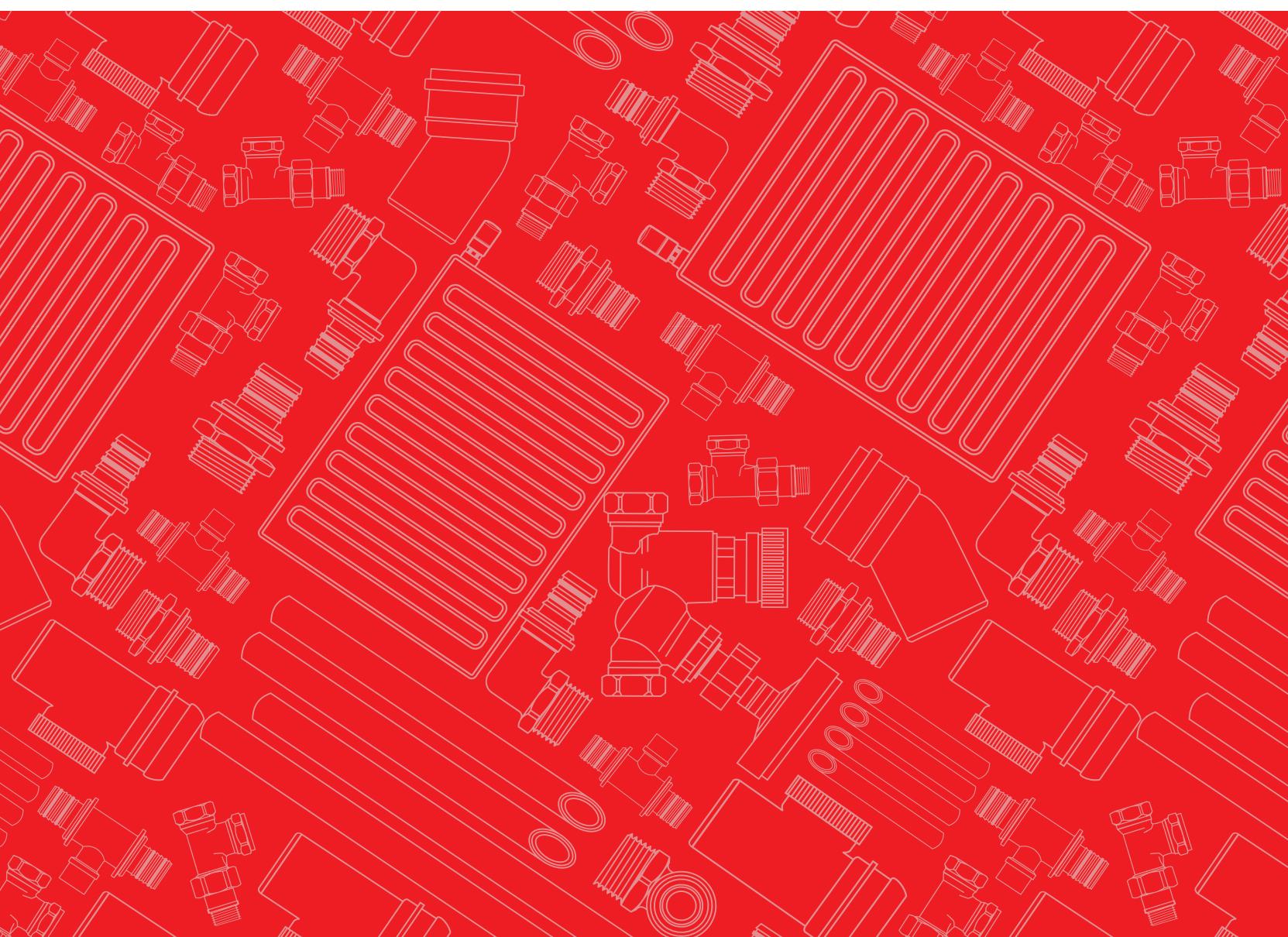


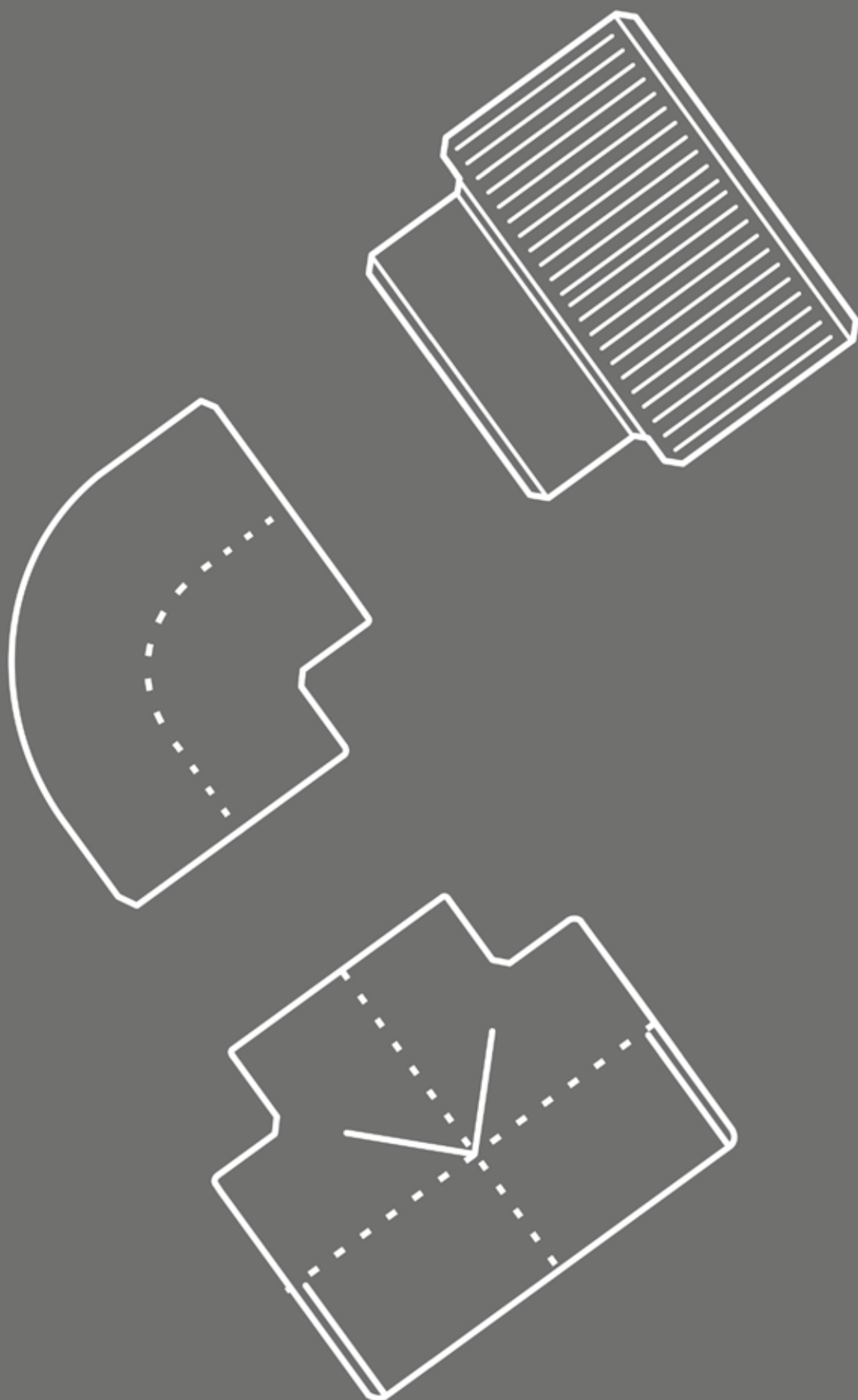
РОСТЕРМ

производим совершенствуя

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ
И ВОДОСНАБЖЕНИЯ



СИСТЕМА ТРУБ И ФИТИНГОВ PP-RT FRP И PP-R AQUA



1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

1.1 Область применения системы РОСтерм из PP-RT и PP-R

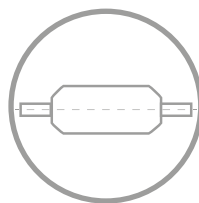
Уникальные особенности используемого сырья для производства труб и фасонных изделий открывают широкие возможности в применении системы РОСтерм:



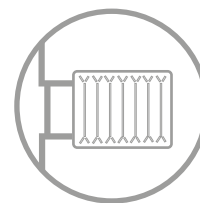
В системах холодного и горячего водоснабжения



В системах фильтрации, водоочистки и обеспечения питьевым водоснабжением



В пневматических системах



В системах отопления, для подключения отопительных приборов различного вида



В трубопроводных системах для сельскохозяйственных нужд



В трубопроводах промышленного назначения



В трубопроводах пищевой и химической промышленности

1.2 РОСтерм PP-RT FRP

PP-RCT трубы (далее PP-RT трубы, в соответствии с принятым обозначением производителя — РОСтерм) — это трубы, изготавливаемые из термостабилизированного полипропилена (тип 4). Данный полимерный материал более устойчив к воздействию высоких температур и давления, по сравнению с обычным PP-R (полипропилен рандом сополимер, тип 3). Материал PP-RT в диапазоне температур от 20 до 110°C характеризуется более высокими значениями максимального эксплуатационного давления. Кроме того данный материал обладает лучшей морозостойкостью, относительно обычного PP-R. Это означает, что система, выполненная из данного материала, будет более долговечной, чем система из стандартного полипропилена рандом сополимера и при высоких температурах будет служить на 25-30% дольше, например, в системах питьевого горячего водоснабжения и отопления. Система PP-RT из термостабилизированного полипропилена более устойчива не только к высоким или низким температурам, но также к перепадам температур. Для сравнения предлагаем номограммы прочности материалов PP-RT и PP-R, взятые из ГОСТ 32415-2013:

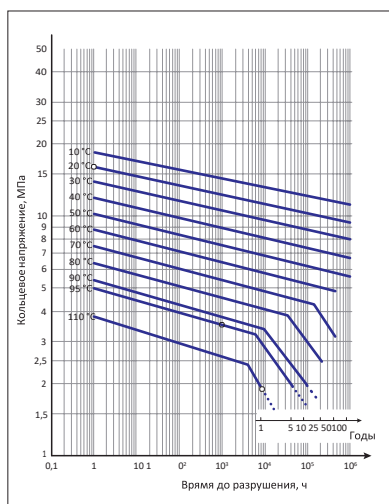


Рис. 1. Эталонные графики длительной прочности PP-R

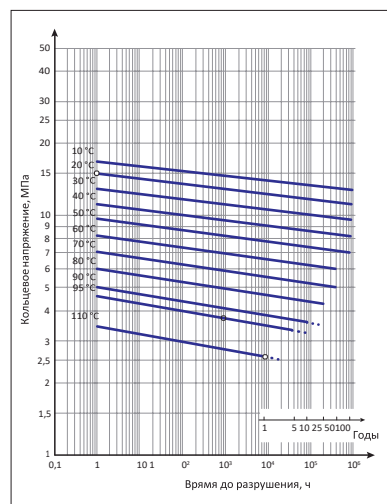
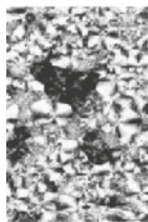


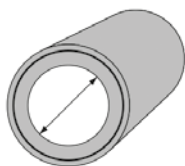
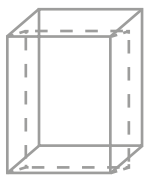
Рис. 2. Эталонные графики длительной прочности PP-RCT

Трубы из термостабилизированного полипропилена предназначены для применения в системах холодного и горячего питьевого водоснабжения, низко- и высокотемпературного отопления, а также холодоснабжения.

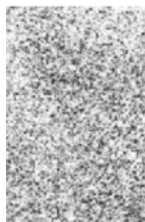
Высокая термостабильность материала PP-RT достигается благодаря модифицированной кристаллической решетке — шестигранной, имеющей дополнительные молекулярные связи, что дает возможность материалу PP-RT сохранять свою прочность под воздействием постоянного давления и высокой температуры в течение всего срока эксплуатации.



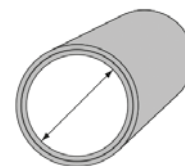
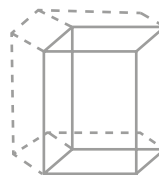
Моносимметричная кристаллическая решетка



Стандартная труба PP-R, армированная алюминием



Шестигранная кристаллическая решетка



Труба FRP РОСТерм из PP-RT, армированная стекловолокном

1.3 РОСТерм Aqua

Внутренний и внешний слой труб РОСТерм Aqua изготовлены из полипропилена PP-R, средний слой представляет собой смесь полипропилена и стекловолокна, которая образует стеклонаполненный композит.

Трубы РОСТерм Aqua из полипропилена — двухкомпозиционные, армированные стекловолокном, предназначены для холодного, горячего водоснабжения и отопления, изготовлены в соответствии с ГОСТ 32415-2013. Полипропилен рандомсополимер, обладает высокой прочностью, гибкостью, химической и тепловой стойкостью.

1.4 Преимущества труб РОСТерм PP-RT FRP

Благодаря свойствам сырья применяемого для изготовления труб, система из PP-RT обладает следующими преимуществами:

- Трубы, изготовленные из PP-RT нейтральны к окружающей среде. Продукт безопасен как на стадии производства, так и на стадии его эксплуатации. В процессе утилизации не используются экологически вредные вещества. При горении не выделяются токсичные газы. Материал труб стоек к химически активным веществам, а также не содержит токсичных элементов, что важно при применении труб в системах водоснабжения
- Малый вес, по сравнению со стальными трубопроводами, делает систему более мобильной в рамках стесненных условий производства работ. Такое свойство позволяет экономить на транспорте и перемещении продукции на строительной площадке
- Трубы не корродируют и не зарастают. Таким образом, проходное сечение трубы не сужается на протяжении всего срока эксплуатации.
- Высокая химическая стойкость позволяет использовать систему для транспортировки химически активных сред
- Низкая шероховатость внутренней поверхности обеспечивает низкие потери давления по всей длине трубопровода
- Трубы не проводят блуждающие токи, гасят шумы и вибрации, благодаря низкой теплопроводности нуждаются в меньшем количестве теплоизоляции
- Трубы PP-RT FRP за счет особенностей свойств исходного сырья, могут обладать меньшей толщиной стенки по сравнению с традиционными армированными трубами PP-R, с сохранением технико-эксплуатационных и прочностных характеристик трубопровода, что приводит к увеличению пропускной способности системы

Основной особенностью труб РОСТерм FRP по сравнению с трубами армированными алюминием является полное отсутствие так называемого эффекта расслоения в процессе эксплуатации системы горячего водоснабжения и отопления. Чего практически невозможно избежать при использовании труб армированных алюминием, что связано с особенностью технологии производства. Как результат, проникновение в систему кислорода и выход из строя отдельных частей системы.

1.5 Хранение. Транспортировка. Стойкость к ультрафиолету

Трубы и соединительные детали из PP-RT необходимо оберегать от ударов и механических нагрузок. При перевозке трубы её следует укладывать на ровную поверхность, предохраняя от острых металлических углов и ребер транспортной платформы. Транспортировка, погрузка и разгрузка полипропиленовых труб должны проводиться при температуре наружного воздуха не ниже -10°C . При использовании специальных устройств, обеспечивающих фиксацию труб, разрешается перевозка при температуре до -25°C . Доставленные на объект детали перед сборкой необходимо выдерживать при положительной температуре не менее 2 ч. Трубы следует укладывать на стеллажи или на поверхности, которые исключают прогиб труб. Высота штабеля не должна превышать 1 м. Склаживать трубы и соединительные детали разрешается на расстоянии не ближе 1 м от нагревательных приборов.

Трубы из полимерных материалов подвержены влиянию прямого ультрафиолетового излучения. По этой причине требуется проводить ряд мероприятий связанных с защитой при хранении на открытом воздухе. Хранить полипропиленовые трубы и фитинги следует в закрытых помещениях или под навесом, вне досягаемости ультрафиолетового излучения. Не следует хранить их в одном помещении с растворителями, красками и другими подобными материалами. Для производства труб РОСТерм используется стабилизатор ультрафиолетового излучения, что исключает изменение физико-химического состава труб и фасонных изделий, применяемых для инженерных систем внутри здания.

1.6 Маркировка изделий системы РОСТерм из PP-RT

В процессе производства на трубы РОСТерм наносится маркировка с периодичностью не более 1 м со следующей информацией: название марки трубы (РОСТерм), материал из которого производится труба, размер (наружный диаметр и толщина стенки), соответствие стандартам, страна производитель, дата и время производства трубы, идентификационная отметка производственной линии.



* Серия труб S (номинальная) — безразмерная величина, определяемая как отношение расчетного напряжения к максимальному допустимому рабочему давлению

1.7 Противопожарная защита

Объём необходимых противопожарных мероприятий зависит от вида монтажа.

