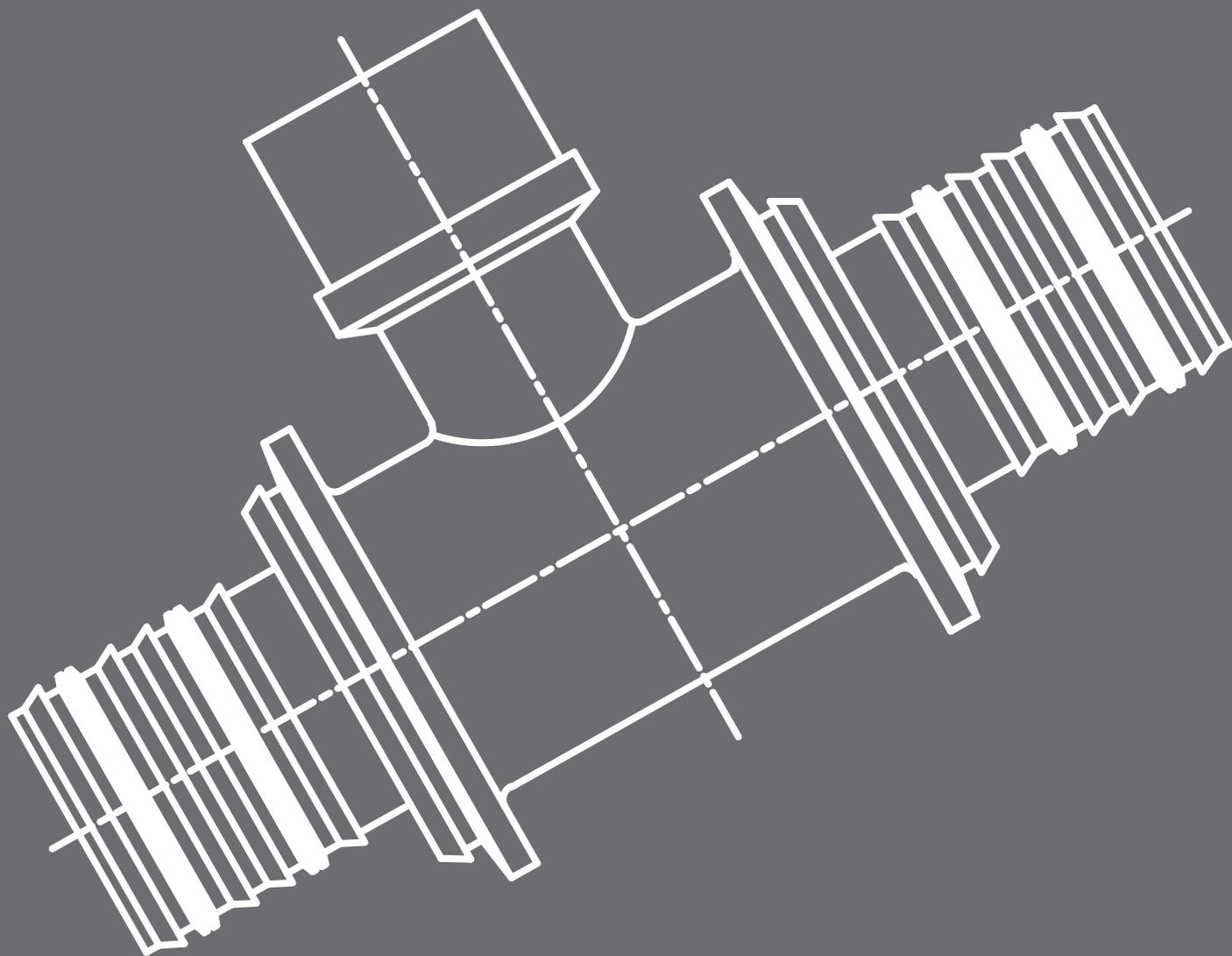


СИСТЕМА ТРУБ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА РЕ-Х РОСТЕРМ



1. Трубы РОСТерм из сшитого полиэтилена РЕ-Х

1.1 Общая информация

Трубы РЕ-Х — это трубы из сшитого полиэтилена. Молекулы полиэтилена в данном виде труб «сшиваются» друг с другом, в результате чего трубы РЕХ приобретают дополнительную прочность, гибкость и «память формы» — способность возвращать первоначальную форму даже при сильных деформациях. Под сшивкой подразумевается создание пространственной решётки в полиэтилене высокой плотности за счёт образования объёмных поперечных связей между макромолекулами полимера. Относительное количество образующихся поперечных связей в единице объёма полиэтилена определяется показателем «степени сшивки».

Эксплуатация труб РЕ-Х может осуществляться при температурах до +95 градусов. Устойчивость материала труб к химическим воздействиям позволяет транспортировать воду и целый ряд технических жидкостей, что увеличивает область применения трубопроводов.

1.2 Методы сшивки РЕ-Х

Компания РОСТерм представляет трубы РЕ-Х двух видов – РЕ-Ха и РЕ-Хб, различающихся по методу сшивки полиэтилена.

РЕ-Ха – пероксидный метод. Пероксидная сшивка, это процесс активного взаимодействия свободных радикалов, появление которых было специально инициировано повышением температуры. Реакция свободных радикалов (молекул со свободной связью) приводит к образованию углерод-углеродных связей между полимерными цепочками. Для получения сшитого полимера по способу А полиэтилен перед экструдированием расплавляется вместе с антиокислителями и пероксидами.

РЕ-Хб – силановый метод. Применение силанов позволяет получить более гибкий и экономичный процесс сшивания, и эта технология широко применяется для производства труб более 30 лет. Силанольно-сшитые молекулы в полиэтилене связаны кислороднокремневыми «мостиками» Si-O-Si, а не углеродуглеродными связями C-C, образующимися в результате пероксидного метода.

