | 121<br>29,7 | 128<br>30,0 | 138<br>30,7 | 153<br>31,8 | 159<br>32,2 | 163<br>32,6 | 173<br>33,2 | 190<br>33,7 |
| a = 0,20 [м]                          |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 118<br>30,1                           | 125<br>30,6 | 131<br>30,9 | 140<br>31,3 | 143<br>31,7 | 150<br>31,9 | 157<br>32,2 | 170<br>33,0 | 190<br>34,2 | 191<br>34,4 | 192<br>34,8 | 193<br>35,3 | 193<br>35,7 |
| 104<br>29,5                           | 110<br>29,8 | 115<br>30,2 | 121<br>30,7 | 127<br>31,0 | 132<br>31,4 | 138<br>31,7 | 150<br>32,4 | 167<br>33,6 | 172<br>33,8 | 178<br>34,2 | 189<br>35,0 |             |
| 87<br>27,2                            | 90<br>27,4  | 97<br>27,8  | 100<br>28,2 | 105<br>28,4 | 110<br>28,9 | 116<br>29,2 | 125<br>29,9 | 139<br>30,8 | 144<br>31,3 | 149<br>31,5 | 157<br>32,  | 162<br>32,5 |
| a = 0,25 [м]                          |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 107<br>29,5                           | 113<br>29,9 | 120<br>30,3 | 126<br>30,6 | 132<br>30,9 | 138<br>31,2 | 142<br>31,5 | 154<br>32,1 | 170<br>33,1 | 178<br>33,3 | 183<br>33,7 | 191<br>34,2 | 191<br>34,6 |
| 93<br>28,8                            | 99<br>29,1  | 103<br>29,5 | 110<br>29,9 | 114<br>30,2 | 119<br>30,4 | 123<br>30,8 | 133<br>31,4 | 150<br>32,4 | 154<br>32,8 | 160<br>33,1 | 170<br>33,6 | 175<br>34,1 |
| 78<br>26,7                            | 82<br>26,9  | 88<br>27,2  | 91<br>27,4  | 95<br>27,8  | 99<br>28,1  | 103<br>28,3 | 112<br>28,9 | 126<br>29,8 | 130<br>30,2 | 134<br>30,5 | 142<br>31,1 | 147<br>31,3 |
| a = 0,30 [м]                          |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 97<br>29,0                            | 101<br>29,3 | 109<br>29,7 | 113<br>29,9 | 118<br>30,2 | 123<br>30,4 | 129<br>30,8 | 140<br>31,3 | 158<br>32,2 | 162<br>32,6 | 168<br>32,8 | 180<br>33,6 | 186<br>33,8 |
| 84<br>28,2                            | 88<br>28,3  | 92<br>28,7  | 98<br>29,1  | 104<br>29,5 | 108<br>29,7 | 112<br>30,0 | 121<br>30,6 | 137<br>31,6 | 140<br>31,8 | 144<br>32,1 | 155<br>32,8 | 160<br>33,2 |
| 69<br>26,0                            | 73<br>26,3  | 78<br>26,6  | 81<br>26,9  | 86<br>27,1  | 89<br>27,3  | 93<br>27,7  | 101<br>28,2 | 113<br>29,1 | 118<br>29,3 | 120<br>29,6 | 128<br>30,2 | 132<br>30,3 |
| a = 0,35 [м]                          |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 82<br>28,3                            | 90<br>28,7  | 93<br>28,9  | 100<br>29,2 | 102<br>29,3 | 110<br>29,7 | 114<br>30   | 126<br>30,5 | 140<br>31,3 | 146<br>31,7 | 150<br>31,9 | 160<br>32,4 | 166<br>32,8 |
| 73<br>27,4                            | 77<br>27,6  | 81<br>28,1  | 86<br>28,3  | 90<br>28,6  | 97<br>28,9  | 100<br>29,2 | 108<br>29,7 | 122<br>30,7 | 128<br>30,9 | 130<br>31,2 | 140<br>31,8 | 146<br>32,2 |
| 60<br>25,3                            | 64<br>25,7  | 69<br>25,9  | 72<br>26,2  | 75<br>26,4  | 79<br>26,7  | 82<br>26,9  | 90<br>27,4  | 102<br>28,3 | 105<br>28,5 | 109<br>28,7 | 117<br>29,2 | 125<br>31,6 |

## Compipe

Таблица 5. Удельное падение давления R в многослойных трубах для напольного отопления