Порядок сооружения противопожарных конструкций и класс огнестойкости определяются в соответствии с действующими предписаниями.

Трубы и фасонные части системы РОСТерм не выделяют токсичных газов при горении.

Для предотвращения распространения огня на трубопроводах применяются специальные противопожарные муфты. В случае необходимости они устанавливаются в местах прохода через строительные конструкции.

В качестве оптимального способа обеспечения противопожарной защиты трубопроводной системы рекомендуется применение негорючей изоляции.

1.8 Армирование труб

Основная задача армированного слоя — выполнять функцию кислородного барьера и сокращать тепловое линейное расширение трубопровода. В настоящее время существует два наиболее популярных варианта армирования труб из полипропилена.

1. Армирование алюминиевой фольгой (Al)

Процесс происходит посредством обволакивания сплошной алюминиевой фольгой внешнего слоя полипропиленовой трубы с предварительным нанесением на нее специального клея (рис. 1). После чего на алюминиевый слой наносится слой полипропилена, основная функция которого — защитная.

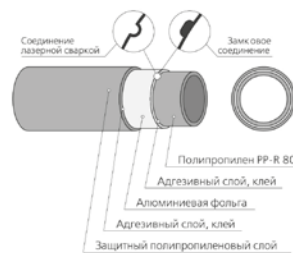


Рисунок 1

2. Армирование труб алюминиевой фольгой (Средний слой)

Такая технология практически идентична первому способу нанесения армированного слоя с единственной особенностью — армированный слой располагается в средней части трубы (рис. 2).

Можно выделить два основных недостатка армирования алюминием.

а) такие трубы необходимо зачищать специальным инструментом, в противном случае возможна электрохимическая коррозия алюминия, что приведет к преждевременному износу трубы;

б) технология производства требует высочайшего контроля в процессе сушки слоя полипропиленовой трубы, на который наносится алюминиевая фольга, и тщательного входного контроля наносимого клея между алюминием и трубой, что в условиях массового производства является трудоемким.

И, как результат, в процессе эксплуатации трубы с переменным носителем на внешней части трубы образуются вздутия и пустоты посредством образовавшегося конденсата (рис. 3). К преимуществам данного вида армирования можно отнести наименьшее линейное расширение у полимерных труб — 0,03 мм/м °С.

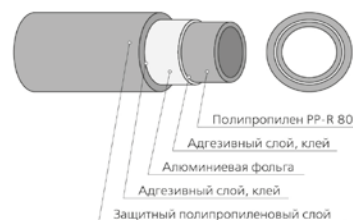


Рисунок 2

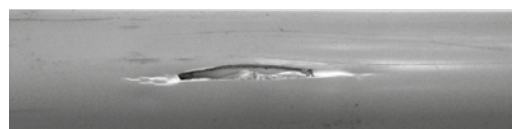


Рисунок 3

3. Армирование алюминиевой фольгой, предварительно перфорированной

Такая технология нанесения алюминиевого слоя является более современной по отношению к предыдущей. Основное отличие в технологии заключается в том, что алюминиевая фольга предварительно перфорируется и таким же образом наносится на внешнюю часть трубы (рис. 4). Такая технология производства только на 70–80% позволяет избежать описанную выше проблему, но при этом, практически исключает полное раскрытие алюминиевого слоя.

Существует два варианта соединения фольги:

- соединение замковым способом (самый распространенный способ производства).
- соединение лазерной стыковой сваркой (в сравнении с первым способом, является более современным и технологически более сложным).

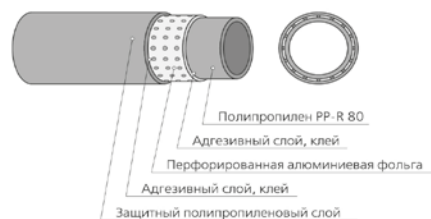


Рисунок 4

4. Армирование труб стекловолокном (FRP)

Армированный слой расположен в средней части трубы (рис. 5). Такой способ армирования в настоящий момент — самый современный, так как армированный слой является продуктом лабораторного соединения молекул PP-R и стекловолокна. Полипропилен, армированный стекловолокном, это трехслойный композит, в котором средний армирующий слой стекловолокна «сваривается» с частицами полипропилена соседних слоев. В результате получается монолитная конструкция, которая лишена существенного недостатка труб, армированных алюминием, то есть эффекта «расслоения». Также к преимуществам данного вида армирования можно отнести и то, что уменьшается время монтажа, так как перед сваркой не требуется предварительная зачистка алюминиевого слоя. Коэффициент линейного расширения труб армированных стекловолокном равен 0,035 м/мм °С, что несущественно отличается от труб, армированных алюминием, и подходит для расчета любых современных инженерных систем.

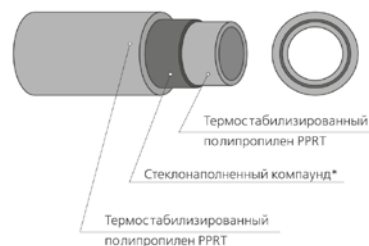


Рисунок 5

1.9 Определение срока службы труб в системах ХВС, ГВС, отопления

Срок службы системы, предельно допустимые значения рабочей температуры и давления, определяются согласно условиям эксплуатации по ISO 15874 и ГОСТ 32415-2013

Стандарт ISO 15874 и ГОСТ 32415-2013 классифицирует, в зависимости от разных условий эксплуатации, все системы водоснабжения и отопления по следующим классам:

Таблица №2

Класс эксплуатации	Температура эксплуатации $T_{\text{раб}}$ t°С	Время при $T_{\text{раб}}$ год	Температура эксплуатации $T_{\text{макс}}$ t°С	Время при $T_{\text{макс}}$ год	Аварийная температура $T_{\text{авар}}$ t°С	Время при $T_{\text{авар}}$ час	Область применения
1	60	49	80	1	95	100	Горячее водоснабжение (60°С)
2	70	49	80	1	95	100	Горячее водоснабжение (70°С)
4	20 40 60	2,5 20 25	70	2,5	100	100	Высокотемпературное напольное отопление, низкотемпературное отопление отопительными приборами
5	20 60 80	14 25 10	90	1	100	100	Высокотемпературное отопление отопительными приборами
ХВ	20	50	-	-	-	-	Холодное водоснабжение

Класс эксплуатации 1 — условие эксплуатации трубопроводов в системах горячего водоснабжения с постоянной рабочей температурой 60°С ($T_{\text{раб}}$). Для данного класса эксплуатации предусмотрено ежегодное увеличение рабочей температуры до 80°С ($T_{\text{макс}}$) сроком на 175 часов для санации системы водоснабжения, а также допускается кратковременное увеличение рабочей температуры до 95°С ($T_{\text{авар}}$) сроком до 100 часов в случае аварийной ситуации. Суммарный срок эксплуатации $T_{\text{раб}} + T_{\text{макс}} + T_{\text{авар}} = 50$ лет.

Класс эксплуатации 2 — условие эксплуатации трубопроводов в системах горячего водоснабжения с постоянной рабочей температурой 70°С ($T_{\text{раб}}$). Для данного класса эксплуатации предусмотрено ежегодное увеличение рабочей температуры до 80°С ($T_{\text{макс}}$) сроком на 175 часов для санации системы водоснабжения, а также допускается кратковременное увеличение рабочей температуры до 95°С ($T_{\text{авар}}$) сроком до 100 часов в случае аварийной ситуации. Суммарный срок эксплуатации $T_{\text{раб}} + T_{\text{макс}} + T_{\text{авар}} = 50$ лет.

Класс эксплуатации 4 — условие эксплуатации трубопроводов в системах высокотемпературного напольного отопления или низкотемпературного радиаторного отопления. В данном классе эксплуатации система отопления работает в температурном режиме, где максимальная температура в подающем трубопроводе не более 70°С ($T_{\text{макс}}$). Допускается кратковременное увеличение рабочей температуры до 100°С ($T_{\text{авар}}$) сроком до 100 часов в случае аварийной ситуации. Суммарный срок эксплуатации $T_{\text{раб}} + T_{\text{макс}} + T_{\text{авар}} = 50$ лет.

Класс эксплуатации 5 — условие эксплуатации трубопроводов в системах высокотемпературного радиаторного отопления. В данном классе эксплуатации система отопления работает в температурном режиме, где максимальная температура в подающем трубопроводе 90°С ($T_{\text{макс}}$). Допускается кратковременное увеличение рабочей температуры до 100°С ($T_{\text{авар}}$) сроком до 100 часов в случае аварийной ситуации. Суммарный срок эксплуатации $T_{\text{раб}} + T_{\text{макс}} + T_{\text{авар}} = 50$ лет.

Класс эксплуатации ХВ — условие эксплуатации трубопроводов в системах холодного водоснабжения. Срок эксплуатации — 50 лет. Максимальное допустимое рабочее давление для каждого класса эксплуатации в зависимости от типа используемого трубопровода из полипропилена PP-R (тупе 3).

Для однослойных труб S серия рассчитывается по следующей формуле:

$$S = \frac{d_n - e_n}{2e_n} \quad \begin{array}{l} \text{где } d_n - \text{номинальный наружный диаметр, мм} \\ e_n - \text{номинальная толщина стенки, мм} \\ S - \text{серия трубы} \end{array}$$

Зная серию трубы S и исходя из представленных данных, возможно определить соответствие трубопровода классу эксплуатации в зависимости от рабочего давления.

Расчёт срока службы труб при проектных параметрах системы

Данная методика позволяет рассчитать срок службы трубопровода, если нарушается условие, где серия S трубы становится $>$ расчетной серии $S_{\max}$, указанной в стандарте.

Задача 1

Необходимо рассчитать срок службы трубы РОСТерм PP-R Aqua из полипропилена, армированного стекловолокном, SDR 7,4, эксплуатируемой в системе ГВС с рабочим давлением 7,8 бар, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 2.

Исходя из вышеуказанных данных, задан следующий температурный режим в течение расчетного срока службы 50 лет:

$$T_{\text{раб}} = T_1 = 70^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{максимальная}} = T_{\text{макс}} = 80^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{аварийная}} = T_{\text{авар}} = 95^\circ\text{C}$$

Определяем расчетное напряжение в стенке трубы (δ_0) из следующего выражения:

$$\delta_0 = P \cdot S = 0,78 \cdot 3,2 = 2,496 \text{ МПа}$$

P – рабочее давление, S – расчетная серия трубы

$$S = (d_n - e_n) / 2 \cdot e_n$$

d_n – номинальный наружный диаметр в мм, e_n – номинальная толщина стенки в мм

Устанавливаем коэффициенты запаса прочности при температурах $T_{\text{раб}}$, $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{авар}}$ согласно ГОСТ 32415-2013:

$$C_1 = 1,5$$

$$C_2 = 1,3$$

$$C_3 = 1$$

Определяем расчетное напряжение в стенке трубы с учетом действия коэффициентов запаса прочности.

$$\delta_1 = C_1 \cdot \delta_0 = 1,5 \cdot 2,496 = 3,744 \text{ МПа}$$

$$\delta_2 = C_2 \cdot \delta_0 = 1,3 \cdot 2,496 = 3,245 \text{ МПа}$$

$$\delta_3 = C_3 \cdot \delta_0 = 1 \cdot 2,496 = 2,496 \text{ МПа}$$

Пользуясь логарифмической формулой прочности материала PP-R, определяем время $t_{\text{раб}}$, $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{авар}}$, которое труба может выдерживать, не разрушаясь при непрерывном действии каждой из температур в отдельности, при напряжениях в стенке соответственно δ_1 , δ_2 , δ_3 .

$$\lg(t_{\text{раб}}) = -55,725 - 9484,1 / T_{\text{раб}} \lg \delta_1 + 25502,2 / t_{\text{раб}} + 6,39 \lg \delta_1$$

$$\lg(t_{\text{макс}}) = -55,725 - 9484,1 / T_{\text{макс}} \lg \delta_2 + 25502,2 / t_{\text{макс}} + 6,39 \lg \delta_2$$

$$\lg(t_{\text{авар}}) = -55,725 - 9484,1 / T_{\text{авар}} \lg \delta_3 + 25502,2 / t_{\text{авар}} + 6,39 \lg \delta_3$$

$$t_{\text{раб}} = 240 \text{ 321 ч. (27,4 лет),}$$

$$t_{\text{макс}} = 70 \text{ 963 ч. (8,1 лет),}$$

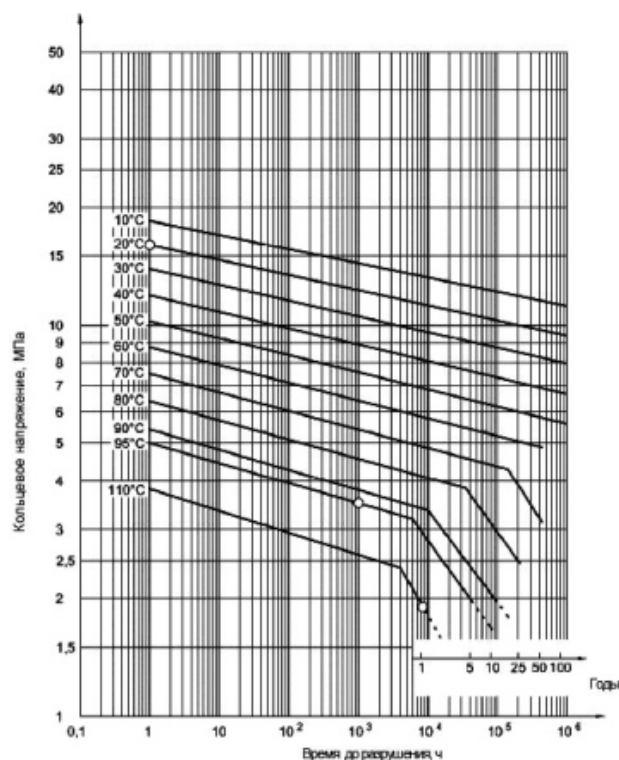
$$t_{\text{авар}} = 16 \text{ 656 ч. (1,9 года).}$$

Полученные данные умножаем на коэффициенты в зависимости от продолжительности эксплуатации:

$$T_{\text{раб}} = 70^\circ\text{C} = 98\%$$

$$T_{\text{макс}} = 80^\circ\text{C} = 2\%$$

$$T_{\text{авар}} = 95^\circ\text{C} = 0,0228\%$$



Пользуясь формулой $T_{YD} = \Sigma \dot{\alpha}/t$ получаем следующее:

$$T_{YD} = 0,000437 \text{ ч.}$$

Далее вычисляем T_x по формуле $T_x = 100/T_{YD}$

$$T_x = 100/0,000437 = 228\,705 \text{ ч} = 26,11 \text{ лет}$$

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 2, срок службы данной трубы 26,11 лет, с рабочим давлением 7,8 бар.

Задача 2

Необходимо рассчитать срок службы трубы РОСТерм PP-RT FRP из термостабилизированного полипропилена армированного стекловолокном, SDR 9, эксплуатируемой в системе ГВС с рабочим давлением 8,6 бар, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 2.