Особенности методов сшивки

РЕ-Ха	РЕ-Хб
+Выше показатель гибкости (легче монтаж)	+Более высокие прочностные характеристики

1.3 Преимущества труб РЕ-Х

К основным преимуществам труб РЕ-Х относятся:

1. Сшивание образует материал, устойчивый к изломам и обладающий памятью формы.
2. Устойчивость к химическому воздействию растворителей, масел, трубы не подвержены зарастанию, коррозии или возникновению старения.
3. Материал, используемый в трубах РЕ-Х, эластичен, он амортизирует гидравлический удар (например, когда резко закрывают кран смесителя). По сравнению с обычными металлическими трубами гидравлический удар уменьшается в три раза.
4. Высокая степень ударопрочности.
5. Трубы не содержат веществ, которые могут повлиять на органолептические свойства (вкус, цвет, запах) воды.
6. Повышенная устойчивость к растрескиванию.
7. Повышенная прочность на разрыв.

Эти свойства характеризуют трубы РЕ-Х в качестве идеального решения для отопления, систем «теплый пол», систем ГВС или для транспортировки агрессивных жидкостей.

Сшитые полиэтиленовые трубы изготавливаются в соответствии с ГОСТ 32415-2013.

1.4 Характеристики труб РЕ-Х РОСТерм

Значения основных характеристик труб РОСТерм

Характеристи		Значение
Коэффициент линейного расширения, мм/м°С		0,15
Коэффициент теплопроводности, Вт/м°С		0,35
Шероховатость внутренней поверхности, мм		0,007
Плотность РЕ-Х, г/см ³		0,94
Кислородная диффузия для труб с антикислородным барьером, не > г/(м ³ *сут)*		0,1
Максимальная рабочая температура, °С		95
Максимальная предельная температура, °С		110
Минимальная температура для работы с трубами, °С**	Размотка бухт	0
	Монтаж соединений	+10
Минимальная температура транспортируемой среды, °С**		-40
Степень сшивки, не менее %		70/65***

* отвечает требованиям СП 60.13330.2012, предписывающим применять в системах отопления полимерные трубы с показателем кислородопроницаемости не более 0,1 г/(м³*сут);

** в соответствии с СП 41-109-2005

***Степень сшивки, не менее %, для труб РЕ-Ха/РЕ-Хб

2. СИСТЕМА РОСТЕРМ "ТЕПЛЫЙ ПОЛ" ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

2.1 Номенклатура "Теплый пол РОСТерм"

Трубы РЕ-Ха для теплого пола

Изображение	Наименование	Номинальный размер, мм	Размер бухты, м
	Труба РЕ-Ха РОСТерм для теплого пола	16 (2,0) 20 (2,0)	100, 200
	Труба РЕ-Ха РОСТерм для теплого пола с EVOH		

Трубы РЕ-Хб для теплого пола

Изображение	Наименование	Номинальный размер, мм	Размер бухты, м
	Труба РЕ-Хб РОСТерм для теплого пола	16 (2,0) 20 (2,0)	100, 200
	Труба РЕ-Хб РОСТерм для теплого пола с EVOH		

Фитинги, теплы пол

	Фитинг "Евроконус" для подключения коллекторных узлов	Размер
		16x1/2"
		16x3/4"
		20x3/4"

2.2 Характеристика системы

Трубы РОСТерм «Теплый пол» производятся из молекулярно-сшитого полиэтилена РЕ-Х. Сшивка полиэтилена приводит к образованию дополнительных поперечных связей между молекулами, что придает исходному материалу совершенно новые качества, а именно стойкость к воздействию высоких температур, что позволяет применять трубы из сшитого полиэтилена РЕ-Х в системах напольного отопления.

Значения основных характеристик труб РОСТерм "Теплый пол"

Обозначение	Наименование	Значение	Величина	
T_{\max}	Максимальная рабочая температура	70	°С	
$T_{\text{раб}}$	Рабочая температура	20-60	°С	
P_{\max}	Максимальное давление для класса эксплуатации ХВ	16x2,0	16	бар
		20x2,0	13	бар
	Максимальное давление для класса эксплуатации 4	16x2,0	9,5	бар
		20x2,0	8,4	бар
ρ_1	Плотность РЕ-Х	0,94	г/см ³	
ρ_2	Плотность EVOH	1,19	г/см ³	

2.3 Компенсация линейного расширения

Линейное расширение — изменение линейных размеров и формы тела при изменении его температуры. В случае напольного отопления трубы могут менять свои размеры при изменении температуры теплоносителя, учитывая жесткую фиксацию труб в теле стяжки, возникающее напряжение распределяется по толщине стенки трубы. В связи с этим не требуется организация дополнительных мероприятий по компенсации возникающего линейного расширения.

2.4 Преимущества системы РОСТерм "Теплый пол"

- Наиболее комфортное и равномерное распределение тепла в помещении
- Экономия тепловой энергии за счет низкой температуры теплоносителя и эффекта саморегуляции достигает 30%
- Все элементы системы скрыты - существуют новые возможности в дизайне и оформлении интерьеров
- Водяное отопление, в отличие от электрического, не создает электромагнитного излучения, вредного для здоровья человека
- Работает на любом источнике энергии (центральное отопление, котел - газовый или на жидком топливе, электричество)
- Надежность и простота эксплуатации

2.5 Общие рекомендации по проектированию системы РОСТерм "Теплый пол"

Теплоотдача — перенос теплоты через ограждающую конструкцию от взаимодействующей с ней среды с более высокой температурой к среде с другой стороны конструкции с более низкой температурой (СП 23-101-2004).

Монтажу системы напольного отопления предшествует разработка технического проекта, в котором должны содержаться:

- расчеты теплопотерь каждого помещения (теплотехнический расчет);
- расчеты гидравлических параметров системы (гидравлический расчет);
- чертеж (схема укладки контуров);
- спецификация материалов и оборудования.