G - расчетный поток воды, [кг/ч], R - уд. сопротивление потока воды, [Па/м]  
w - скорость течения воды, [м/с]

| G    | 16x2 |       | G    | 16x2 |       | G    | 16x2   |       |
|------|------|-------|------|------|-------|------|--------|-------|
|      | R    | w     |      | R    | w     |      | R      | w     |
| кг/ч | Па/м | м/с   | кг/ч | Па/м | м/с   | кг/ч | Па/м   | м/с   |
| 3    | 0.9  | 0.007 | 14   | 4.4  | 0.034 | 88   | 77.9   | 0.212 |
| 3.2  | 1.0  | 0.008 | 16   | 5.0  | 0.039 | 90   | 80.9   | 0.217 |
| 3.4  | 1.1  | 0.008 | 18   | 5.6  | 0.043 | 92   | 84.1   | 0.221 |
| 3.6  | 1.1  | 0.009 | 20   | 6.2  | 0.048 | 94   | 87.2   | 0.226 |
| 3.8  | 1.2  | 0.009 | 22   | 6.8  | 0.053 | 96   | 90.5   | 0.231 |
| 4    | 1.2  | 0.010 | 24   | 7.5  | 0.058 | 98   | 93.8   | 0.236 |
| 4.2  | 1.3  | 0.010 | 26   | 8.1  | 0.063 | 100  | 97.1   | 0.241 |
| 4.4  | 1.4  | 0.011 | 28   | 8.7  | 0.067 | 120  | 133.3  | 0.289 |
| 4.6  | 1.4  | 0.011 | 30   | 9.3  | 0.072 | 140  | 174.4  | 0.337 |
| 4.8  | 1.5  | 0.012 | 32   | 9.9  | 0.077 | 160  | 220.4  | 0.385 |
| 5    | 1.6  | 0.012 | 34   | 10.6 | 0.082 | 180  | 271.0  | 0.433 |
| 5.2  | 1.6  | 0.013 | 36   | 11.2 | 0.087 | 200  | 326.4  | 0.481 |
| 5.4  | 1.7  | 0.013 | 38   | 11.8 | 0.091 | 220  | 386.3  | 0.529 |
| 5.6  | 1.7  | 0.014 | 40   | 12.4 | 0.096 | 240  | 450.7  | 0.577 |
| 5.8  | 1.8  | 0.014 | 42   | 13.1 | 0.101 | 260  | 519.6  | 0.625 |
| 6    | 1.9  | 0.014 | 44   | 13.8 | 0.106 | 280  | 592.9  | 0.674 |
| 6.2  | 1.9  | 0.014 | 46   | 14.8 | 0.111 | 300  | 670.7  | 0.722 |
| 6.4  | 2.0  | 0.015 | 48   | 16.3 | 0.116 | 320  | 752.7  | 0.770 |
| 6.8  | 2.1  | 0.016 | 50   | 18.1 | 0.120 | 340  | 839.1  | 0.818 |
| 7    | 2.2  | 0.017 | 52   | 20.4 | 0.125 | 360  | 929.7  | 0.866 |
| 7.2  | 2.2  | 0.017 | 54   | 23.0 | 0.130 | 380  | 1024.7 | 0.914 |
| 7.4  | 2.3  | 0.018 | 56   | 26.1 | 0.135 | 400  | 1123.8 | 0.962 |
| 7.6  | 2.4  | 0.018 | 58   | 29.4 | 0.140 | 420  | 1227.2 | 1.010 |
| 7.8  | 2.4  | 0.019 | 60   | 33.0 | 0.144 | 440  | 1334.8 | 1.058 |
| 8    | 2.5  | 0.019 | 62   | 36.7 | 0.149 | 460  | 1446.5 | 1.107 |
| 8.2  | 2.5  | 0.020 | 64   | 40.6 | 0.154 | 480  | 1562.5 | 1.155 |
| 8.4  | 2.6  | 0.020 | 66   | 44.3 | 0.159 | 500  | 1682.5 | 1.203 |
| 8.6  | 2.7  | 0.021 | 68   | 48.0 | 0.164 | 520  | 1806.8 | 1.251 |
| 8.8  | 2.7  | 0.021 | 70   | 51.4 | 0.168 | 540  | 1935.1 | 1.299 |
| 9    | 2.8  | 0.022 | 72   | 54.6 | 0.173 | 560  | 2067.5 | 1.347 |
| 9.2  | 2.9  | 0.022 | 74   | 57.6 | 0.178 | 580  | 2204.1 | 1.395 |
| 9.4  | 2.9  | 0.023 | 76   | 60.5 | 0.183 | 600  | 2344.7 | 1.443 |
| 9.6  | 3.0  | 0.023 | 78   | 63.2 | 0.188 | 620  | 2489.4 | 1.491 |
| 9.8  | 3.0  | 0.024 | 80   | 66.1 | 0.192 | 640  | 2638.2 | 1.539 |
| 10   | 3.1  | 0.024 | 82   | 68.9 | 0.197 | 660  | 2791.0 | 1.588 |
| 12   | 3.7  | 0.029 | 84   | 71.8 | 0.202 | 680  | 2947.9 | 1.636 |
| 14   | 4.4  | 0.034 | 86   | 74.8 | 0.207 | 700  | 3108.9 | 1.684 |