Исходя из вышеуказанных данных, задан следующий температурный режим в течение расчётного срока службы 50 лет:

$$T_{\text{раб}} = T_1 = 70^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{максимальная}} = T_{\text{макс}} = 80^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{аварийная}} = T_{\text{авар}} = 95^\circ\text{C}$$

Определяем расчетное напряжение в стенке трубы (δ_0) из следующего выражения:

$$\delta_0 = P \cdot S = 0,86 \cdot 4 = 3,44 \text{ МПа}$$

P – рабочее давление, S – расчетная серия трубы

$$S = (d_n - e_n) / 2 \cdot e_n$$

d_n – номинальный наружный диаметр в мм, e_n – номинальная толщина стенки в мм

Устанавливаем коэффициенты запаса прочности при температурах $T_{\text{раб}}$, $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{авар}}$ согласно ГОСТ 32415-2013:

$$C_1 = 1,5$$

$$C_2 = 1,3$$

$$C_3 = 1$$

Определяем расчетное напряжение в стенке трубы с учетом действия коэффициентов запаса прочности.

$$\delta_1 = C_1 \cdot \delta_0 = 1,5 \cdot 3,44 = 5,16 \text{ МПа}$$

$$\delta_2 = C_2 \cdot \delta_0 = 1,3 \cdot 3,44 = 4,472 \text{ МПа}$$

$$\delta_3 = C_3 \cdot \delta_0 = 1 \cdot 3,44 = 3,44 \text{ МПа}$$

Пользуясь логарифмической формулой прочности материала PP-RCT, определяем время $t_{\text{раб}}$, $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{авар}}$, которое труба может выдерживать, не разрушаясь при непрерывном действии каждой из температур в отдельности, при напряжениях в стенке соответственно δ_1 , δ_2 , δ_3 .

$$\lg(t_{\text{раб}}) = -119,546 - 23738,797/T_{\text{раб}} \lg \delta_1 + 52176,696/t_{\text{раб}} + 31,279 \lg \delta_1$$

$$\lg(t_{\text{макс}}) = -119,546 - 23738,797/T_{\text{макс}} \lg \delta_2 + 52176,696/t_{\text{макс}} + 31,279 \lg \delta_2$$

$$\lg(t_{\text{авар}}) = -119,546 - 23738,797/T_{\text{авар}} \lg \delta_3 + 52176,696/t_{\text{авар}} + 31,279 \lg \delta_3$$

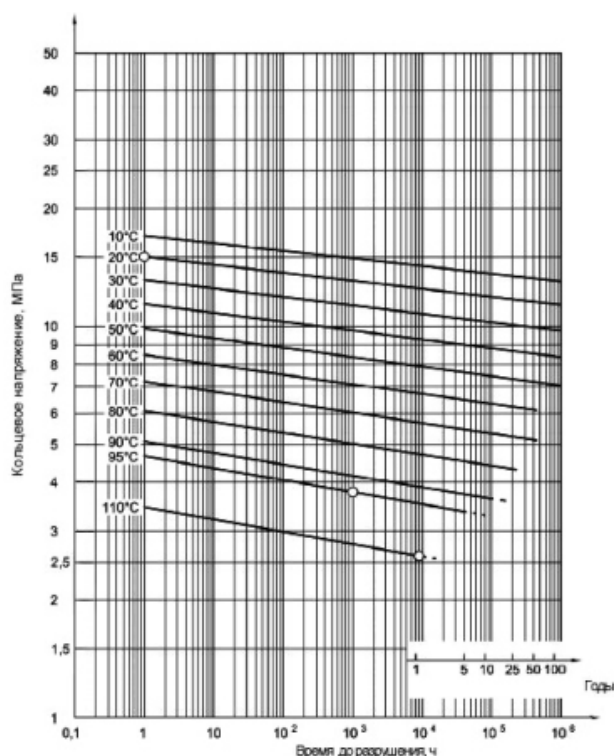
$$t_{\text{раб}} = 348\,029 \text{ ч. (39,7 год)},$$

$$t_{\text{макс}} = 73\,278 \text{ ч. (8,3 лет)},$$

$$t_{\text{авар}} = 25\,669 \text{ ч. (2,9 года)}.$$

Полученные данные умножаем на коэффициенты в зависимости от продолжительности эксплуатации:

$$T_{\text{раб}} = 70^\circ\text{C} = 98\%$$



$$T_{\text{макс}} = 80^{\circ}\text{C} = 2\%$$

$$T_{\text{авар}} = 95^{\circ}\text{C} = 0,0228\%$$

Пользуясь формулой $TYD = \Sigma \dot{\alpha}/t$ получаем следующее:

$$TYD = 0,000310 \text{ ч.}$$

Далее вычисляем T_x по формуле $T_x = 100 / TYD$

$$T_x = 100 / 0,000310 = 322\,895 \text{ ч} = 36,8 \text{ лет}$$

Таким образом, для класса эксплуатации 2, срок службы данной трубы более 30 лет, с рабочим давлением 8,6 Бар и температурным режимом 70°C .

Задача 3

Необходимо рассчитать срок службы трубы РОСТерм PP-R Aqua из полипропилена, армированного стекловолокном, SDR 6, эксплуатируемой в системе отопления с рабочим давлением 8,2 бар, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 5.

Исходя из вышеуказанных данных, задан следующий температурный режим в течение расчётного срока службы 50 лет:

$$T_{\text{раб } 1} = T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{раб } 2} = T_2 = 60^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{раб } 3} = T_3 = 80^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{макс}} = T_4 = 90^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{авар}} = T_5 = 100^{\circ}\text{C}$$

Определяем расчетное напряжение в стенке трубы (δ_0) из следующего выражения:

$$\delta_0 = P \cdot S = 0,82 \cdot 2,5 = 2,05 \text{ МПа}$$

P – рабочее давление, S – расчетная серия трубы

Устанавливаем коэффициенты запаса прочности при температурах $T_{\text{раб}}$, $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{авар}}$ согласно ГОСТ 32415-2013:

$$C_{1-3} = 1,5 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_{1-3})$$

$$C_2 = 1,3 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_4)$$

$$C_3 = 1 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_5)$$

Определяем расчетное напряжение в стенке трубы с учетом действия коэффициентов запаса прочности.

$$\delta_{1-3} = C_1 \cdot \delta_0 = 1,5 \cdot 2,05 = 3,1 \text{ МПа}$$

$$\delta_4 = C_2 \cdot \delta_0 = 1,3 \cdot 2,05 = 2,7 \text{ МПа}$$

$$\delta_5 = C_3 \cdot \delta_0 = 1 \cdot 2,05 = 2,1 \text{ МПа}$$

Пользуясь графиком изотермы прочности материала PP-R, определяем время $t_{\text{раб}}$, $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{авар}}$, которое труба может выдерживать, не разрушаясь при непрерывном действии каждой из температур в отдельности, при напряжениях в стенке соответственно δ_{1-3} , δ_4 , δ_5 .

$$T_{\text{раб } 1} > 900\,000 \text{ (100 лет) ч.}$$

$$T_{\text{раб } 2} > 450\,000 \text{ (50 лет) ч.}$$

$$T_{\text{раб } 3} = 88\,505 \text{ (10,1 лет) ч.}$$

$$T_{\text{макс}} = 28\,871 \text{ (3,3 лет) ч.}$$

$$T_{\text{авар}} = 16\,851 \text{ (1,92 лет) ч.}$$

Далее из правила Майнера следует, что если время до разрушения трубы составляет t_i (лет) при непрерывном действии температуры T_i , то отношение $1/t_i$ – это «доля повреждения», приходящаяся на год при непрерывном действии указанной температуры. Если действие этой температуры в течении года непрерывно и составляет величину α_i , то «доля годового повреждения» составляет α_i / t_i .

$T_{\text{раб } 1} = 20^{\circ}\text{C}$ – расчетный срок эксплуатации 14 лет, т.е. время действия данной температуры в течение года составляет $\alpha_1 = 28\%$
 $T_{\text{раб } 2} = 60^{\circ}\text{C}$ – расчетный срок эксплуатации 25 лет, т.е. $\alpha_2 = 50\%$
 $T_{\text{раб } 3} = 80^{\circ}\text{C}$ – расчетный срок эксплуатации 10 лет, т.е. $\alpha_3 = 20\%$
 $T_{\text{макс}} = 90^{\circ}\text{C}$ – расчетный срок эксплуатации 1 год, т.е. $\alpha_4 = 2\%$
 $T_{\text{авар}} = 100^{\circ}\text{C}$ – расчетный срок эксплуатации 100 часов, т.е. $\alpha_5 = 0,0228\%$
 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ – время действия температуры (T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 соответственно) в течение года в процентах.

Пользуясь формулой $T_{YD} = \sum \alpha/t$ получаем следующее:

$$T_{YD} = 0,000438 \text{ ч}$$

Далее вычисляем T_x по формуле $T_x = 100/T_{YD}$

$$T_x = 100/0,000438 = 227\,933 \text{ ч} = 26,02 \text{ лет}$$

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 5, срок службы данной трубы более 26,02 лет, с рабочим давлением 8,2 бар.

Задача 4

Необходимо рассчитать срок службы трубы РОСТерм FRP из полипропилена армированного стекловолокном, SDR 7,4, эксплуатируемой в системе отопления с рабочим давлением 9,2 бар, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 5.

Исходя из вышеуказанных данных, задан следующий температурный режим в течение расчетного срока службы 50 лет:

$T_{\text{раб } 1} = T_1 = 20^{\circ}\text{C}$
 $T_{\text{раб } 2} = T_2 = 60^{\circ}\text{C}$
 $T_{\text{раб } 3} = T_3 = 80^{\circ}\text{C}$
 $T_{\text{макс}} = T_4 = 90^{\circ}\text{C}$
 $T_{\text{авар}} = T_5 = 100^{\circ}\text{C}$

Определяем расчетное напряжение в стенке трубы (δ_0) из следующего выражения:

$$\delta_0 = P \cdot S = 0,82 \cdot 2,5 = 2,94 \text{ МПа}$$

P – рабочее давление, S – расчетная серия трубы

Устанавливаем коэффициенты запаса прочности при температурах

$T_{\text{раб}}, T_{\text{макс}}, T_{\text{авар}}$ согласно ГОСТ 32415-2013:

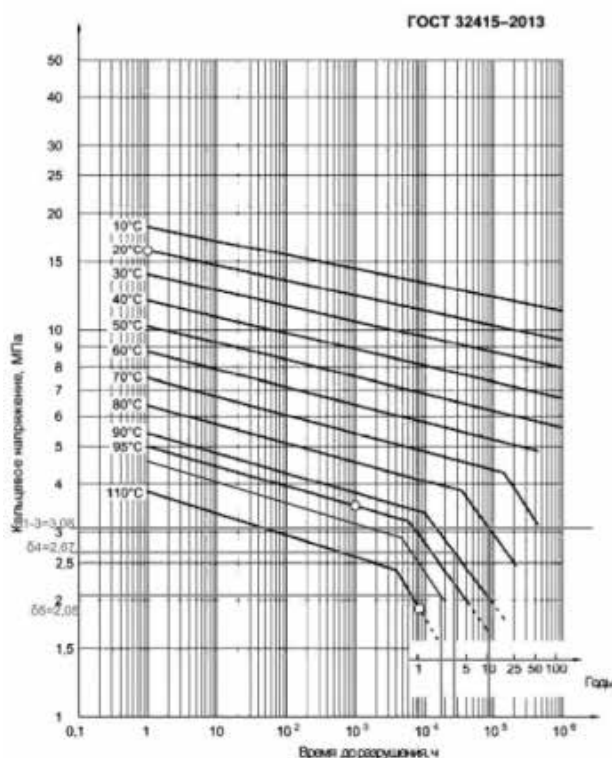
$C_{1-3} = 1,5$ (коэффициент запаса прочности для T_1 – T_3)
 $C_2 = 1,3$ (коэффициент запаса прочности для T_4)
 $C_3 = 1$ (коэффициент запаса прочности для T_5)

Определяем расчетное напряжение в стенке трубы с учетом действия коэффициентов запаса прочности.

$$\begin{aligned}
 \delta_{1-3} &= C_1 \cdot \delta_0 = 1,5 \cdot 2,94 = 4,4 \text{ МПа} \\
 \delta_4 &= C_2 \cdot \delta_0 = 1,3 \cdot 2,94 = 3,8 \text{ МПа} \\
 \delta_5 &= C_3 \cdot \delta_0 = 1 \cdot 2,94 = 2,9 \text{ МПа}
 \end{aligned}$$

Пользуясь графиком изотермы прочности материала PP-R, определяем время $t_{\text{раб}}, t_{\text{макс}}, t_{\text{авар}}$, которое труба может выдерживать, не разрушаясь при непрерывном действии каждой из температур в отдельности, при напряжениях в стенке соответственно $\delta_{1-3}, \delta_4, \delta_5$.

$$\begin{aligned}
 T_{\text{раб } 1} &> 900\,000 \text{ (100 лет) ч.} \\
 T_{\text{раб } 2} &> 450\,000 \text{ (50 лет) ч.}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} T_{\text{раб } 3} &= 115\,299 \text{ (10,1 лет) ч.} \\ T_{\text{макс}} &= 20\,194 \text{ (3,3 лет) ч.} \\ T_{\text{авар}} &= 27\,000 \text{ (1,92 лет) ч.} \end{aligned}$$

Далее из правила Майнера следует, что если время до разрушения трубы составляет t_1 (лет) при непрерывном действии температуры T_1 , то отношение $1/t_1$ – это «доля повреждения», приходящаяся на год при непрерывном действии указанной температуры. Если действие этой температуры в течении года непрерывно и составляет величину α_1 , то «доля годового повреждения» составляет α_1/t_1 .

$$\begin{aligned} T_{\text{раб } 1} &= 20^\circ\text{C} - \text{расчетный срок эксплуатации 14 лет, т.е. время действия данной температуры в течение года составляет } \alpha_1 = 28\% \\ T_{\text{раб } 2} &= 60^\circ\text{C} - \text{расчетный срок эксплуатации 25 лет, т.е. } \alpha_2 = 50\% \\ T_{\text{раб } 3} &= 80^\circ\text{C} - \text{расчетный срок эксплуатации 10 лет, т.е. } \alpha_3 = 20\% \\ T_{\text{макс}} &= 90^\circ\text{C} - \text{расчетный срок эксплуатации 1 год, т.е. } \alpha_4 = 2\% \\ T_{\text{авар}} &= 100^\circ\text{C} - \text{расчетный срок эксплуатации 100 часов, т.е. } \alpha_5 = 0,0228\% \\ \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 &- \text{время действия температуры (T1 T2 T3 T4 T5 соответственно) в течение года в процентах.} \end{aligned}$$

Пользуясь формулой $TYD = \sum \dot{\alpha}/t$ получаем следующее:

$$TYD = 0,000415 \text{ ч.}$$

Далее вычисляем T_x по формуле $T_x = 100/TYD$

$$T_x = 100/0,000438 = 240\,688 \text{ ч} = 27,48 \text{ лет}$$

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 5, расчетный срок службы данной трубы 27,48 лет, с рабочим давлением 9,2 бар.

На сегодняшний день термостабилизированный полипропилен – самый качественный материал среди номенклатуры полипропиленовых труб, который обладает уникальными физикохимическими характеристиками, позволяющими использовать его в системах холодного, горячего водоснабжения и отопления, с параметрами, значительно превосходящими допустимые для труб из обычного полипропилена.

2. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

2.1 Контроль качества

Решающим условием выбора поставщика является имя производителя, его репутация и авторитет на рынке. Чтобы получить надежно работающую инженерную систему, нужно применять трубы и фасонные изделия, о которых известно, что их производят из качественного, проверенного сырья и не использовать при монтаже инженерных систем продукцию, привлекательную по стоимости, но сомнительного происхождения. Залогом качества является два основных показателя – это контроль качества на производстве и контроль качества в лабораторных условиях сырья и конечного продукта.

2.2 Контроль качества на производстве

На каждую единицу изготавливаемого изделия составляется технологическая карта, в которой прописаны требования по наладке оборудования и контрольных проверок определенных узлов линий и пласт автоматов. После наладки необходимого оборудования для производства труб и фитингов полученные данные передаются в отдел контроля качества с целью поддержания заданных параметров (температура нагрева, мощность, скорость и т.д.).

В независимости от типа исходного материала оно должно быть сухим, поэтому перед подачей в экструдер сырье проходит процесс сушки. На протяжении всего процесса производства труб и фасонных изделий происходит постоянный контроль и замеры следующих параметров:

- шероховатость внутренней и внешней поверхности изделия
- равномерность толщины стенки
- эллипсность
- наружный диаметр
- маркировка



Контроль за производственным процессом помимо наблюдения со стороны операторов и сотрудников службы качества происходит посредством ультразвукового измерения. Контрольно-измерительное оборудование обеспечивает контроль и соблюдение заданных размеров уже в процессе изготовления. В случае отклонения от заданных параметров ультразвуковой прибор автоматически передаёт сигнал, посредством которого продукция отбраковывается с последующей наладкой оборудования.

Большую роль в качестве изготавливаемого продукта играет качество отдельных устройств линии (тянущее устройство, отрезающее устройство, ванны охлаждения, экструдер и т.д.).

В случае, если хотя бы одно из устройств линии не соответствует существующим стандартам, производство качественного продукта становится невозможным.

2.3 Лабораторный контроль качества

Весь процесс производства сопровождается постоянными лабораторными испытаниями, которые являются одной из важнейших составляющих контроля качества получаемого продукта. Так, например, перед перемещением исходного сырья из зоны приемки в производственное помещение, оно обязано пройти входной лабораторный контроль для подтверждения данных, указанных в паспорте качества поставщика на данную партию сырья. Непосредственно при выполнении производственного этапа операторы и сотрудники службы качества ежечасно фиксируют данные полученные в ходе замеров продукции, а также её визуального осмотра. По окончании производственного процесса от готовой партии отбираются образцы согласно техническому регламенту и передаются в лабораторию для дальнейшего подтверждения качества. В случае успешного прохождения испытаний на партию оформляется паспорт качества и готовая продукция передается на склад.