В процессе проектирования системы напольного отопления определяются следующие параметры:

- диаметр трубы, шаг и глубина укладки;
- длина отопительного контура;
- конфигурация контура;
- температура теплоносителя.

Проектировать контуры напольного отопления следует таким образом, чтобы направить поток горячего теплоносителя в наиболее холодные помещения — к наружным стенам, окнам, входным дверям. Желательно каждое помещение отапливать отдельной петлей, большие помещения — несколькими петлями.

При расчете системы напольного отопления необходимо учитывать конструкцию пола, в которой будет установлена система, материал покрытия пола. В общей сложности теплоотдача, приходящаяся на каждый градус разницы между средней температурой поверхности пола и температурой воздуха в комнате, равна 11,5 Вт/м². В хорошо утепленных современных домах в самое холодное время года отопительная нагрузка равна 50–60 Вт/м². Иными словами, для поддержания температуры в помещении 20 °С при отопительной нагрузке на пол 50–60 Вт/м² температура поверхности пола должна быть на 4,5–5,5 °С выше температуры воздуха в комнате.

Над системой напольного отопления можно устанавливать практически любое покрытие пола, следует только учитывать, что разные материалы обладают разными свойствами.

Теплотехнические показатели материалов*

Наименование покрытия	Толщина слоя d, мм	Теплопроводность Вт/мК	Сопrotивление теплопередаче R, мК/Вт	Общая толщина слоя d, мм	Теплопроводность материалов относительно теплопроводности паркета*
Текстиль	10	0,07	0,15	10	3,5*к
Паркет	8	0,02	0,04	10	к
Клей	2	0,02	0,01/0,05	10	к
Искусственный материал	5	0,23	0,022	5	11,5*к
Керамическая плитка	10	1	0,01	12	50*к
Мастика	2	1,4	0,001/0,011		70*к
Керамическая плитка	10	1	0,01	20	50*к
Раствор	10	1,4	0,007/0,017		70*к
Камень (мрамор)	15	3,5	0,004	25	175*к
Раствор	10	1,4	0,007/0,011		70*к

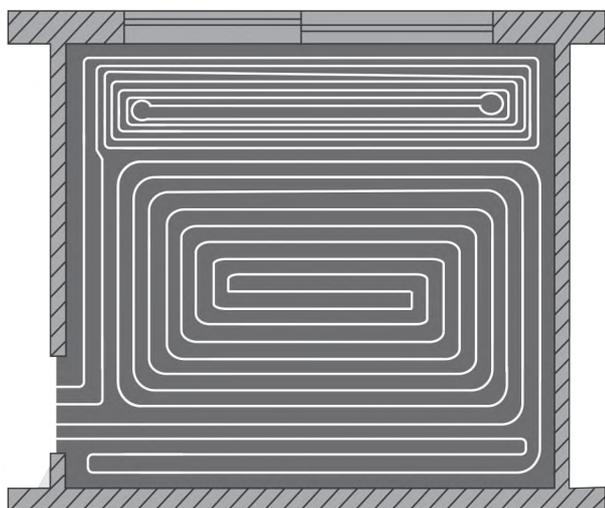
* – в соответствии со СП 60.13330.2016, СП 23-101-2004

2.6 Способы укладки труб РОСТерм “Теплый пол” из сшитого полиэтилена

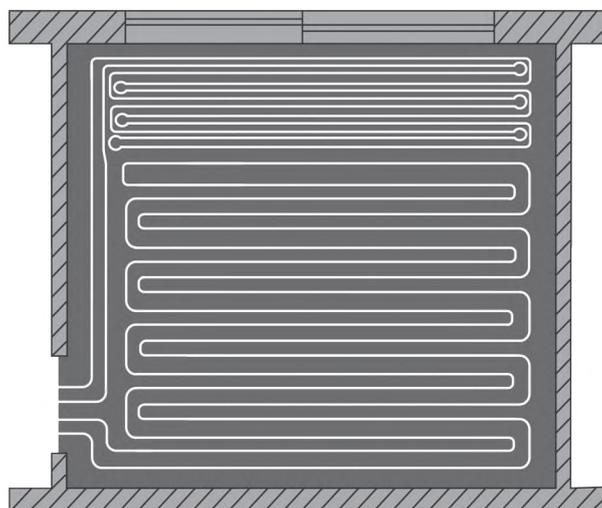
Существует несколько схем укладки рабочей (греющей) петли: змейка, двойная змейка, спираль и спираль со смещенным центром. При монтаже петли в форме змеевика подачу горячей воды организуют со стороны наружной стены, возле которой теплопотери выше, чем в центре помещения. У такого контура неравномерное распределение тепла. Для того, чтобы это исправить, необходимо монтировать петли в виде двойной змейки или спирали. Области вблизи наружных стен здания называются граничными зонами. Здесь рекомендуется уменьшать шаг укладки трубы для того, чтобы компенсировать потери тепла. Шаг укладки является величиной расчетной, но, в любом случае, он должен находиться в интервале не более 100–300 мм, в противном случае возникнет неравномерный нагрев поверхности пола.

Расход трубы на 1 м² поверхности пола при шаге 20 см составляет приблизительно 5 погонных метров. В связи с возникающими гидравлическими потерями в контуре петли необходимо предусмотреть максимальную длину контура петли не более 100 метров. Таким образом, при шаге укладки 20 см площадь отапливаемого помещения составляет 20 м². Участки большей площади необходимо обогревать несколькими петлями, каждая из которых, в свою очередь, подключается к распределительному коллектору. При наличии водяных теплых полов необязательно учитывать расположение мебели.

Шаг укладки трубы зависит от диаметра трубы. Чем больше диаметр, тем больше расстояние между осями труб. Как правило, трубы диаметром 20 мм укладывают с шагом 20 см, трубы диаметром 16 мм укладывают с шагом 10 см.