Таблица 6

Значения местных сопротивлений  $Z_1$ , [Па]

| Скорость воды<br>[м/с] | Сопротивление $Z_1$ ,<br>[Па] | Скорость воды,<br>[м/с] | Сопротивление $Z_1$ ,<br>[Па] |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 0,05                   | 1                             | 0,55                    | 147                           |
| 0,10                   | 5                             | 0,60                    | 175                           |
| 0,12                   | 7                             | 0,65                    | 205                           |
| 0,14                   | 10                            | 0,70                    | 238                           |
| 0,16                   | 12                            | 0,75                    | 273                           |
| 0,18                   | 16                            | 0,80                    | 310                           |
| 0,20                   | 19                            | 0,85                    | 350                           |
| 0,25                   | 30                            | 0,90                    | 393                           |
| 0,30                   | 44                            | 0,95                    | 438                           |
| 0,35                   | 59                            | 1,00                    | 485                           |
| 0,40                   | 78                            | 1,05                    | 510                           |
| 0,45                   | 98                            | 1,10                    | 588                           |
| 0,50                   | 121                           | 1,15                    | 700                           |

# Compre

## Приложение 1. Таблица химической стойкости

| Жидкости                          | Химическая формула  | Концентрация   | 60° | 20° |
|-----------------------------------|---|----------------|-----|-----|
| Адипиновая кислота                | HOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH                        | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Азотная кислота                   | HNO <sub>3</sub>  | 25%            | да  | да  |
| Азотная кислота                   | HNO <sub>3</sub>  | от 50% до 100% | нет | нет |
| Акролеин                          | C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O                                   | -              | нет | нет |
| Аллиловый спирт                   | H <sub>2</sub> C=CH-CH <sub>2</sub> -OH                           | 96%            | нет | да  |
| Алюминия, сульфат                 | Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Алюминия, хлорид                  | AlCl <sub>3</sub>   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Амилацетат                        | CH <sub>3</sub> COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub>                | 100%           | нет | да  |
| Аминобензол                       | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>                     | 100%           | да  | да  |
| Аммиак                            | NH <sub>3</sub>   | 100%           | да  | да  |
| Аммиака, газ                      | NH <sub>3</sub>   | 100%           | да  | да  |
| Аммония, нитрат                   | (NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>                                 | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Аммония, сульфат                  | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Аммония, сульфид                  | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S                                 | раствор        | да  | да  |
| Аммония, фторид                   | NH <sub>4</sub> F   | раствор        | да  | да  |
| Аммония, хлорид                   | NH <sub>4</sub> Cl  | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Анилин                            | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>                     | 100%           | нет | да  |
| Арсининовая кислота               | H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>                                   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Ацетальдегид                      | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O                                   |                | нет | да  |
| Ацетон                            | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O                                   | 100%           | нет | нет |
| Ацетонитрил                       | C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N                                   |                | нет | нет |
| Бария, гидрат                     | Ba(OH) <sub>2</sub>   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Бария, карбонат                   | BaCO <sub>3</sub>   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Бария, сульфат                    | BaSO <sub>4</sub>   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Бария, хлорид                     | BaCl <sub>2</sub>   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Бензальдегид                      | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHO                                 | 100%           | нет | да  |
| Бензин                            |   |                | нет | ла  |
| Бензин алифатические углеводороды |   |                | нет | ла  |
| Бензоат натрия                    | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONa                               | н              | да  | да  |
| Бензойная кислота                 | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH                                | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Бензол                            | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>                                     | 100%           | нет | нет |
| Бертолетова соль                  | KClO <sub>3</sub>   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Борная кислота                    | H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                                    | насыщ. Р-р     | нет | нет |
| Бром -газ                         | Br <sub>2</sub>   | 100%           | нет | нет |
| Бром -жидкость                    | Br <sub>2</sub>   | 100%           | нет | нет |
| Бром жидкий                       | Br  | 100%           | нет | нет |
| Бром, сухой газ                   | Br <sub>2</sub>   | 100%           | нет | нет |
| Бромистоводородная кислота        | HBr   | 100%           | да  | да  |
| Бромистый этил                    | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br                                  | 100%           | нет | да  |
| Бура                              | Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Бутадиен-1,3                      | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>                                     | -              | нет | нет |
| Бутан -газ                        | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>                                    | 100%           | да  | да  |
| Бутанол                           | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH                | 100%           | да  | да  |
| Бутилен                           | O2H 5014-0142   | 100%           | нет | нет |
| Бутиловый спирт                   | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH                | 100%           | да  | да  |
| Винная кислота                    | -   | раствор        | ла  | ла  |
| Вино                              | -   | -              | ла  | ла  |
| Вода                              | H <sub>2</sub> O  |                | да  | да  |
| Водород                           | H <sub>2</sub>  | 100%           | да  | да  |
| Гептан                            | C <sub>7</sub> H <sub>17</sub>                                    | 100%           | нет | да  |
| Гидроксиуксусная кислота          | HOCH <sub>2</sub> COOH  | н              | да  | да  |
| Гидрохинон                        | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub>                   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Глауберова соль                   | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                   | насыщ. Р-р     | да  | да  |
| Гликолевая кислота                | HOCH <sub>2</sub> COOH  | раствор        | да  | да  |