Исходное сырье и готовый продукт проходят следующие обязательные тесты на:

- Определение геометрических характеристик ГОСТ 29325-92
- Определение относительного удлинения при разрыве ГОСТ 11262
- Изменение длины после прогрева ГОСТ Р ИСО 580-2008
- Определение показателя текучести расплава ГОСТ 11645-73

- Определение степени сшивки материала в изделиях из сшитого полиэтилена ISO-10147, ГОСТ Р 59112-2020
- Гидростатические испытания готовых изделий ГОСТ ISO 1167-1-2013
- Определение максимального изгибающего момента для латунных шаровых кранов EN 13828
- Определение термостабильности (индукционный период окисления (ОИТ)) ГОСТ Р 56756-2015
- Определение содержания летучих веществ на соответствие ГОСТ 26996-86 и ГОСТ 16338-85
- Определение плотности веществ ГОСТ 15139-69
- Определение ударной прочности по Шарпи ГОСТ 32415-2013
- Определение состава металлов
- Испытания изделий из PPSU на определение внутренних напряжений (до 8 МПа)
- Определение наличия/отсутствия кислородозащитного барьера в готовых изделиях
- Пневматические испытания готовых изделий
- Испытания на сжатие
- Испытания на растяжение соединений



Обращаем Ваше внимание, что помимо ежедневного планового контроля проводится выборочный контроль продукции, которая отбирается случайным образом в процессе производства и со склада готовой продукции. Отобранная продукция проходит полный спектр испытаний в собственных лабораториях и в лабораториях независимых организаций, на основании которых продукция сертифицируется. По результатам испытаний составляются детальные паспорта, которые хранятся в картотеках фабрики производителя.

2.4 Стандарты и нормативная документация

DIN 8077 Полипропиленовые трубопроводы. Размеры.

DIN 8078 Полипропиленовые трубопроводы. Общие требования к качеству. Испытания.

DIN 16962 Способы соединения и соединительные детали в напорных трубопроводах из полипропилена.

СП 40-101-96 Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «рандом-сополимер».

ГОСТ 32415-2013 Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.

ГОСТ 53630-2015 Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия.

Е-DIN1988 Внутренние коммуникации питьевого водоснабжения.

DIN 16928 Проектирование соединений и компонентов трубопроводов.

DIN 4109 Звукоизоляция в строительстве жилья.

DIN 18381 Монтаж систем газоснабжения, водоснабжения и канализации.

VOB Part C Внутридомовые инженерные сети.

DVGW W308 Нормы и требования к трубам, соединительным деталям и методам сборки систем питьевого водоснабжения.

EnEG Закон об энергосбережении.

СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий.

СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование.

ISO 15874 Пластиковые трубопроводы для систем холодного и горячего водоснабжения из полипропилена (PP).

ISO 21003-2 Многослойные трубопроводы для внутренних сетей ХВС и ГВС.

3. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА

3.1 Технология монтажа

Особенность системы РОСТерм заключается в том, что ее применение в системах холодного, горячего водоснабжения и отопления не ограничивает использование латунной или другой запорно-регулирующей арматуры и не исключает возможность соединения со стальными трубопроводами, что очень важно в случае реновации существующих трубопроводов, где необходимо, например, только замена стояков.

- Раструбная сварка
- Сварка встык
- Соединение электросварными фитингами
- Соединение с применением седловых фасонных изделий
- Фланцевое соединение
- Ремонт
- Резьбовое соединение

3.2 Раструбная сварка

Подготовка инструмента

Для начала монтажа необходимо правильно подготовить монтажное оборудование. Для этого нужно достать сварочный аппарат из монтажного ящика, установить его в рабочей зоне, предварительно закрепив (в случае стационарного использования).

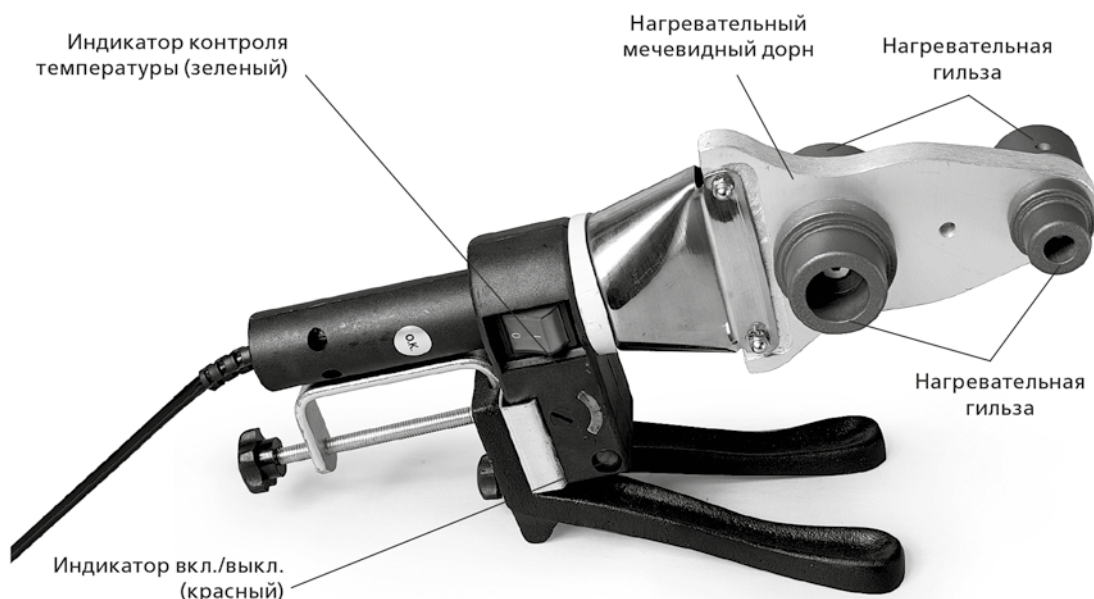


Перед установкой нагревательных элементов нужно убедиться, что нагревательная поверхность сварочного аппарата чистая. В случае необходимости нагревательную гильзу и нагревательный дорн следует очистить неволокнистой губкой с целью неповреждения нагревательных поверхностей. Затем вручную плотно закрепить нагревательные плашки при помощи входящих в комплект трубок с латунной резьбой. В случае установки на нагревательный блин нескольких плашек нужно следить, чтобы их поверхность не выходила за край нагревательного дорна. Весь процесс настройки должен проходить в ненагретом состоянии сварочного аппарата.



После подготовки сварочный аппарат нужно подключить к электрической сети и при помощи регулятора настроить температуру нагрева 260°C. Период нагрева зависит от условий окружающей среды. Сварочные работы можно начинать только после того, как аппарат нагреется до нужной температуры, определить которую можно посредством штифтового индикатора, установленного на сварочном аппарате, или при помощи прибора быстрого измерения температуры (контактного термометра). Первая сварка должна производиться только спустя 5 минут после достижения сварочной температуры.

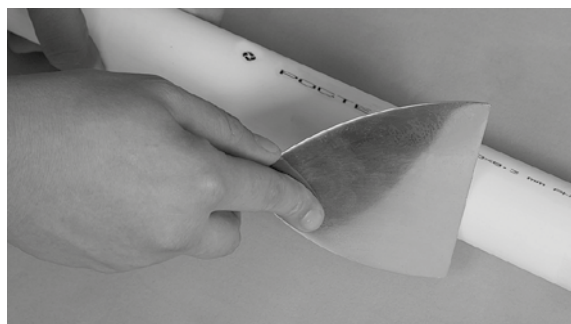
Монтаж труб PP-R/PP-RT производства РОСТерм возможно проводить при температуре окружающей среды не ниже 0°C, место сварки следует защищать от атмосферных осадков и пыли, согласно СП 40-101-96 пункт 5.8.



Подготовка к монтажу



Рекомендуется ножом или специальным инструментом соскоблить внешний слой, предназначенный для нагрева под углом 30°-45° (не более 0,1 мм).



Перед началом монтажа нужно осмотреть материал, проверить функционирование вентилях, кранов и металлической резьбы. Свариваемый фитинг не должен при моделировании соединения болтаться на трубе, в случае попадания таких элементов их стоит отбраковывать.

После предварительного осмотра, в случае необходимости, трубу нужно отрезать при помощи специальных режущих приборов (ножницы или труборез, в зависимости от диаметра) строго под углом 90°, образовавшиеся заусенцы и стружку нужно удалить.

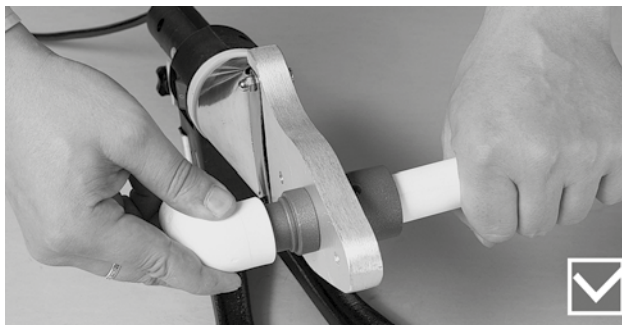


При помощи маркера рекомендуется обозначить глубину сварки на конце трубы. При этом нужно учитывать, что труба не должна быть вставлена до упора в муфту фитинга с целью предотвращения сужения проходного сечения в месте соединения (не более 1 мм).

Для сварки трубы армированной стекловолокном рекомендуется обработать спиртосодержащим раствором внутреннюю сторону фитинга и наружный конец трубы. При этом также будут удалены частицы мелкого абразива и пыли, которые способны провоцировать повреждение тефлонового покрытия насадок сварного аппарата. Для обезжиривания рекомендуется применять спиртосодержащие растворы (до 70%), «Ацетон» либо «Уайт спирит».

Сварка

Далее подготовленный конец трубы и фитинг вставляем в нагревательную гильзу до упора на нагревательный дорн, не вращая. Оба элемента нагреваем в течение времени указанного в таблице, с того момента, когда труба и фитинг полностью одеты на нагревательный элемент. Во время нагревания запрещается вращать детали с целью предотвращения сжатия материала.



После окончания нагрева нужно снять трубу и фитинг с насадки и медленным поступательным движением произвести соединение элементов. Время с момента снятия с нагревательной плашки до момента соединения нагретых элементов не должно превышать указанного в таблице №5.



Таблица №5 - Параметры сварки

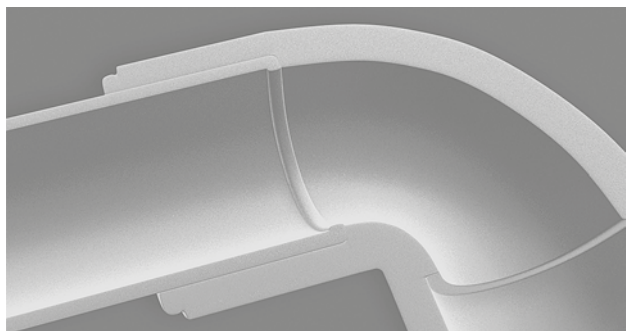
Наружный диаметр трубы	Глубина сварки	Время нагрева		Время обработки	Время охлаждения
		сек. DVS*	сек. РОСТерм**		
мм	мм			сек.	мин.
20	14,5	5	8	4	2
25	16,0	7	11	4	2
32	18,0	8	12	6	4
40	20,5	12	18	6	4
50	23,0	18	27	6	4
63	26,5	24	36	8	6
75	30,5	30	45	8	8
90	34,5	40	60	8	8
110	40,5	50	75	10	8
125	43,0	60	90	10	8

* время нагрева согласно DVS 2207 (Германия)

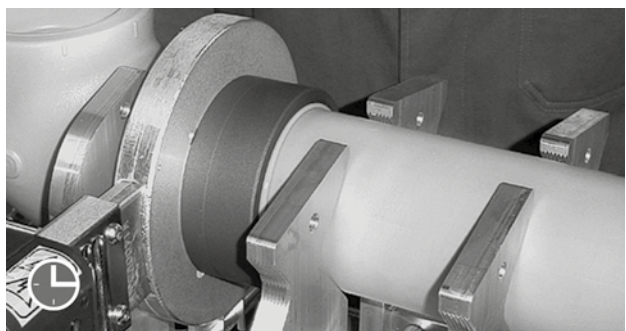
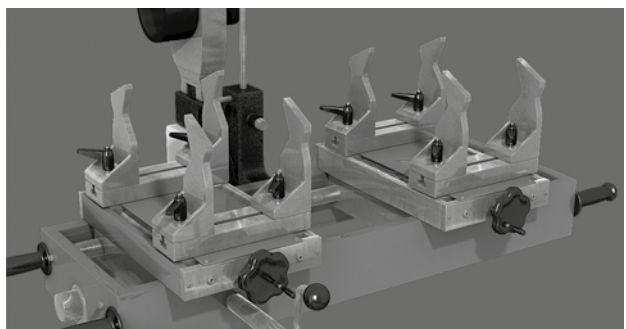
** время нагрева, рекомендуемое компанией «РОСТерм»

При монтаже труб запрещается применять составы, содержащие: хлорсульфоновую, азотную, серную кислоты; галогены, олеум, пероксид водорода, бензол, толуол.

В результате сварки образуется сплошное монолитное (гомогенное) соединение. Готовое соединение по истечении времени охлаждения можно подвергать нагрузке.



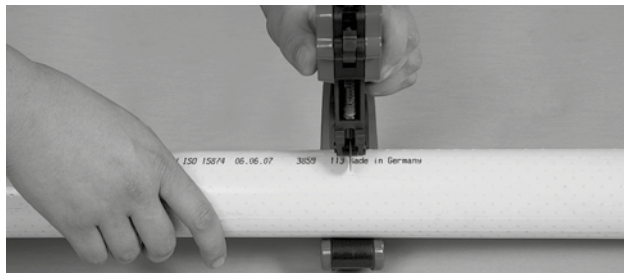
Трубы диаметром 50-125 мм с целью удобства и упрощения монтажа, рекомендуется сваривать специальным сварочным аппаратом. Такой сварочный аппарат является стационарным инструментом и за счет встроенного фиксирующего механизма элементов позволяет осуществлять предварительный высокоточный монтаж сложных конструкций или элементов системы.



3.3 Сварка встык

Монтаж труб диаметром от 125 до 315 мм можно осуществлять методом стыковой сварки. Перед началом сварочных работ нужно подготовить сварочный аппарат, предварительно установив его на ровной поверхности и убедиться в функционировании всех механических деталей машины.

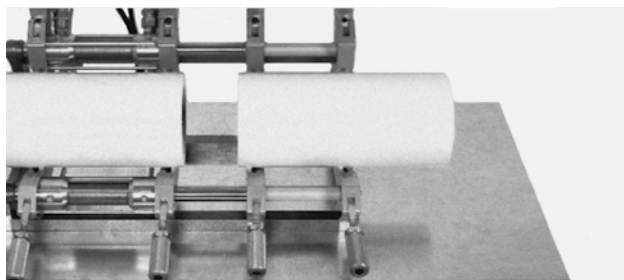
Подготовка труб большого диаметра проходит следующие стадии:



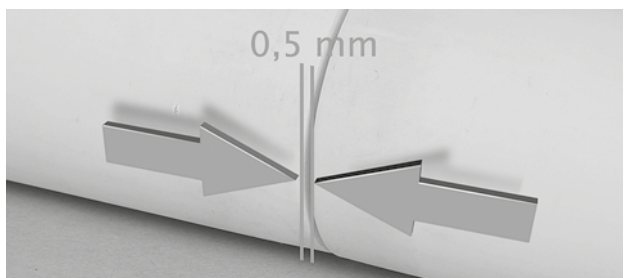
1. В случае необходимости, отрезать трубу строго под углом 90°.



2. Перед свариванием с обоих концов труб снимается верхний слой не более 0,1 мм (скребком или специальным рубанком).



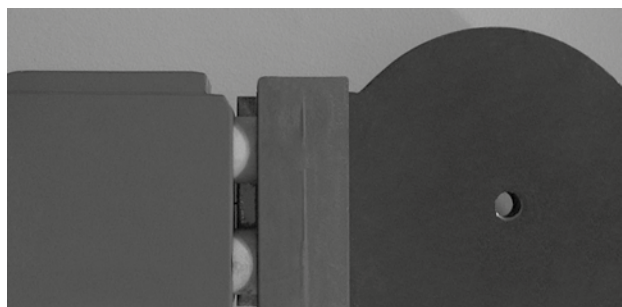
3. Далее трубы устанавливаются в зажимное устройство, фиксируются.



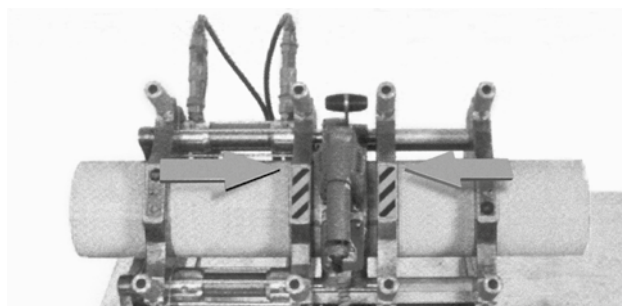
4. Проверить ширину зазора между сведенными трубами (не более 0,5 мм).

После того, как все готово к сварке, нужно убедиться, что нагревательный элемент достиг нужной температуры ($210 \pm 10^\circ\text{C}$).