Укладка петель по принципу спирали

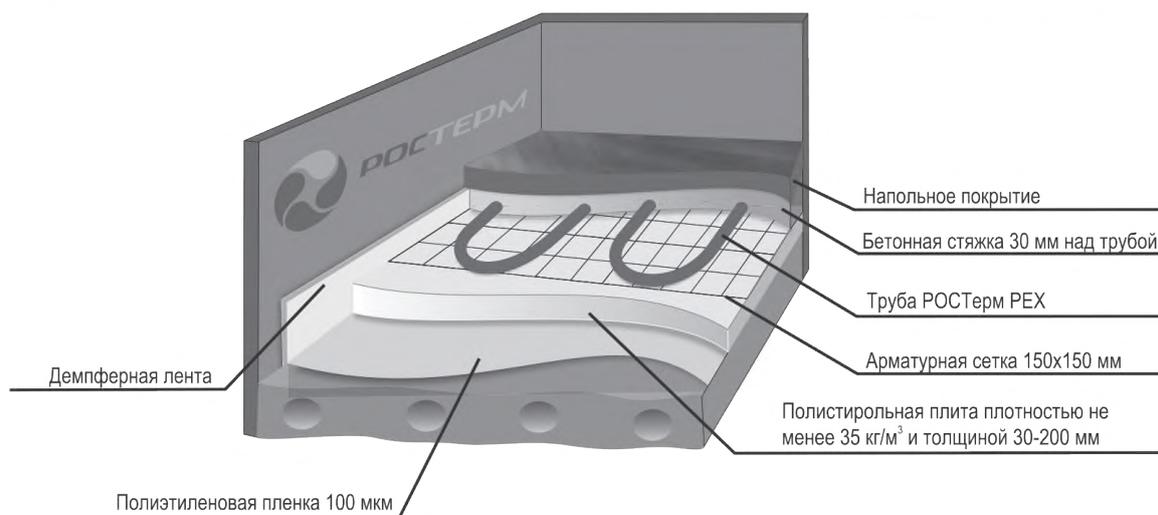


Укладка петель двойной змейкой

2.7 Порядок монтажа

1. Производится разбивка помещения на участки (поля). Количество полей зависит от площади помещения и его геометрии. Максимальная площадь поля составляет 40 м².
2. Затем на предварительно очищенное основание укладывается полиэтиленовая пленка 80-100 мкм, выполняющая функцию влагоустойчивой изоляции.
3. По периметру помещения приклеивается демпферная лента, которая служит компенсатором теплового растяжения бетонной стяжки, т.е. обладает свойством приостанавливать негативное влияние тепла, которое приводит к изменению размеров строительных материалов.
4. На слой полиэтиленовой пленки укладывается слой тепловой изоляции. В качестве теплоизоляции может применяться полистирольная плита плотностью не менее 35 кг/м³ и толщиной 30-200 мм, в зависимости от теплопотерь пола и теплового режима помещения, с целью ограничить потери тепла вниз. Полистирол-термопласт, который характеризуется высокой твердостью, хорошими диэлектрическими свойствами, влагостойкостью, легко окрашивается и формуется, химически стоек, физиологически безвреден. Также в качестве теплоизоляции могут применяться фольгированные теплоизоляционные материалы, но применение таких материалов возможно только при наличии защитной плёнки на алюминии.
5. На слой тепловой изоляции укладывается арматурная сетка размерами 150x150x4 или 100x100x4 мм (пруток 4-5 мм). Она является основанием, к которому пластиковыми хомутами крепится труба теплого пола с шагом 100-300 мм. Рекомендуемый размер листа (карты) 1000x2000 мм.
6. Труба РОСТерм РЕ-Х с шагом 100-300 мм и выбранным типом укладки в зависимости от конструктивного решения укладывается на арматурную сетку.
Размотку бухт и прокладку труб РЕ-Х и РЕ-Х с кислородным барьером EVOH следует производить при температуре воздуха не ниже 0 °С, в соответствии с СП 41-109-2005 П. 4.1.5. 11. Монтаж соединений труб РЕ-Х и РЕ-Х с кислородным барьером EVOH следует осуществлять при температуре окружающей среды не ниже +10 °С, в соответствии с СП 41-109-2005 П. 4.3.3.
7. После укладки петель теплого пола заливается стяжка. Для устройства стяжки обычно применяют цементно-песчаный раствор или пескобетон М-300. Рекомендуется также добавлять в стяжку пластификатор. Этот препарат уменьшает поверхностное натяжение воды, используемой для приготовления раствора, и способствует увеличению объемной массы покрытия, что позволяет увеличить его теплопроводность и повышает предел прочности на сжатие.
8. Поверх цементно-песчаной стяжки укладывается основное покрытие пола (например, керамическая плитка).

Разрез отопительной панели системы “Теплый пол” бетонного типа*



*Конструкция соответствует СП 29.13330.2011 и чертежам типовых деталей полов 2.144-1/88 (узлы 63, 69, 75, 81, 87), 2.244-1 (узлы 140, 147, 149, 160, 161).

2.8 Хранение и транспортировка

- Трубы производятся из экологически чистого сырья. При хранении и эксплуатации трубы не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают вредного воздействия на человека.
- Хранить трубы в бухтах необходимо на ровной поверхности.
- При хранении, транспортировке и монтаже труб и фитингов следует избегать их контакта с режущими и колющими деталями.
- Неупакованные в защитную пленку или картонную коробку трубы следует хранить в месте, обеспечивающем отсутствие длительного прямого воздействия ультрафиолетовых лучей.

2.9 Определение срока эксплуатации труб

Задача 1

Необходимо рассчитать срок службы трубы PE-X SDR 9, эксплуатируемой в системе отопления с рабочим давлением 9,5 Бар, для класса эксплуатации 4.