|                                      |   |            |     |     |
|--------------------------------------|---|------------|-----|-----|
| Глицерин                             | $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ | 100%       | да  | да  |
| Глюкоза                              | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$                     | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Декагидронафтаден                    | $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$                            | 100%       | нет | нет |
| Декалин                              | $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$                            | 100%       | нет | нет |
| Декстрин                             | $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$                 | раствор    | да  | да  |
| Диизопропиловый эфир                 | $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$                       | -          | нет | нет |
| Диизобутилкетон                      | $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$                       | -          | нет | нет |
| Диметиламин                          | $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$                          | -          | нет | нет |
| Диметилсульфат                       | $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_4\text{S}$                |            | нет | нет |
| Диметилформаид                       | $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$                         |            | нет | нет |
| Диоксан                              | $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$                        | 100%       | да  | да  |
| Дихлорметан                          |   | 100%       | нет | нет |
| Дихлорэтан                           | $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$                       |            | нет | нет |
| Диэтилкетон                          | $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$                       |            | нет | нет |
| Диэтиловый эфир                      | $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$                       |            | нет | нет |
| Дрожжи                               | ПР  | раствор    | да  | да  |
| Дрожжи                               | ПР  | 100%       | нет | да  |
| Едкое кали                           | кон   | Н          | да  | да  |
| Железа, нитрат (III)                 | $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$                              | раствор    | да  | да  |
| Железа, сульфат (II) , сульфат (III) | $\text{FeSO}_4, \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$             | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Железа, хлорид (II), хлорид (III)    | $\text{FeCl}_2, \text{FeCl}_3$                          | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Желтая кровяная соль                 | $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$                    | Н          | да  | да  |
| Калий, железосинеродистый            | $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$                    | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, бикарбонат                    | $\text{KHCO}_3$   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, бисульфат                     | $\text{KHSO}_4$   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, бисульфид                     | $\text{NaHSO}_3$  | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, бихромат                      | $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$                       | раствор    | да  | да  |
| Калия, бромат, бромид                | $\text{KBrO}_3, \text{KBr}$                             | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, гидрат                        | КОН   | 10%        | да  | да  |
| Калия, гидроокись                    | КОН   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, гипохлорид                    | $\text{KClO}$   | раствор    | да  | да  |
| Калия, карбонат                      | $\text{K}_2\text{CO}_3$                                 | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, нитрат, ортофосфат            | $\text{KNO}_3, \text{K}_3\text{PO}_4$                   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, перманганат                   | $\text{KMnO}_4$   | 20%        | да  | да  |
| Калия, персульфат, перхлорат         |   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, сульфат                       | $\text{K}_2\text{SO}_4$                                 | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, ферроцианид                   | $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$                    | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Калия, фторид, хлорат, хлорид        |   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Каломель                             | $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$                                | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Кальция карбонат, гипохлорид,        |   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Кальция хлорат, сульфат, хлорид      |   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Кальция, гидрат, нитрат              |   | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Камфора                              | $\text{C}-(\text{CH}_3)_3\text{O}$                      | -          | нет | нет |
| Касторовое масло                     | -   | -          | нет | нет |
| Квасцы                               | -   |            | да  | да  |
| Керосин                              | -   | 100%       | нет | нет |
| Кетен                                | $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$                          |            | нет | нет |
| Кислород                             | $\text{O}_2$  | 100%       | да  | да  |
| Крезоловая кислота                   | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_3$            | 100%       | нет | нет |
| Кремнефтористо-водородная кислота    | -   | 40%        | да  | да  |
| Ксилен, Ксилол                       | -   | 100%       | нет | нет |
| Лимонная кислота                     | $\text{HOCC}(\text{OH})(\text{CH}_2\text{COOH})_2$      | насыщ. Р-р | да  | да  |
| Ляпис                                | $\text{AgNO}_3$   | Н          | да  | да  |