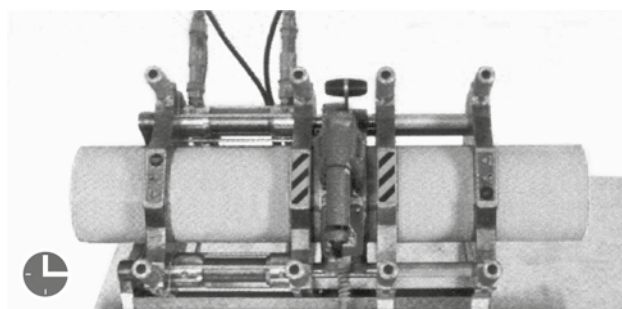
Затем процесс сварки выглядит следующим образом:



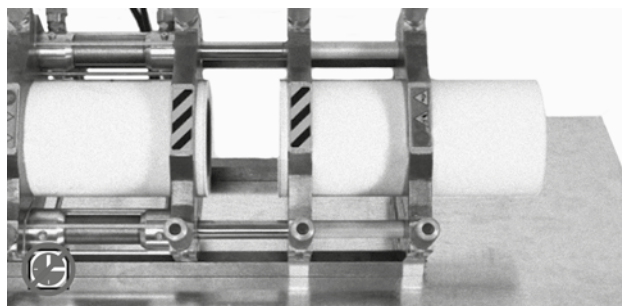
1. Вставить нагревательный элемент между подготовленными трубами.



2. Одновременно оба конца трубы подаются к нагревательному элементу под давлением.

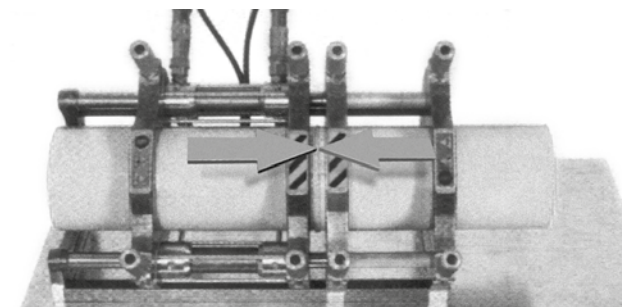


3. После достижения необходимой высоты наплыва давление снижается и с этого момента начинается отсчет времени нагрева.



4. После окончания времени нагрева трубы отводятся от нагревательного элемента и нагревательный элемент убирается в сторону.

5. Незамедлительно после того, как нагревательный элемент убрали в сторону, трубы вновь сдвигаются установленными на сварочном аппарате салазками.



6. Под определенным давлением трубы выдерживаются некоторое время.

Готовое соединение по истечении времени охлаждения можно подвергать нагрузке.

3.4 Соединение электросварными фитингами

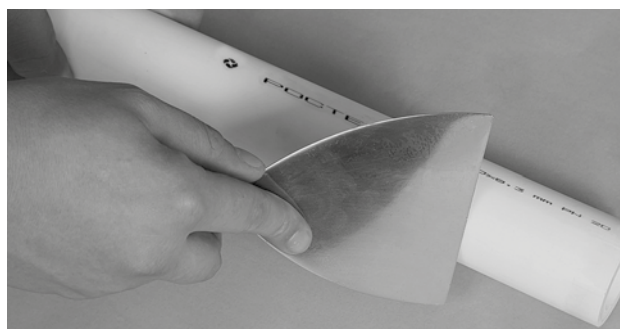
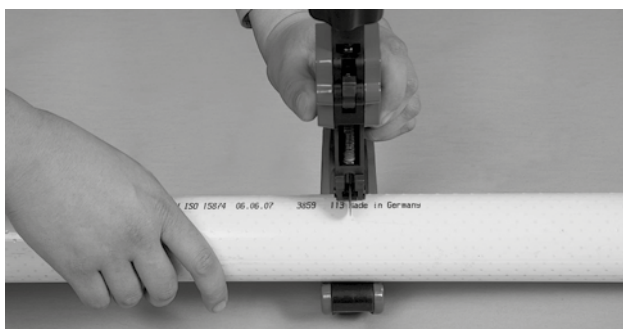
Подготовка инструмента

Установленный на рабочее место сварочный аппарат следует осмотреть и подготовить провода, которые служат для сваривания электросварных фитингов. После чего сварочный аппарат подключается к электрической сети (220 В). Очень важно проконтролировать, чтобы аппарат нагрелся до рабочей температуры.

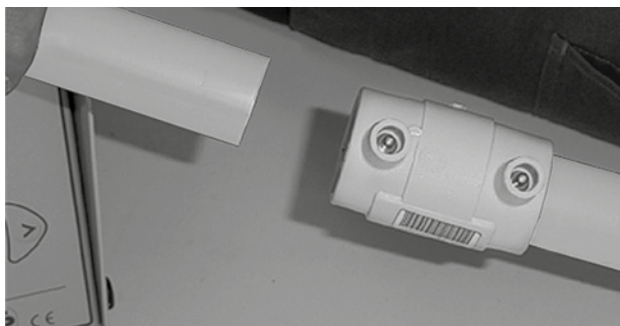
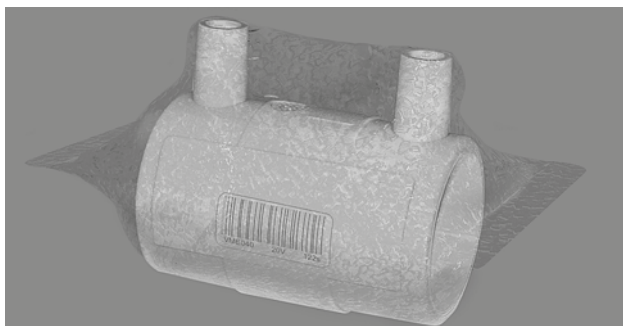


Подготовка к монтажу

Края труб должны быть отрезаны под углом 90° специальным инструментом (ножницы или труборез), обезжирены и высушены. В случае сваривания труб диаметром более 50 мм трубы, нужно обработать специальным скребком, для того чтобы снять окисленный слой. Обращаем внимание на то, что при работе с трубами РОСТерм FRP не требуется дополнительных мероприятий по зачистке армированного слоя.



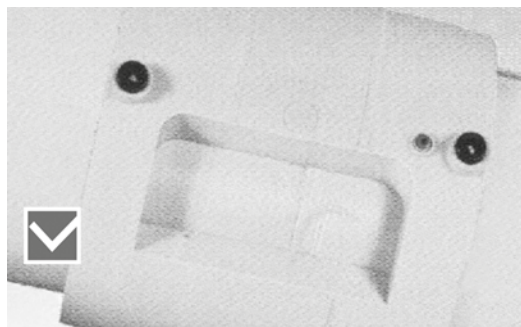
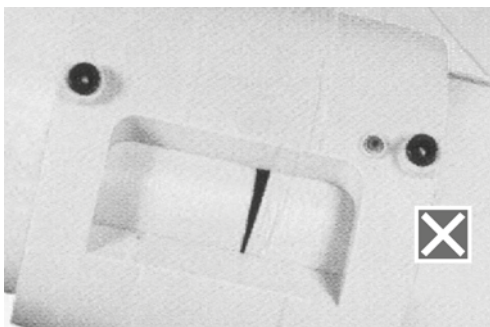
Рекомендуется электросварные муфты до начала монтажа оставлять в оригинальной полиэтиленовой оболочке для того, чтобы не загрязнить и не повредить внутренний слой нагревательной спирали. В противном случае монтаж приведет к некачественной сварке.



Сварка

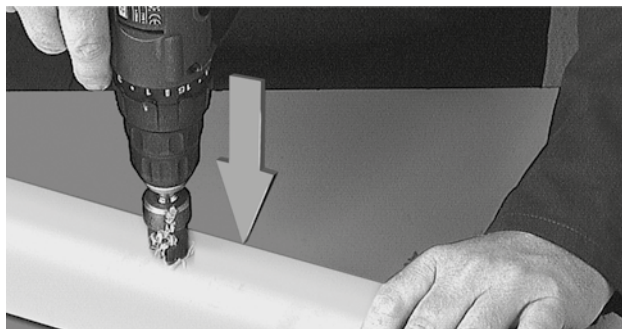
Удалив защитную упаковку с электросварной муфты, надеть ее на свариваемые концы труб таким образом, чтобы муфта находилась свободно на свариваемых трубах без собственной нагрузки и напряжения. Воздушный зазор должен быть равномерным по всему объему. Несоблюдение таких правил приведет к недопустимому вытеканию расплавленной массы и некачественному соединению.

Подготовленные заранее контактные провода вставляем в специальные отверстия на внешней части электросварной муфты. Считывающим устройством проводим по имеющемуся на муфте штрих коду, после чего сварочный аппарат автоматически считывает необходимое время нагрева. В случае отсутствия последнего — настроить аппарат под диаметр трубы вручную. По окончании времени нагрева происходит автоматическое отключение.



Готовое соединение можно вводить в эксплуатацию не ранее чем через один час.

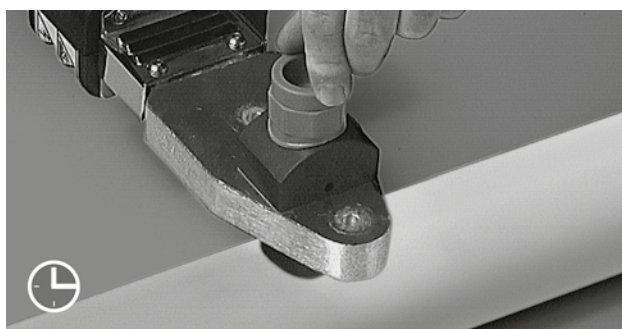
3.5 Соединение с применением седловых фасонных изделий



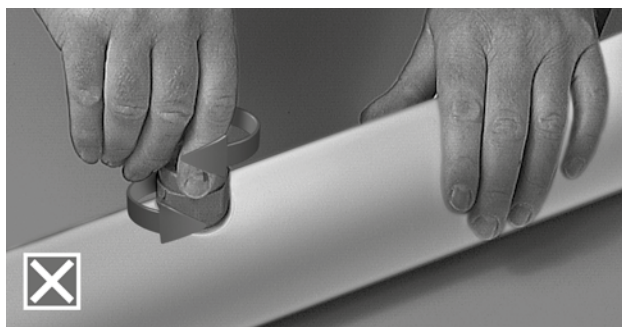
В трубах, в которые делается врезка, нужно просверлить соответствующее отверстие специальным инструментом (фрезой). В случае с трубами РОСТерм FRP не требуется дополнительная зачистка слоя, как в случае с трубами армированными алюминием.



Обезжирив и насухо протерев полученное отверстие, предварительно нагрев и подготовив сварочный аппарат до температуры 260°C, можно приступить к процессу сварки. Нагревательный штуцер инструмента для вварного седла вставляется в отверстие в стенке трубы до тех пор, пока инструмент полностью не упрется в наружную поверхность стенки трубы. Затем штуцер вварного седла вставляется в нагревательную плашку до тех пор, пока поверхность седла не упрется в край нагревательного элемента.



Спустя 30 секунд сварочный аппарат извлекается из тела трубы, а вварное седло извлекается с нагревательной плашки, после чего незамедлительно вставляется в нагретое отверстие трубы.



Затем седло следует точно и плотно, избегая вращения, прижать к нагретой наружной поверхности трубы, неподвижно фиксируя в течение 15 секунд.

После 10 минут остывания соединение можно вводить в эксплуатацию.

3.6 Фланцевое и резьбовое соединение

В системах инженерного обеспечения зданий и сооружений используется запорно-регулирующая арматура и навесное оборудование, крепление которого к системам трубопроводов происходит посредством ответных фланцев или резьбовых соединений. Уникальность системы РОСТерм позволяет осуществить монтаж с такой арматурой.

Втулка под фланец, изготавливается из полипропилена для фиксации на трубопроводе ответного фланца.

Ответный фланец со стальным внутренним сердечником и внешней полимеризированной поверхностью, что увеличивает срок службы изделия, не ухудшая при этом его физические свойства.

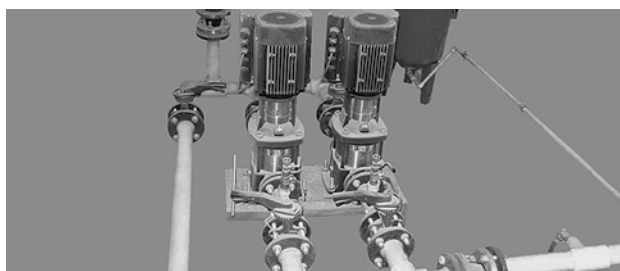
Разборные резьбовые соединения с наружной и внутренней резьбой (американка).

Неразборные резьбовые соединения с наружной и внутренней резьбой.

Монтажное оборудование, необходимое для сварки, идентично тому, что применяется для раструбной сварки.

Перед монтажом необходимо убедиться, что втулка под фланец, сам фланец или комбинированный фитинг подобраны правильно и предварительно, до присоединения втулки к трубе, фланец необходимо надеть на трубу, сопоставив его с предполагаемым местом соединения навесного оборудования, а место сварки обезжирить.

После осуществления монтажа обратный фланец нужно подвести к втулке находящейся на конце трубы и посредством болтов произвести соединение с ответным фланцем навесного оборудования, установив уплотнительные прокладки.



3.7 Ремонт

Ремонт электросварными муфтами

В случае повреждения средней части трубопровода, необходимо вырезать минимум 3-4 длины муфты под прямым углом. Затем подготовить новый отрезок трубы, подходящий на вырезанное место (предварительно зачищенный с обеих сторон и обезжиренный) на длину чуть больше целой муфты. Вынуть из упаковки две электросварные муфты и насадить их на оба конца подготовленного отрезка трубы. Затем на предварительно обрезанный существующий трубопровод вставить трубу с муфтами и надвинуть муфты до маркировки на старой трубе.

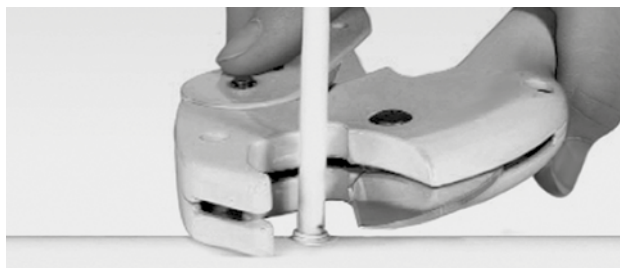
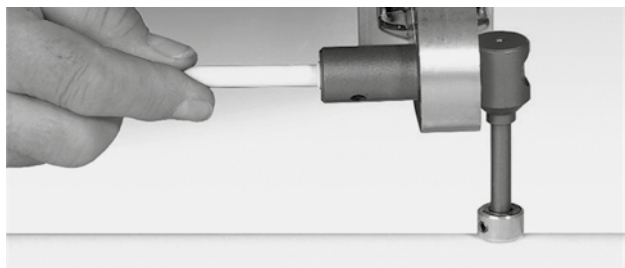
Рекомендуется, чтобы трубы были выставлены ровно и не несли никакой нагрузки, прежде чем они подвергнутся процессу сварки.

Ремонт методом вплавления

Ремонт поврежденных участков может осуществляться методом вплавления в образовавшееся отверстие полипропиленового цилиндра. Для монтажа требуется подключить в электрическую сеть сварочный аппарат с уже установленной на него ремонтной насадкой и настроить необходимую температуру.

Предварительно подготовить ремонтную поверхность поврежденного трубопровода, рассверлив отверстие диаметром 10 мм и обезжирив его. На ремонтном цилиндре из полипропилена необходимо отметить маркером глубину, равную сумме двух миллиметров и толщины стенки просверленной трубы.

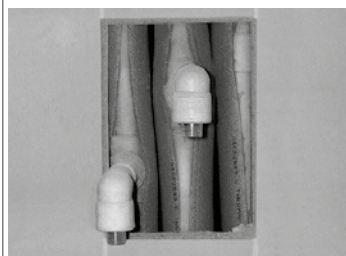
Единоновременно необходимо начать разогрев внутренних стенок поврежденной трубы и ремонтного цилиндра, выдержав время нагрева - 5 секунд. Затем разогретый ремонтный цилиндр нужно вставить в нагретое отверстие, избегая осевого вращения цилиндра. После охлаждения лишнюю часть полипропиленового цилиндра необходимо срезать.