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

$$\begin{aligned}T_{\text{раб1}} &= T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} \\T_{\text{раб2}} &= T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\T_{\text{раб3}} &= T_3 = 60 \text{ }^\circ\text{C} \\T_{\text{макс}} &= T_4 = 70 \text{ }^\circ\text{C} \\T_{\text{авар}} &= T_5 = 100 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

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

$$\delta_0 = P \cdot S = 0,95 \cdot 4 = 3,8 \text{ МПа}$$

где P – рабочее давление
S – расчетная серия трубы

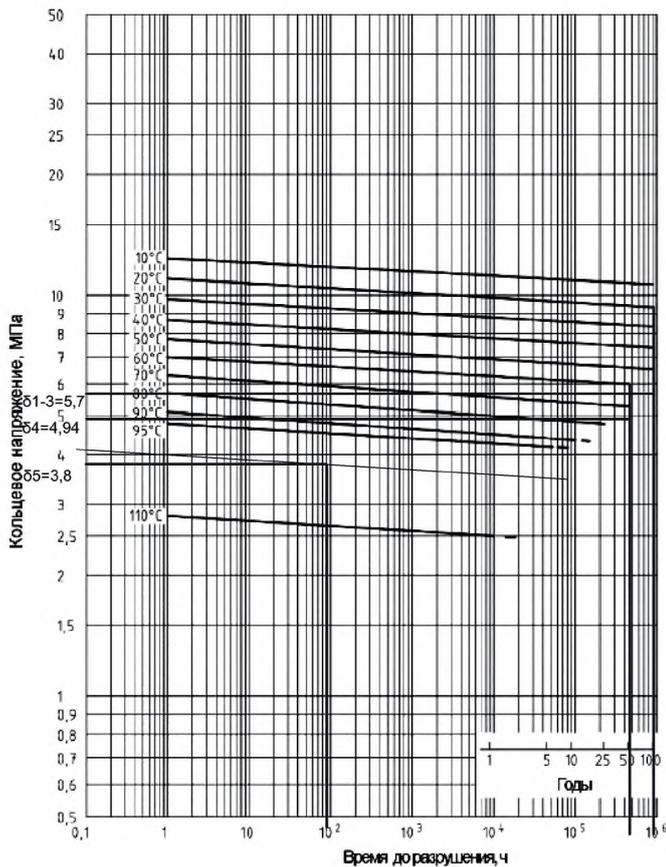
Устанавливаем коэффициенты запаса прочности при температурах $T_{\text{раб}}$, $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{авар}}$ согласно ГОСТ 32415-2013:

$$\begin{aligned}C_{1-3} &= 1,5 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_{1-3}) \\C_4 &= 1,3 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_4) \\C_5 &= 1 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_5)\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\delta_{1-3} &= C_{1-3} \cdot \delta_0 = 1,5 \cdot 3,8 = 5,7 \text{ МПа} \\ \delta_4 &= C_4 \cdot \delta_0 = 1,3 \cdot 3,8 = 4,94 \text{ МПа} \\ \delta_5 &= C_5 \cdot \delta_0 = 1 \cdot 3,8 = 3,8 \text{ МПа}\end{aligned}$$

Пользуясь графиком изотермы прочности материала PE-X, 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 .



$$TYD = 0,0004258 \text{ \%}/\text{ч.}$$

Далее вычисляем T_x по формуле

$$T_x = 100 / TYD.$$

$$T_x = 100 / 0,0004258 = 234\,850 \text{ ч} = 26,81 \text{ лет.}$$

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 4, срок службы данной трубы 26.81 лет, с рабочим давлением 9,5 бар.

Задача 2

Необходимо рассчитать срок службы трубы PE-X SDR 11, эксплуатируемой в системе отопления с рабочим давлением 8,4 Бар, для класса эксплуатации 4.

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

$$\begin{aligned} T_{\text{раб1}} &= T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{раб2}} &= T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{раб3}} &= T_3 = 60 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{макс}} &= T_4 = 70 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{авар}} &= T_5 = 100 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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

$$\delta_0 = P \cdot S = 0,84 \cdot 4,5 = 3,78 \text{ МПа}$$

где P – рабочее давление
 S – расчетная серия трубы

Устанавливаем коэффициенты запаса прочности при температурах $T_{\text{раб1}}$, $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{авар}}$ согласно ГОСТ 32415-2013:

$$\begin{aligned} C_{1-3} &= 1,5 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_{1-3}) \\ C_4 &= 1,3 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_4) \\ C_5 &= 1 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{раб1}} &> 900\,000 \text{ (100 лет) ч.}, T_{\text{раб2}} > 9\,000\,000 \text{ (100 лет) ч.}, \\ T_{\text{раб3}} &= 450\,000 \text{ (50 лет) ч.}, T_{\text{макс}} = 450\,000 \text{ (50 лет) ч.}, \\ T_{\text{авар}} &= 90 \text{ ч.}, \end{aligned}$$

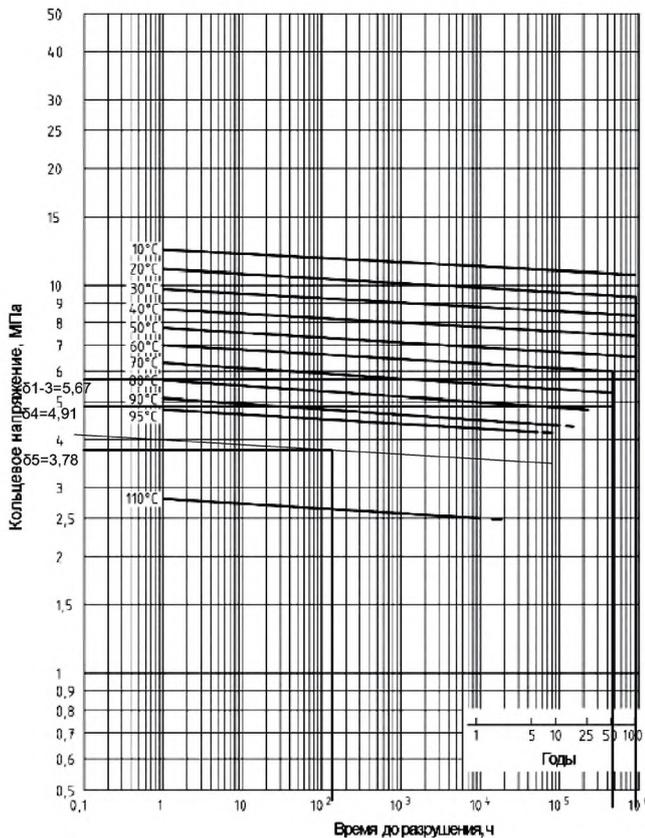
Далее из правила Майнера следует, что если время до разрушения трубы составляет t_1 (лет) при непрерывном действии температуры T_1 , то отношение $1/t_1$ – это «доля повреждения», приходящаяся на год при непрерывном действии указанной температуры. Если действие этой температуры в течении года непрерывно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