| содержание  | Стр. |
|---|------|
| 1. Введение   | 2    |
| 2. Область применения труб                                      | 2    |
| 3. Трубы  | 2    |
| 3.1 Конструкция металлопластиковых труб                         | 2    |
| 3.2 Производство металлопластиковых труб                        | 2    |
| 3.3 Преимущества МПТ  | 3    |
| 3.4 Технические характеристики                                  | 3    |
| 3.5 Физические и механические характеристики                    | 4    |
| 3.6 Химическая стойкость  | 4    |
| 3.7 Номенклатура металлопластиковых труб Compipe                | 4    |
| 4. Фитинги  | 5    |
| 4.1 Общие сведения  | 5    |
| 4.2 Рекомендуемые фитинги для монтажа                           | 5    |
| 4.3 Номенклатура пресс-фитингов                                 | 6    |
| 4.4 Номенклатура компрессионных фитингов                        | 8    |
| 5. Монтаж металлопластиковых труб                               | 10   |
| 5.1 Нормативные документы                                       | 10   |
| 5.2 Последовательность монтажа соединений                       | 11   |
| 5.3 Инструмент для монтажа                                      | 11   |
| 5.4 Общие требования к монтажу                                  | 12   |
| 5.5 Диаграмма удлинений   | 12   |
| 5.6 Компенсация температурных удлинений                         | 13   |
| 5.7 Крепление трубопроводов                                     | 14   |
| 5.8 Теплоизоляция трубопроводов                                 | 14   |
| 5.9 Общие правила транспортировки и хранения МПТ                | 14   |
| 5.10 Рекомендации по гидравлическим испытаниям систем           | 15   |
| 5.11 Техника безопасности                                       | 15   |
| 6. Информация для проектирования                                | 16   |
| 6.1 Общие указания  | 16   |
| 6.2 Водоснабжение   | 17   |
| 6.2.1 Выбор схемы   | 17   |
| 6.2.2 Описание систем   | 17   |
| 6.2.3 Методика расчета  | 17   |
| 6.2.4 Удельные потери давления. Температура воды 10°С (Таблица) | 18   |
| 6.2.5 Приближенный метод определения расходов                   | 19   |
| 6.3 Отопление   | 20   |
| 6.3.1 Выбор схемы   | 20   |
| 6.3.2 Описание систем   | 21   |
| 6.3.3 Допустимые скорости движения теплоносителя                | 21   |
| 7. Гидравлические характеристики                                | 22   |
| Таблица местных сопротивлений                                   | 23   |
| Потери давления. Температура воды 80°С                          | 24   |
| 8. Тепловые характеристики                                      | 26   |
| 9. Система «Теплый пол» (напольное отопление)                   | 29   |
| 9.1 Монтаж  | 29   |
| 9.1.1 Условия монтажа   | 29   |
| 9.1.2 Указания по монтажу                                       | 29   |
| 9.1.3 Регулировка температуры                                   | 30   |
| 9.2 Параметры теплого пола                                      | 31   |
| 9.3 Конструкция теплого пола                                    | 32   |
| 9.4 Методика расчета  | 32   |
| 9.5 Методика расчета «краевой зоны»                             | 33   |
| Приложение 1. Химическая стойкость (таблица)                    | 40   |
|   |      |

**Сотріре**

***Для заметок***