4. СПОСОБЫ УСТАНОВКИ ТРУБОПРОВОДОВ

4.1 Способы прокладки

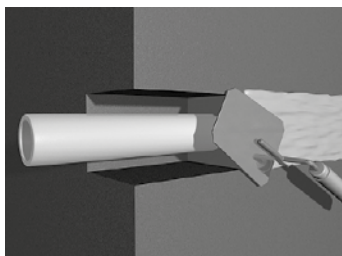
Способ монтажа трубопроводов РОСТерм не отличается от традиционных способов монтажа стальных трубопроводов, но дополнительные преимущества системы РОСТерм позволяют прокладывать трубы, как открытым способом, так и закрытым:



В штробах и в каналах



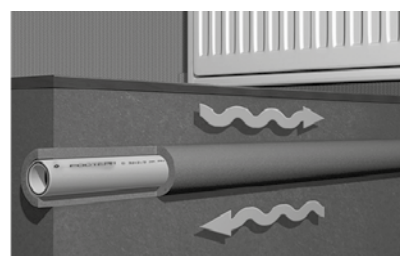
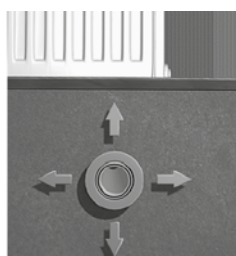
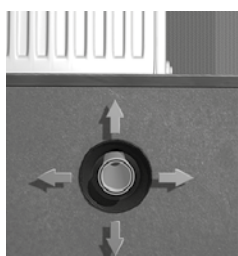
В полах и в потолках



В стенах (под штукатуркой, в каналах без теплоизоляции)

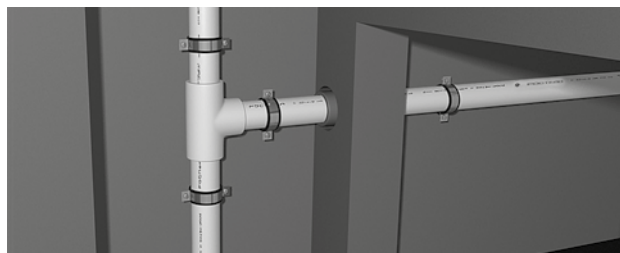
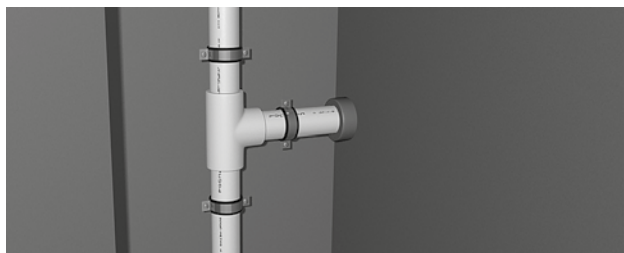


В декоративных шахтах



В случае скрытой прокладки трубопровода, канал, в которой укладываются трубы, должен быть свободным и обеспечивать компенсацию линейного расширения. Стояки должны быть изолированы или защищены гофрированной трубой, оптимально использование пенополиуретановой изоляции и механической защиты трубопровода.

Монтаж, крепление трубопроводных стояков и ответвлений при скрытой прокладке выполняется в зависимости от выбранного типа трубы. Все крепления на стояках должны быть выполнены как жесткие опоры.



При скрытой прокладке, обеспечив расположение хомута жесткого крепления перед каждым ответвлением трубы, разрешается пренебрегать линейным расширением в случае использования армированных стекловолокном труб, т.е. устанавливать стояки без компенсационных колен. В таком случае образующееся линейное расширение между жесткими опорами не оказывает отрицательного воздействия. При этом необходимо следить за тем, чтобы расстояние между неподвижными опорами на стояках не превышало 3 метров.

При скрытой прокладке неармированных труб для систем горячего водоснабжения необходимо обеспечить достаточное пространство для упругого изгиба в соответствии с линейным расширением стояка. Это можно сделать за счет оптимального расположения стояка в шахте, организации упругого изгиба ответвления за счет увеличения соответствующего диаметра проходного сечения через перекрытия.

При прокладке труб под штукатуркой или в полу, линейное расширение, как правило, не принимается во внимание. Изоляция укладываемого трубопровода выполняется в соответствии с описанными выше способами, что обеспечивает трубе достаточное пространство для расширения. В случае ошибки в расчетах линейного расширения и не правильного выбора мероприятий по его компенсации, возникающее напряжение остаточного линейного расширения воспринимается материалом.

При прокладке полипропиленовых труб открытым способом технология монтажа не отличается от технологии монтажа стальных трубопроводов, и основное внимание отводится внешнему виду и прямолинейности готовых трубопроводов. Добиться этого можно при использовании в системах горячего водоснабжения и отопления армированных стекловолокном труб, компенсацию которых возможно осуществить посредством организации меньших компенсационных расстояний. В таком случае правильно установленные жесткие крепления на трубопроводе переведут создающиеся напряжения при линейном расширении в стенки трубопровода.

4.2 Общие инструкции к монтажу

При монтаже трубопроводов системы РОСТерм необходимо соблюдать следующие правила:

1. Для монтажа допустимо использовать только предварительно подготовленные, не бракованные и не поврежденные изделия.
2. Обеспечить определенные мероприятия по монтажу труб и фитингов при температуре не ниже 0°C.
3. Не допускать механических повреждений труб и фитингов в процессе хранения и транспортировки. Это правило особенно следует соблюдать при работе с трубами, армированными стекловолокном.
4. Не допускается прямое взаимодействие труб и фитингов с открытым огнем.
5. Соблюдать правила при гомогенной сварке системы РОСТерм.
6. Для резьбовых соединений необходимо использовать оригинальные резьбовые фитинги. Для уплотнения резьбовых соединений использовать специальные уплотняющие материалы.
7. Запрещается нарезать резьбу на полипропиленовых фитингах и трубах.
8. Избегать сварочных работ вблизи соединения металлического трубопровода с полипропиленовыми трубами.

4.3 Линейное расширение

Пластиковые трубопроводы наравне со стальными трубопроводами подвержены тепловому линейному расширению. Основной величиной для расчета линейного расширения является разница между рабочей температурой протекающей жидкости и температурой монтажа.

Таблица №6 Сравнительная таблица коэффициентов линейного расширения

Коэффициент линейного расширения	
Сталь	0,010
Медь	0,020
Металлопластик	0,030
Полипропилен армированный фольгой	0,030
Полипропилен армированный стекловолокном*	0,035
ПВХ	0,120
РЕ-Х	0,015
Полипропилен	0,150

*Для труб РОСТерм PP-RT FRP и РОСТерм Aqua SDR 6

Линейное расширение трубопровода рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$$

№	Значение	Величина
Δl	Линейное расширение	мм
α	Коэффициент линейного расширения для труб	0,15 мм/м°C
	Коэффициент линейного расширения для FRP труб*	0,035 мм/м°C
L	Длина компенсационного отрезка трубы	м
Δt	Разница между рабочей температурой и температурой при монтаже	°C

*Для труб РОСТерм PP-RT FRP и РОСТерм Aqua SDR 6

Приведенные ниже таблицы и графики позволяют определить величину линейного расширения, не пользуясь при этом формулой расчета.

Диаграмма линейного расширения для неармированных труб

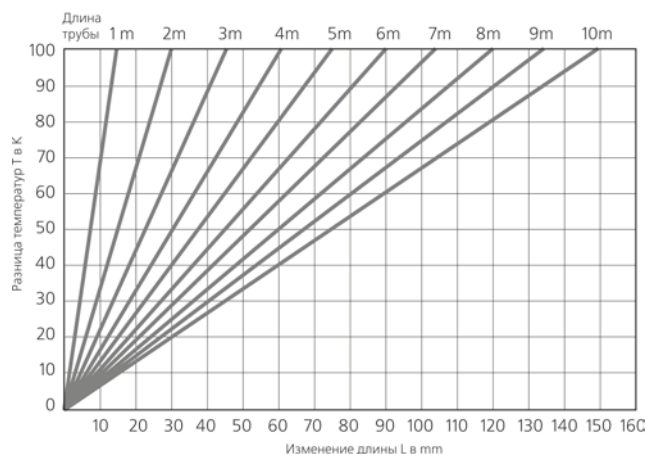


Таблица №8 Таблица линейного расширения в зависимости от температуры и длины отрезка трубы

Длина трубы, м	Разница температур ΔT , °C							
	10	20	30	40	50	60	70	80
0,1	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20
0,2	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40
0,3	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60
0,4	0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80
0,5	0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00
0,6	0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20
0,7	1,05	2,10	3,15	4,20	5,25	6,30	7,35	8,40
0,8	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60
0,9	1,35	2,70	4,05	5,40	6,75	8,10	9,45	10,80
1,0	1,50	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00
2,0	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00
3,0	4,50	9,00	13,50	18,00	22,50	27,00	31,50	36,00
4,0	6,00	12,00	18,00	24,00	30,00	36,00	42,00	48,00
5,0	7,50	15,00	22,50	30,00	37,50	45,00	52,50	60,00
6,0	9,00	18,00	27,00	36,00	45,00	54,00	63,00	72,00
7,0	10,50	21,00	31,50	42,00	52,50	63,00	73,50	84,00
8,0	12,00	24,00	36,00	48,00	60,00	72,00	84,00	96,00
9,0	13,50	27,00	40,50	54,00	67,50	81,00	94,50	108,00
10,0	15,00	30,00	45,00	60,00	75,00	90,00	105,00	120,00

Диаграмма линейного расширения для труб РОСТерм FRP

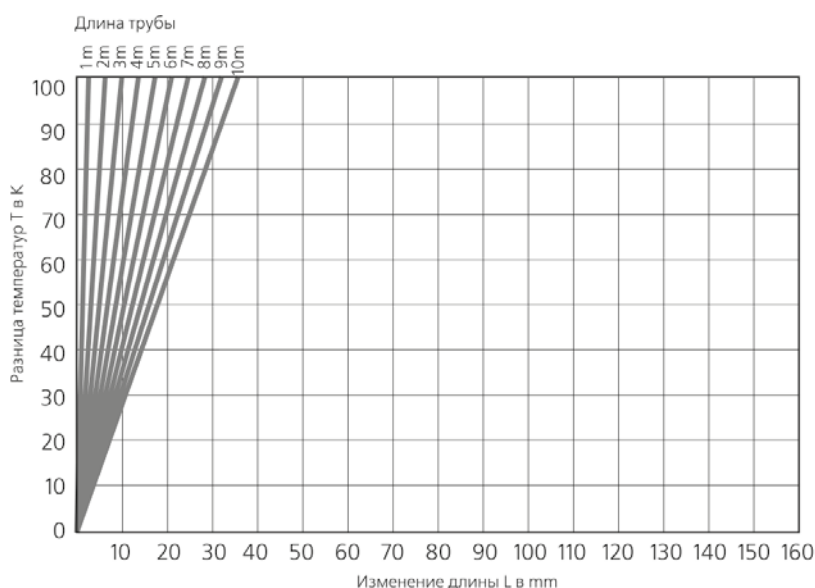


Таблица №9 Таблица линейного расширения в зависимости от температуры и длины отрезка трубы

Длина трубы, м	Разница температур ΔT , °C									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,1	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35
0,2	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70
0,3	0,11	0,21	0,32	0,42	0,53	0,63	0,74	0,84	0,95	1,05
0,4	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40
0,5	0,18	0,35	0,53	0,70	0,88	1,05	1,23	1,40	1,58	1,85
0,6	0,21	0,42	0,63	0,84	1,05	1,26	1,47	1,68	1,89	2,10
0,7	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,96	2,21	2,45
0,8	0,28	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80
0,9	0,32	0,63	0,95	1,26	1,58	1,89	2,21	2,52	2,84	3,15
1,0	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50
2,0	0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00
3,0	1,05	2,10	3,15	4,20	5,25	6,30	7,35	8,40	9,45	10,50
4,0	1,40	2,80	4,20	6,50	7,00	8,40	9,80	11,20	12,60	14,00
5,0	1,75	3,50	5,25	7,00	8,75	10,50	12,25	14,00	15,75	17,50
6,0	2,10	4,20	6,30	8,40	10,50	12,60	14,70	16,80	18,90	21,00
7,0	2,45	4,90	7,35	9,80	12,25	14,70	17,15	19,60	22,05	24,50
8,0	2,80	5,60	8,40	11,20	14,00	16,80	19,60	22,40	25,20	28,00
9,0	3,15	6,30	9,45	12,60	15,75	18,90	22,05	25,20	28,35	31,50
10,0	3,50	7,00	10,50	14,00	17,50	21,00	24,50	28,00	31,50	35,00

4.4 Компенсация линейного расширения

В тех случаях, когда самокомпенсация трубопровода невозможна за счет более частого крепежа или существующей архитектуры здания, зная линейное расширение, можно рассчитать и применить специальные компенсаторы:

Г-образный компенсатор	П-образный компенсатор	Предварительное натяжение	Петлеобразный компенсатор
------------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------

Г-образный компенсатор

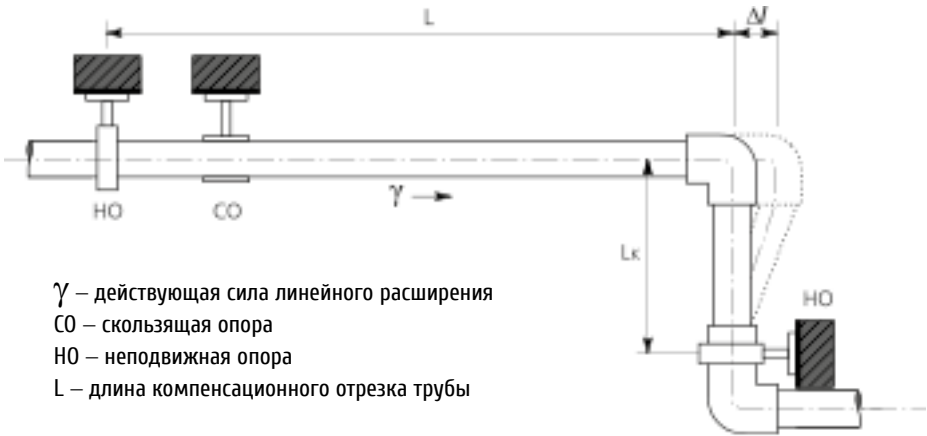
Минимальная длина гибкого компенсатора рассчитывается по следующей формуле:

$$L_k = K\sqrt{d\Delta l}$$

Таблица №10

Обозначение	Определение	Величина
L_k	Минимальная длина гибкого компенсатора	мм
K	Константа материала	15*/25*
d	Нужный диаметр трубопровода	мм
Δl	Линейное расширение	мм
Δt	Разница между рабочей температурой и температурой при монтаже	°C

* 15 для труб армированных стекловолокном, 25 для однослойных труб PP-R



γ – действующая сила линейного расширения
CO – скользящая опора
HO – неподвижная опора
L – длина компенсационного отрезка трубы

П-образный компенсатор

П-образный компенсатор является составным из двух Г-образных компенсаторов, поэтому минимальная длина гибкого компенсатора рассчитывается также как и для Г-образного компенсатора, а минимальная ширина П-образного компенсатора рассчитывается по следующей формуле:

$$B_{min} = 2\Delta l + B_a$$

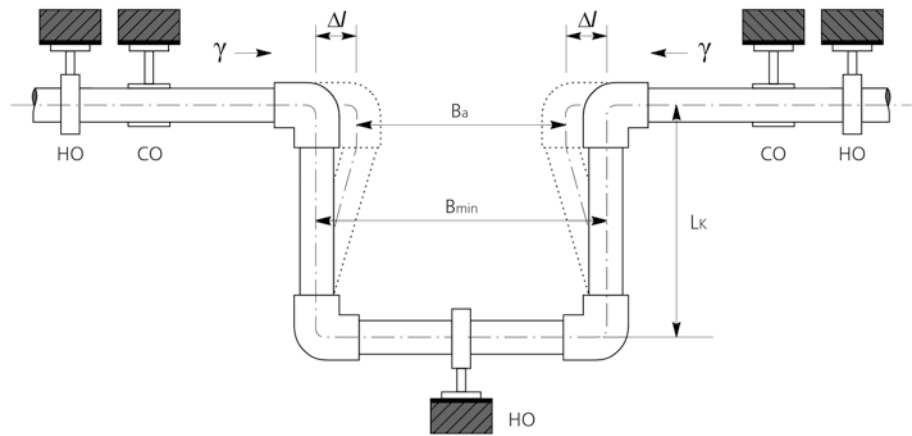


Таблица №11

Обозначение	Определение	Величина
$B_{\min}$	Ширина компенсационного колена	мм
Δl	Линейное расширение	мм
B_a	Безопасное расстояние	150 мм

Компенсация с предварительным натяжением

Использование предварительного натяжения в компенсаторе и в условиях нехватки места позволяет уменьшить ширину гибкого компенсатора $B_{\min}$, при этом обеспечив равномерность внешнего вида компенсатора:

Длина гибкого компенсатора с предварительным натяжением рассчитывается по следующей формуле:

$$L_{sv} = K\sqrt{d\Delta l/2}$$

Таблица №12

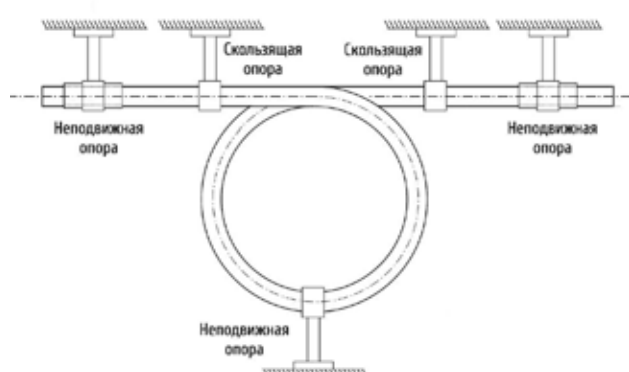
Обозначение	Определение	Величина
L_{sv}	Длина гибкого компенсатора с предварительным натяжением	мм
$B_{\min}$	Ширина компенсационного колена	мм
Δl	Линейное расширение	мм
B_a	Безопасное расстояние	150 мм

Петлеобразный компенсатор

В тех случаях, когда самокомпенсация трубопровода невозможна за счет более частого крепежа или существующей архитектуры здания, зная линейное расширение, можно рассчитать и применить петлеобразные компенсаторы. Компенсирующая способность в зависимости от диаметра приведена в таблице 1.