$$\begin{aligned} T_{\text{раб1}} &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 2,5 лет, т.е. время действия данной температуры в течение года составляет } \alpha_1 = 5\% \\ T_{\text{раб2}} &= 40 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 20 лет, т.е. } \alpha_2 = 40\% \\ T_{\text{раб3}} &= 60 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 25 лет, т.е. } \alpha_3 = 50\% \\ T_{\text{макс}} &= 70 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 2,5 год, т.е. } \alpha_4 = 5\% \\ T_{\text{авар}} &= 100 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 100 часов, т.е. } \alpha_5 = 0,0228\% \end{aligned}$$

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ – время действия температуры (T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 соответственно) в течение года в процентах.

Суммарное повреждение TYD (%/час) определяется по формуле:

$$TYD = \sum \alpha_i / t_i$$



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

$$\delta_{1-3} = C_1 * \delta_0 = 1,5 * 3,78 = 5,67 \text{ МПа}$$

$$\delta_4 = C_4 * \delta_0 = 1,3 * 3,78 = 4,91 \text{ МПа}$$

$$\delta_5 = C_5 * \delta_0 = 1 * 3,78 = 3,78 \text{ МПа}$$

Пользуясь графиком изотермы прочности материала РЕХ, определяем время траб, $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{авар}}$, 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 .

$$T_{\text{раб1}} > 900\,000 \text{ (50 лет) ч.}, T_{\text{раб2}} > 900\,000 \text{ (50 лет) ч.}, T_{\text{раб3}} = 450\,000 \text{ (50 лет) ч.}, T_{\text{макс}} = 450\,000 \text{ (50 лет) ч.}, T_{\text{авар}} = 140 \text{ ч.},$$

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 .

$T_{\text{раб1}} = 20 \text{ °C}$ - расчетный срок эксплуатации 2,5 лет, т.е. время действия данной температуры в течение года составляет $\alpha_1 = 5\%$

$T_{\text{раб2}} = 40 \text{ °C}$ - расчетный срок эксплуатации 20 лет, т.е. $\alpha_2 = 40\%$

$T_{\text{раб3}} = 60 \text{ °C}$ - расчетный срок эксплуатации 25 лет, т.е. $\alpha_3 = 50\%$

$T_{\text{макс}} = 70 \text{ °C}$ - расчетный срок эксплуатации 2,5 год, т.е. $\alpha_4 = 5\%$

$T_{\text{авар}} = 100 \text{ °C}$ - 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.

Суммарное повреждение TYD (%/час) определяется по формуле:

$$TYD = \sum a_i / t_i$$

$$TYD = 0,000335 \text{ \%/ч.}$$

Далее вычисляем T_x по формуле:

$$T_x = 100 / TYD$$

$$T_x = 100 / 0,000335 = 298\,307 \text{ ч} = 34 \text{ года.}$$

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 4, срок службы данной трубы более 34 года, с рабочим давлением 8,4 бар.

3. СИСТЕМА РЕ-Х РОСТЕРМ С EVON для радиаторно отопления и водоснабжения

3.1 Номенклатура

Изображение	Наименование	Геометрические размеры	Длина бухты	SDR
	Труба PE-Xa РОСТерм с EVON универсальная	16x2,2 20x2,8 25x3,5 32x4,4	100 м	7,4
	Труба PE-Xb РОСТерм с EVON универсальная			

Изображение	Наименование	Размер	Изображение	Наименование	Размер
	L-образная трубка для радиатора	16x15 20x15		Тройник переходной	20x16x20 20x20x16 20x16x16 16x20x16 25x20x25 32x25x32
	T-образная трубка для радиатора	16x15x16 20x15x16 16x15x20 20x15x20 25x15x20 20x15x25 25x15x25		Напрессовочная гильза	16 20 25 32
	Переход с накладной гайкой	16x1/2" 16x3/4" 20x1/2" 20x3/4" 25x3/4" 25x1" 32x1"		Крепление клипса	16 20 25 32
	Водорозетка	16x1/2" 20x1/2"		Муфта соединительная	16 20 25 32
	Адаптер	15x1/2"		Переход внутренняя резьба (BP)	16x20 20x25 16x25 25x32
	Евроконус	16x1/2" 16x3/4" 15x3/4"		Переход внутренняя резьба (BP)	16x1/2" 16x3/4" 20x1/2** 20x3/4** 25x3/4" 25x1" 32x1"
	Уголок 90°	16 20 25 32		Переход наружная резьба (HP)	16x1/2" 16x3/4" 20x1/2** 20x3/4** 25x3/4** 25x1" 32x1"
	Тройник равнопроходный	16x16x16 20x20x20 25x25x25 32x32x32		Гофра защитная (красная и синяя)	25 32 40 50

	Заглушка латунная	16x2,2		Фиксатор поворота 90°	16-20
	Комплект механического инструмента для системы PEX POCТерм 16-32			Фиксатор-колелно для радиатора (Башмак)	16-20

3.2 Фитинги PPSU – современное техническое решение

Полифенилсульфон (PPSU) уже давно используется в космической промышленности и в самолетостроении, пройдя испытание в самых тяжелых условиях эксплуатации. Он устойчив к агрессивным средам и превосходит по прочности латунь.