Таблица 1. Компенсирующая способность петлеобразных компенсаторов

Наружный диаметр трубы, мм	16	20	25	32	40
Компенсирующая способность, мм	85–90	80	65–70	55	45



Пример расчета линейного расширения и компенсатора:**Задача 1.**

Необходимо рассчитать минимальные размеры П-образного компенсатора для полипропиленовой трубы армированной стекловолокном РОСТерм Aqua. Длина расчетного участка 60 метров, рабочая температура в системе 65°C.

Таблица №13

Величина	Обозначение	Значение	Величина
Коэффициент линейного расширения для армированных труб	α	0,035	мм/м°C
Длина компенсационного отрезка трубы	L	60	м
Наружный диаметр трубопровода	d	32	мм
Разница между рабочей температурой и температурой при монтаже	Δt	65	°C

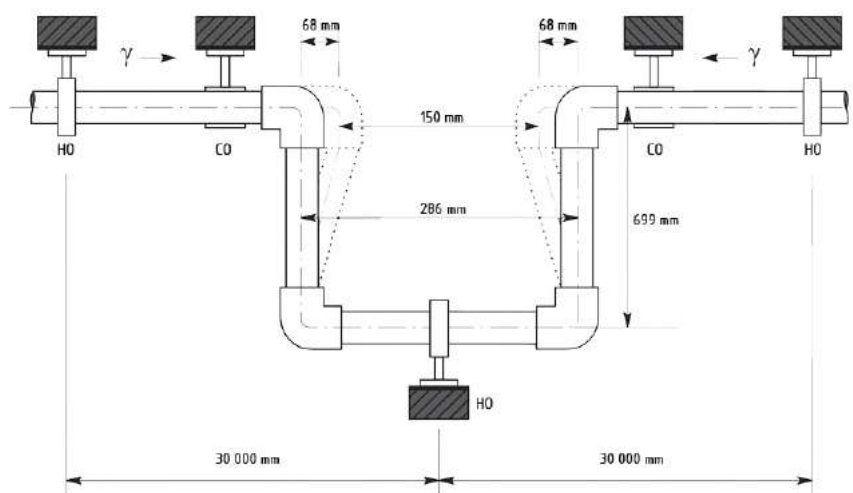
Решение: Определяем линейное расширение, образующееся на участке 60 м:

$$\Delta l = 0,035 \cdot 60 \cdot 65 = 136 \text{ мм}$$

В качестве типа компенсатора используем П-образный компенсатор. Для этого разбиваем П-образный компенсатор на два Г-образных компенсатора, получив при этом длину компенсационного отрезка трубы равную 30 м и соответственно образующееся на этом отрезке линейное расширение 68 мм.

$$\text{Тогда, } L_k = K \cdot \sqrt{32 \cdot 68} = 699 \text{ мм}$$

$$B_{\min} = 150 + 2 \cdot 68 = 286 \text{ мм}$$



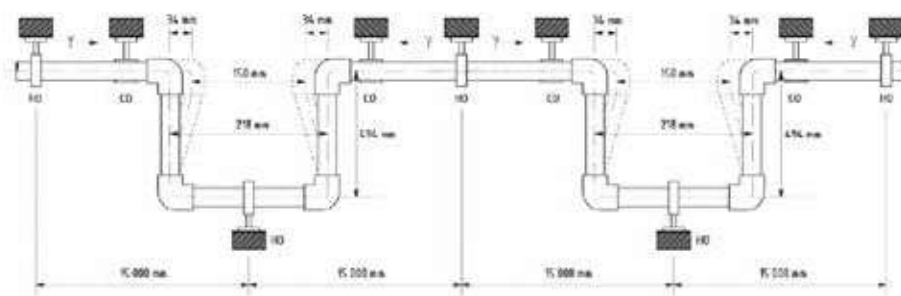
Полученные данные определяют размеры П-образного компенсатора равные: 699 мм х 286 мм.

Если архитектура здания не позволяет установить данный компенсатор, то следует увеличивать количество компенсаторов, уменьшая их размеры. Для этого разбиваем прямолинейный участок на 2, при помощи неподвижной опоры. После чего рассчитываем на каждый из полученных участков П-образный компенсатор, состоящий из 4 Г-образных компенсаторов с компенсационными отрезками 15 метров.

$$\text{Тогда, } \Delta l = 0,035 \cdot 60 / 4 \cdot 65 = 34 \text{ мм}$$

$$L_k = K \cdot \sqrt{32 \cdot 34} = 494 \text{ мм}$$

$$B_{\min} = 150 + 2 \cdot 34 = 218 \text{ мм}$$

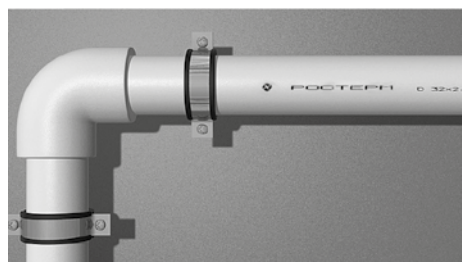


Полученные данные определяют размеры П-образного компенсатора равные: 494 мм х 218 мм.

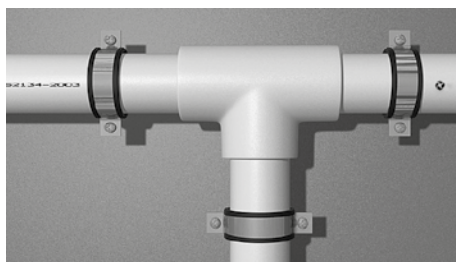
4.5 Способы крепления

Монтаж трубопроводов системы РОСТерм должен осуществляться с учетом линейных расширений, особенностей материала и соединений. В креплении трубопровода используются скользящие (СО) и неподвижные опоры (НО).

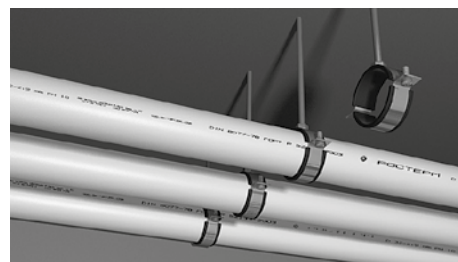
Установка неподвижных опор необходима для жесткой фиксации трубопровода, в качестве неподвижных опор можно использовать хомуты с гайкой и резинкой, крепление которых происходит при помощи шпильки, самореза или анкера. Существует несколько вариантов установки неподвижных опор:



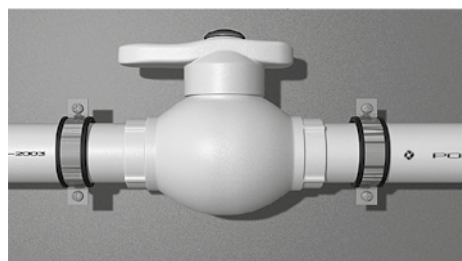
1. В местах поворота трубопровода



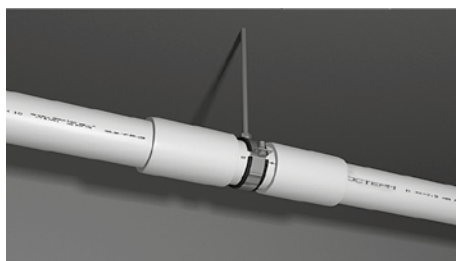
2. В местах ответвления трубопровода



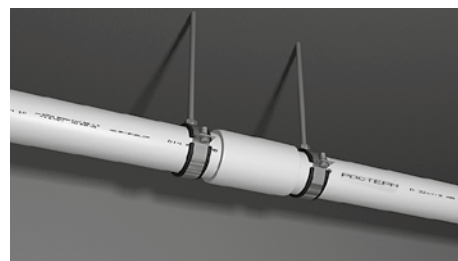
3. На прямых отрезках при помощи установки жестких хомутов



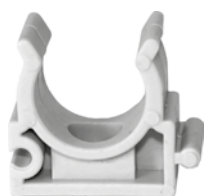
4. В местах присоединения арматуры



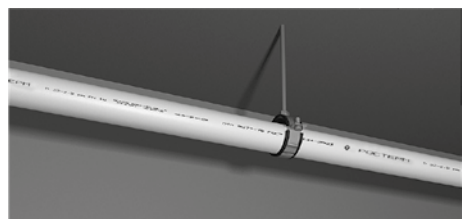
5. Между двумя фасонными изделиями



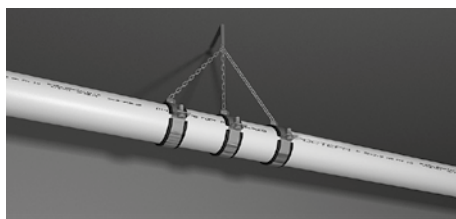
6. При помощи двух хомутов и одного фитинга



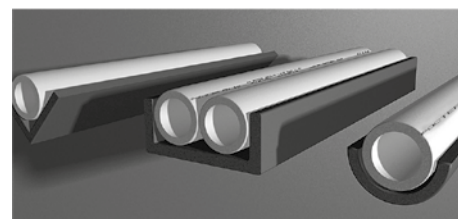
Установка подвижных опор обеспечивает свободное движение трубы на компенсируемых участках трубопровода, в качестве подвижной опоры можно использовать крепление-клипсу или свободно затянутый хомут. Установка подвижных опор осуществляется следующим образом:



На прямых отрезках трубопровода при помощи установки клипс и не затянутых хомутов



На подвесных хомутах



Укладка трубопровода в свободный желоб

Расстояние между опорами при горизонтальной прокладке трубопровода (СП 40-101-96)

Таблица №14

Номинальный наружный диаметр трубы, мм	Расстояние, мм						
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
16	500	500	500	500	500	500	500
20	600	600	600	600	550	500	500
25	750	750	700	700	650	600	550
32	900	900	800	800	750	700	650
40	1050	1000	900	900	850	800	750
50	1200	1200	1100	1100	1000	950	900
63	1400	1400	1300	1300	1150	1150	1000
75	1500	1500	1400	1400	1250	1150	1100
90	1600	1600	1500	1500	1400	1250	1200

При проектировании вертикальных трубопроводов опоры устанавливаются не реже чем через 1000 мм для труб наружным диаметром до 32 мм и не реже чем через 1500 мм для труб большого диаметра.

4.6 Теплоизоляция трубопроводов

«Тепловую изоляцию следует предусматривать для трубопроводов систем отопления, прокладываемых в неотапливаемых помещениях, в местах, где возможно замерзание теплоносителя, в искусственно охлаждаемых помещениях, а также для предупреждения ожогов и конденсации влаги...» (СП 60.13330.2012; СП 61.13330.2012; СП 31.13330.2010).

Трубы и фасонные изделия РОСТерм обладают существенно более высокой степенью самоизоляции (коэффициент теплопроводности PP-R составляет 0,15 Вт/м × К), благодаря чему требуется существенно меньшее количество теплоизоляционных материалов в сравнении с металлическими трубами.

5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

5.1 Гидравлический расчет

Гидравлический расчет систем холодного, горячего водоснабжения и отопления основывается на основном уравнении Бернулли:

$$\Delta h = \Delta h_l + \Delta h_m$$

$$\Delta h = \lambda l / d * V^2 / 2g + \zeta * V^2 / 2g$$

$$\Delta h_l = \lambda l / d * V^2 / 2g$$

$$\Delta h_m = \zeta * V^2 / 2g$$

Δh – сумма потерь давления

Δh_l – потери по длине трубопровода

Δh_m – местные потери

λ – коэффициент сопротивления трения по длине

l – длина трубопровода

d – диаметр трубопровода

V – скорость движения жидкости

g – ускорение силы тяжести (9,81 м/с²)

ζ – коэффициент местного сопротивления

Расчет начинается с определения расхода жидкости на каждом участке трубопровода. Далее для определения диаметра трубы необходимо знать значение скорости потока, как показывает практика экономически выгодным является значение около 1 м/с. Однако, максимальное значение допускается:

– для холодного и горячего водоснабжения, согласно СП 30.13330.2020, не более 3 м/с.

– для систем отопления это значение, согласно СП 60.13330.2020, принимается в зависимости от допустимого эквивалентного уровня звука в помещении:

а) выше 40 дБА – не более 1,5 м/с в общественных зданиях и помещениях; не более 2 м/с – в административно-бытовых зданиях и помещениях; не более 3 м/с – в производственных зданиях и помещениях.

б) 40 дБА и ниже – по таблице №16:

Таблица №15

Допустимый эквивалентный уровень шума, дБ	Допустимая скорость движения воды, м/с, в трубах при коэффициентах местных сопротивлений узла отопительного прибора или стояка с арматурой, приведенных к скорости теплоносителя в трубах				
	до 5	10	15	20	30
25	1,5/1,5	1,1/0,7	0,9/0,55	0,75/0,5	0,6/0,4
30	1,5/1,5	1,5/1,2	1,2/1,0	1,0/0,8	0,85/0,65
35	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,1	1,2/0,95	1,0/0,8
40	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,5	1,3/1,2

Примечания:

1. В числителе приведена допустимая скорость теплоносителя при применении кранов пробочных, трехходовых и двойной регулировки, в знаменателе – при применении вентилей.

2. Скорость движения воды в трубах, прокладываемых через несколько помещений, следует определять, принимая в расчет:

а) помещение с наименьшим допустимым эквивалентным уровнем шума;

б) арматуру с наибольшим коэффициентом местного сопротивления, устанавливаемую на любом участке трубопровода, прокладываемого через это помещение, при длине участка 30 м в обе стороны от помещения.

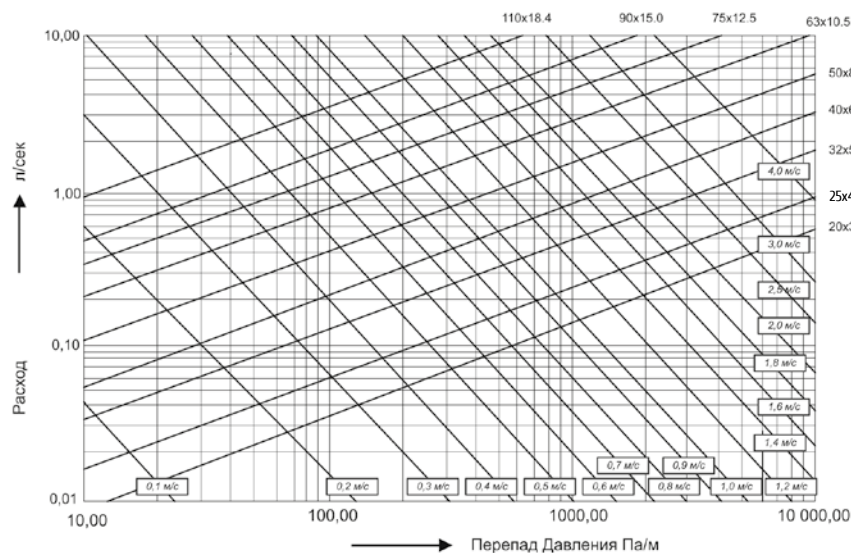
Зная расход и максимальную скорость, мы можем с помощью номограмм выбрать необходимый диаметр трубопровода.

Гидравлический расчет трубопроводов из PP-R и PPRT заключается в определении потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в стыковых соединениях и соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.*

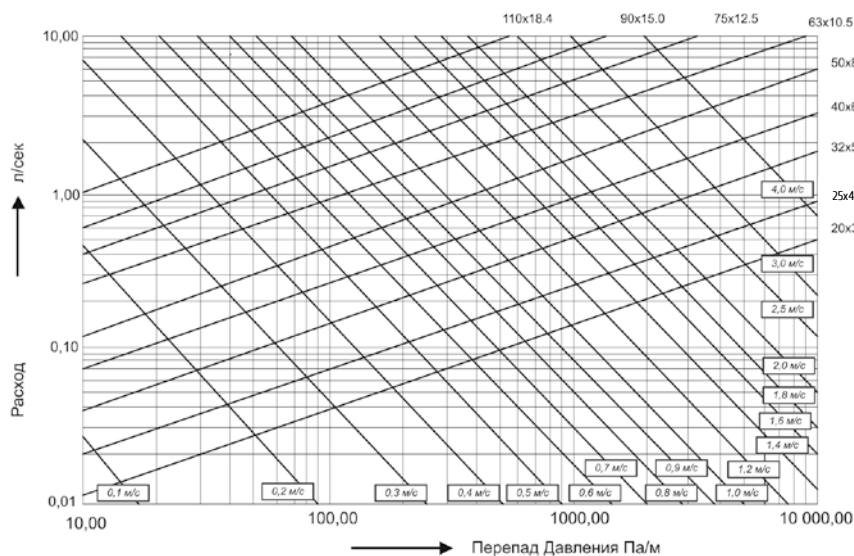
*СП 40-101-96 «Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «Рандом сополимер» от 09 1996 №13/214

Гидравлические потери напора в трубах можно определить по номограммам:

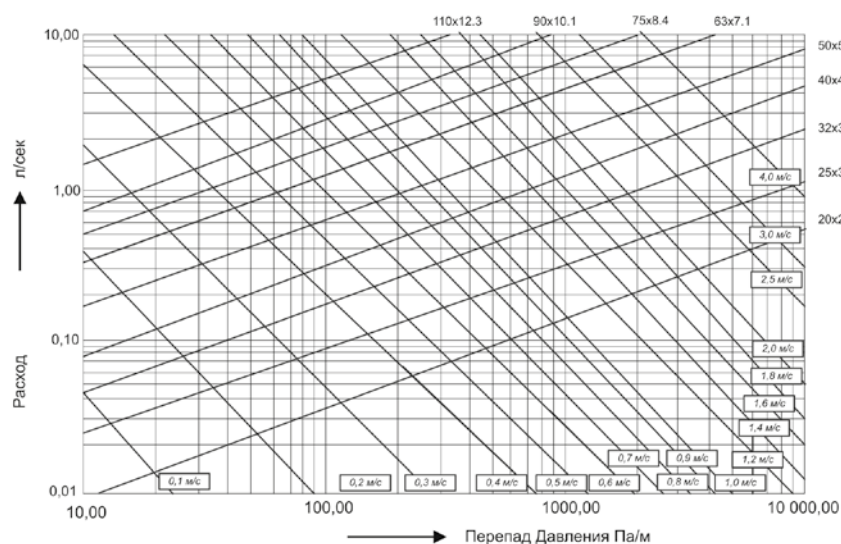
Номограмма потерь давления для труб POCТерм SDR6 при температуре 20°C



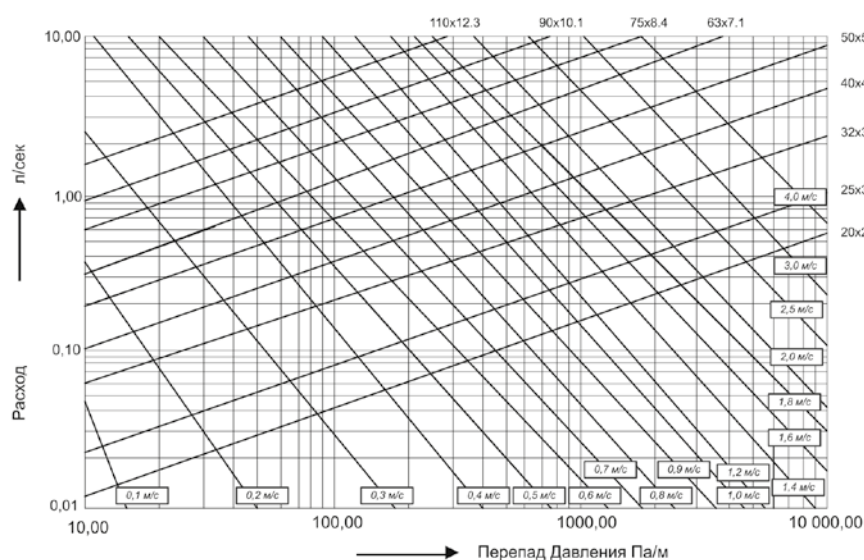
Номограмма потерь давления для труб POCТерм SDR6 при температуре 60°C



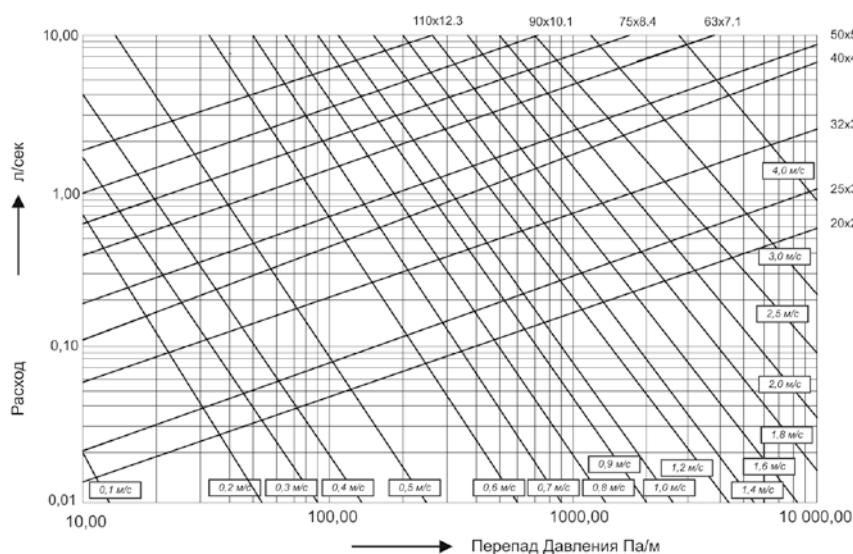
Номограмма потерь давления для труб РОСТерм FRP, армированных стекловолокном, SDR7,4/SDR9 при температуре 20°C

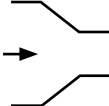
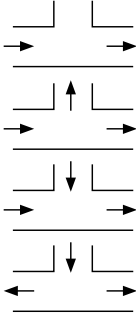
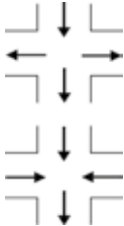


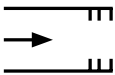
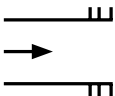
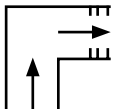
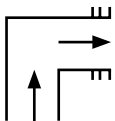
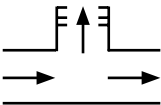
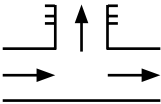
Номограмма потерь давления для труб РОСТерм FRP, армированных стекловолокном, SDR7,4/SDR9 при температуре 60°C



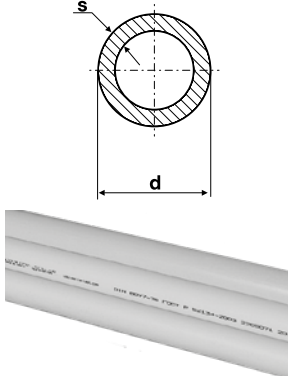
Номограмма потерь давления для труб РОСТерм FRP, армированных стекловолокном, SDR7,4/SDR9 при температуре 90°C

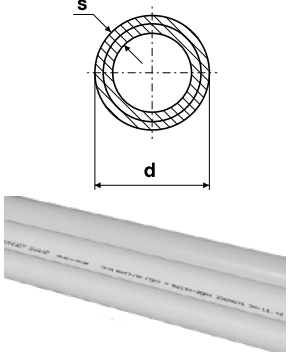


КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ ФИТИНГОВ РОСТЕРМ → НАПРАВЛЕНИЕ ПОТОКА				
Название	Рисунок	Условное обозначение	Примечание	Значение
Муфта				0,25
Муфта переходная			Переход на:	
			1 диаметр	0,40
			2 диаметра	0,50
			3 диаметра	0,60
			4 диаметра	0,70
			5 диаметров	0,80
			6 диаметров	0,90
Уголок 90°				1,20
Уголок 45°				0,50
Тройники			Проходной в случае разделения потока	0,25
			Разделение потока	1,20
			Слияние потоков	0,80
			Разделение потоков	1,80
			Слияние противоположных потоков	3,00
Крестовина			Разделение потоков	3,70
			Слияние потоков	2,10

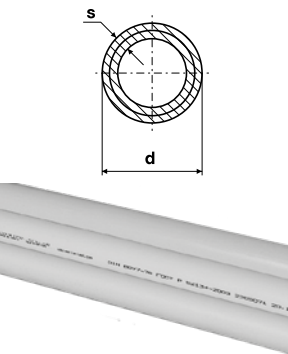
КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ ФИТИНГОВ «РОСТЕРМ» → НАПРАВЛЕНИЕ ПОТОКА				
Название	Рисунок	Условное обозначение	Примечание	Значение
Значение Редукционные тройники				
Значения складываются из соответствующих значений для тройников и редукционных муфт				
Муфта комбинированная с внутренней резьбой				0,50
Муфта комбинированная с внешней резьбой				0,70
Уголок комбинированный с внутренней резьбой				1,40
Уголок комбинированный с внешней резьбой				1,60
Тройник комбинированный с внутренней резьбой			Разделение потока:	
			16x1/2"x16	1,40
			20x3/4"x20	1,40
			20x1/2"x20	1,60
			25x3/4"x25	1,60
			32x1"x32	1,60
			25x1/2"x25	1,80
			32x3/4"x32	1,80
Тройник комбинированный с внешней резьбой			Разделение потока:	
			20x1/2"x20	1,80

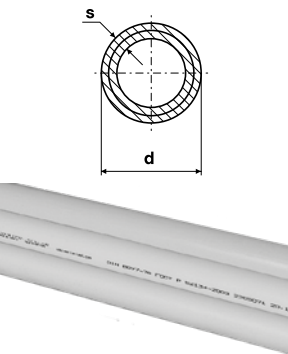
7. НОМЕНКЛАТУРА

1	ТРУБА РОСТерм для горячего и холодного водоснабжения PP-R SDR 6	
	d, мм	s
	20	3,4
	25	4,2
	32	5,4
	40	6,7
	50	8,3
	63	10,5
	75	12,5
	90	15,0
	110	18,3
	125	20,8

2	ТРУБА РОСТерм для горячего водоснабжения и отопления, армированная стекловолокном, PPRT FRP SDR 9 (возможно производство SDR 6/5 по запросу)	
	d, мм	s
	20	2,8*
	25	3,5*
	32	3,6
	40	4,5
	50	5,6
	63	7,1
	75	8,4
	90	10,1
	110	12,3
	125	14,0

* Соответствует SDR 7,4

3	ТРУБА РОСТерм для горячего, холодного водоснабжения и отопления, армированная стекловолокном, PP-R Aqua SDR 6	
	d, мм	s
	20	3,4
	25	4,2
	32	5,4
	40	6,7
	50	8,3
	63	10,5
	75	12,5
	90	15,0
	110	18,3
	125	20,8

4	ТРУБА РОСТерм для горячего и холодного водоснабжения, армированная стекловолокном PP-R Aqua SDR 7,4	
	d, мм	s
	20	2,8
	25	3,5
	32	4,4
	40	5,5
	50	6,9
	63	8,6
	75	10,3
	90	12,3
	110	15,1
	125	17,1

*трубы выпускаются в отрезках 2,3,4 м

ЗАГЛУШКА	d, мм
	20
	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110

АМЕРИКАНКА ВР	d, мм
	20x1/2
	25x3/4
	32x1
	40x1 1/4
	50x1 1/2
	63x2

АМЕРИКАНКА НР 	d,мм	МУФТА КОМБИНИРОВАННАЯ НР 	d, мм	G, мм
	20x1/2		20x1/2	1/2"
	25x3/4		20	3/4"
	32x1		25	1/2"
	40x1 1/4		25	3/4"
	50x1 1/2		32	3/4"
	63x2		32	1"
	75x2 1/2		40	1"

ФЛАНЕЦ СТАЛЬНОЙ 	d, мм	ВТУЛКА ПОД ФЛАНЕЦ 	d,мм
	50		50
	63		63
	75		75
	90		90
	110		110
	125		110

	МУФТА КОМБИНИРОВАННАЯ ВР	d, мм	G, мм
		20	1/2"
		20	3/4"
		25	1/2"
		25	3/4"
		32	3/4"
		32	1"
		40	1"

	МУФТА КОМБИНИРОВАННАЯ С ВР (ПОД КЛЮЧ)	d, мм	G, мм
		32	1"
		40	1 1/4"
		50	1 1/2"
		63	2"
		75	2 1/2"

МУФТА КОМБИНИРОВАННАЯ С НР (ПОД КЛЮЧ) 	d, мм	G, мм
	32	1"
	40	1 1/4"
	50	1 1/2"
	63	2"
	75	2 1/2"
	90	3"

МУФТА 	d,мм
	20
	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110
125	

ОБВОД КОРОТКИЙ 	d, мм	ОБВОД ДЛИННЫЙ 	d, мм
20x29	20		25
25x34	25		32
32x42	32		

МУФТА ПЕРЕХОДНАЯ ВВ	d, мм	
	25x20	
	32x20	
	32x25	
	40x20	
	40x20	
	40x32	
	50x20	
	50x25	
	50x32	
	50x40	
	63x25	
	63x32	
	63x40	
	63x50	

МУФТА ПЕРЕХОДНАЯ ВН	d, мм	
	25x20	
	32x20	
	32x25	
	40x20	
	40x25	
	40x32	
	50x20	
	50x25	
	50x32	
	50x40	
	63x20	
	63x25	
	63x32	
	63x40	
	63x50	
	75x50	
	75x63	
	90x63	
	90x75	
	110x90	

ТРОЙНИК 90°	d, мм	
	25x20x20	
	25x20x25	
	32x20x20	
	32x20x25	
	32x20x32	
	32x25x32	
	40x20x40	
	40x25x40	
	40x32x40	
	50x20x50	
	50x25x50	
	50x32x50	
	50x40x50	
	63x20x63	
	63x25x63	
	63x32x63	
	63x40x63	
	63x50x63	
	75x40x75	
	75x50x75	
	75x63x75	
	90x63x90	
	90x75x90	
	110x75x110	
	110x90x110	

ТРОЙНИК 90° РАВНОПРОХОДНЫЙ	d, мм	
	20x20x20	
	25x25x25	
	32x32x32	
	40x40x40	
	50x50x50	
	63x63x63	
	75x75x75	
	90x90x90	
	110x110x110	

ПЕТЛЕОБРАЗНЫЙ КОМПЕНСАТОР	d, мм	
	20	
	25	
	32	
	40	

КРЕСТОВИНА	d, мм	
	20	
	25	
	32	
	40	

УГОЛЬНИК КОМБИНИРОВАННЫЙ С КРЕПЛЕНИЕМ ВР	Размер	
	20x1/2"	
	25x1/2"	
	25x3/4"	

УГОЛЬНИК КОМБИНИРОВАННЫЙ С КРЕПЛЕНИЕМ НР	d, мм	G, мм
	20	1/2"
	25	1/2"
	25	3/4"

УГОЛЬНИК КОМБИНИРОВАННЫЙ НР	d, мм	G, мм
	20	1/2"
	20	3/4"
	25	1/2"
	25	3/4"
	32	3/4"
	32	1"

УГОЛЬНИК КОМБИНИРОВАННЫЙ ВР 	d, мм	G, мм
	20	1/2"
	20	3/4"
	25	1/2"
	25	3/4"
	32	3/4"
	32	1"

ТРОЙНИК КОМБИНИРОВАННЫЙ ВР 	d, мм	G, мм
	20	1/2"
	20	3/4"
	25	1/2"
	25	3/4"
	32	3/4"
	32	1"

ТРОЙНИК КОМБИНИРОВАННЫЙ НР 	d, мм	G, мм
	20	1/2"
	20	3/4"
	25	1/2"
	25	3/4"
	32	3/4"
	32	1"

ЗАГЛУШКА С НАРУЖНОЙ РЕЗЬБОЙ 	G
	1/2"
	3/4"
	1"

ОТВОД 90° 	d, мм
	20
	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110

ОТВОД 45° 	d, мм
	20
	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110

КРАН ШАРОВОЙ 	d, мм
	20
	25
	32
	40
	50
	63

ФИЛЬТР КОСОЙ 	d, мм
	20
	25
	32

УГОЛЬНИК КОМБИНИРОВАННЫЙ С КРЕПЛЕНИЕМ ДВОЙНОЙ ВР 	d, мм	G, мм
	20	1/2"

СМЕННЫЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ НАСАДКИ 	d, мм
	20
	25
	32
	40
	50
	63
	75
	90
	110
	125

**СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ 1500 Вт
ДИАМЕТРЫ 20-63ММ
(В КОМПЛЕКТЕ НАСАДКИ 20-40)**



**СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ 2000 Вт
ДИАМЕТРЫ 20-110 ММ
(В КОМПЛЕКТЕ НАСАДКИ 50-75)**



rostherm.ru