Фитинги PPSU допускаются к скрытой прокладке, заливке в бетон, что существенно расширяет возможности при проектировании систем со скрытой разводкой. Их применение позволяет увеличить надежность системы небольшого числа разборных соединений, сократить количество используемой арматуры, уменьшить расход труб и упростить сервисное обслуживание и ремонт.

Свойства PPSU материала:

- Максимальная температура длительной эксплуатации 185 °С
- Высокая атмосферостойкость
- Самозатухающий материал
- Температура стеклования 220 °С
- Высокая химическая стойкость (к авт.топливу, растворителям, гидролизу и т.д.)
- Хорошие диэлектрические свойства
- Не подвержен коррозии
- Не токсичен
- Не разрушается при температуре наружного воздуха до - 40 °С
- Высокая стойкость к растрескиванию
- Не хрупкий

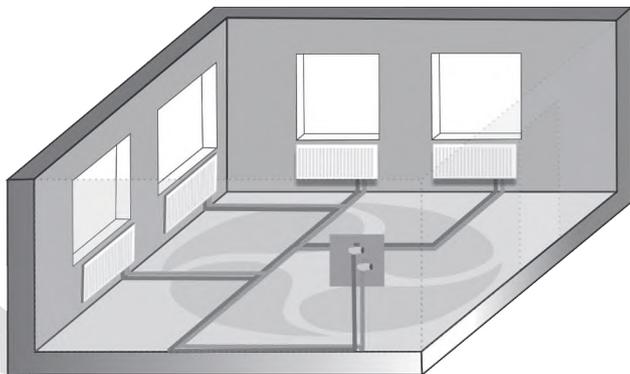
3.3 Преимущества системы PE-X POCТерм с EVON для радиаторного отопления и водоснабжения

- Высокая устойчивость к воздействию химических веществ
- Абсолютная герметичность соединений
- Низкий уровень шума при эксплуатации
- Отсутствие коррозии
- Отсутствие зарастания внутреннего диаметра после многолетней эксплуатации
- Значительная ударная прочность и стойкость
- Низкие потери напора на криволинейных участках
- Быстрый и максимально надежный метод соединения при помощи подвижной гильзы, гарантирующий безопасное проведение работ ввиду отсутствия пайки и сварки
- Независимость от источников энергии при проведении монтажа

Трубы POCТерм PE-X EVON являются универсальными и могут использоваться как в радиаторном отоплении, так и в системах горячего и холодного водоснабжения.

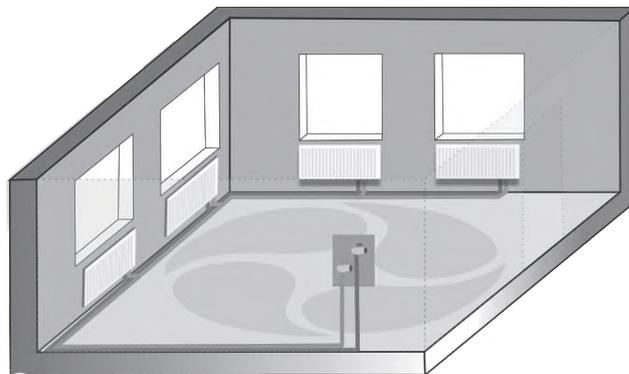
3.4 Монтаж системы PE-X POCТерм с EVON для радиаторного отопления и водоснабжения

Схемы радиаторного отопления могут быть самыми разнообразными в зависимости от размера системы и типа здания. Подводка к радиаторам может быть периметральной (тройниковой) или коллекторной, а схема – одно или двухтрубной. Двухтрубная система с горизонтальной разводкой (коллекторная и периметральная/тройниковая) наиболее предпочтительна для использования в современном многоэтажном строительстве.



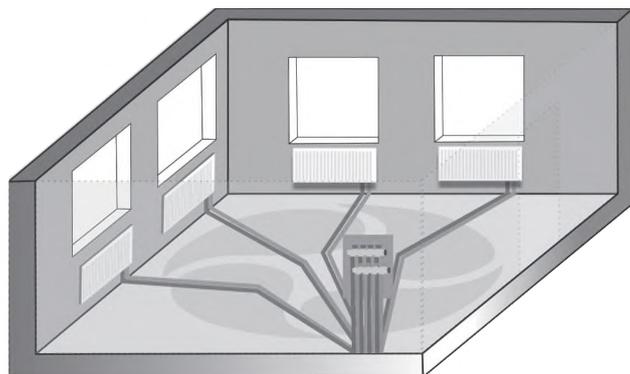
I. Тройниковая разводка

Прокладка трубопроводов осуществляется по площади помещения (этажа) с использованием тройников.



II. Периметральная разводка

Прокладка трубопроводов осуществляется по периметру помещения (этажа) с использованием тройников в местах установки радиаторов.



Прокладка отдельных трубопроводов осуществляется от распределительного коллектора к каждому отопительному прибору.

III. Лучевая разводка

Особенности коллекторно-лучевой системы:

- В системе может использоваться только один диаметр труб (обычно это 16 мм), благодаря чему сокращается необходимый ассортимент труб и фитингов, а также упрощается проектирование и монтаж.
- Меньшее количество соединений - подключения имеются только на коллекторах и приборах, что существенно экономит время монтажа и полностью исключает человеческий фактор при сборке системы.
- Благодаря уменьшению количества соединений увеличивается надежность системы.
- Учитывая особенности укладки трубы, существует возможность замены поврежденного участка трубы без разрушения конструкции пола.

Способы подключения труб РОСТЕРМ к отопительным приборам



Непосредственное подключение трубы к радиатору с помощью медных L- и T-образных трубок



Непосредственное подключение трубы к радиатору с помощью резьбовых латунных фитингов



Непосредственное подключение трубы к радиатору через H-образную гарнитуру



Непосредственное подключение трубы к радиатору с помощью H-образной гарнитуры и медных L- и T-образных трубок

Монтаж системы РОСТерм PEX



1. Выберите насадку для экспандера нужного размера;



2. Отрежьте трубу при помощи специальных ножниц под углом 90° и наденьте гильзу на трубу;



3. Вставьте наконечник насадки в трубу PE-X;



4. Проведите плавное экспандирование трубы PE-X в три этапа (30%, 70%, 100%), между этапами проворачивая экспандируемую трубу на 30 градусов вокруг своей оси;



5. Вставьте фитинг в расширенную трубу;



6. Переведите ручку тисков в верхнее положение, потяните вниз блокиратор чтобы разъединить рычаг и насадку на тиски, вытащите осевые болты, установите необходимую насадку на тиски, зафиксируйте осевой болт и верните в исходное положение блокиратор;



7. Вставьте фитинг в зажимной механизм;



8. Проводите процесс запрессовки гильзы на фитинг до ее полного соединения с буртом фитинга. Рекомендуется избегать зазоров и несоосности соединения между фитингом и гильзой;



9. Потяните вниз блокиратор чтобы разъединить рычаг и насадку на тиски, поднимите ручку тисков в верхнее положение, тиски автоматически разъединятся;



10. Извлеките полученное соединение из инструмента.

При монтаже фитингов из PPSU не рекомендуется применение химически агрессивных к полимерам веществ (клеи, герметиков, растворителей, кислот, щелочей и др.), за исключением составов, в описании которых разрешено взаимодействие с PPSU.

Категорически запрещено применение следующих герметизирующих материалов: Ever Seal Thread 483; Loctite 518, 542, 55; Scotch-grip Rubber 1300, 2141, 847; Rector Seal S; Rite Lock; Selete Unyte и других анаэробных герметиков, а так же льна и клея.

3.5 Хранение и транспортировка

- Трубы производятся из экологически чистого сырья. При хранении и эксплуатации трубы не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают вредного воздействия на человека.
- Хранить трубы в бухтах необходимо на ровной поверхности.
- При хранении, транспортировке и монтаже труб и фитингов следует избегать их контакта с режущими и колющими деталями.
- Неупакованные в защитную пленку или картонную коробку трубы следует хранить в месте, обеспечивающем отсутствие длительного прямого воздействия ультрафиолетовых лучей.

3.6 Определение срока эксплуатации труб

Задача 1

Необходимо рассчитать срок службы трубы PE-X, SDR 7.4, эксплуатируемой в системе отопления с рабочим давлением 10 бар, для класса эксплуатации 5.

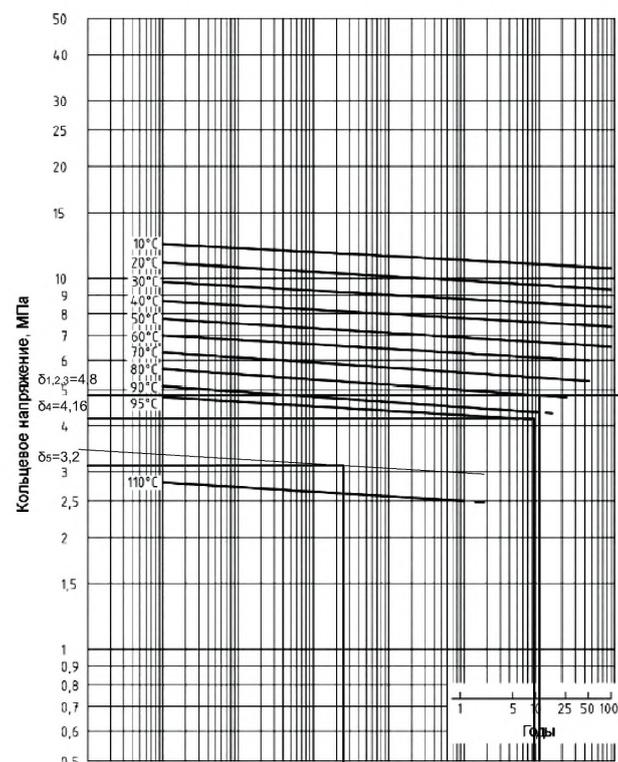
Исходя из вышеуказанных данных, задан следующий температурный режим в течение расчетного срока службы 50 лет:

$$\begin{aligned} T_{\text{раб1}} &= T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{раб2}} &= T_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{раб3}} &= T_3 = 80 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{максимальное}} &= T_{\text{макс}} = 90 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{аварийное}} &= T_{\text{авар}} = 100 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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

$$\delta_0 = P * S = 1,0 * 3,2 = 3,2 \text{ МПа}$$

P – рабочее давление, S – серия трубы



Устанавливаем коэффициенты запаса прочности при температурах $T_{\text{раб1}}$, $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{авар}}$ согласно ГОСТ 32415-2013:

$$\begin{aligned} C_{1-3} &= 1,5 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_{1-3}) \\ C_2 &= 1,3 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_4) \\ C_3 &= 1 \text{ (коэффициент запаса прочности для } T_5) \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \delta_{1-3} &= C_1 * \delta_0 = 1,5 * 3,2 = 4,8 \text{ МПа} \\ \delta_2 &= C_2 * \delta_0 = 1,3 * 3,2 = 4,16 \text{ МПа} \\ \delta_3 &= C_3 * \delta_0 = 1 * 3,2 = 3,2 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Пользуясь графиком изотермы прочности материала PE-X, определяем время $t_{\text{раб1}}$, $t_{\text{макс}}$, $t_{\text{авар}}$, 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 .

$$\begin{aligned} T_{\text{раб1}} &> 900 \text{ 000 (50 лет) ч., } T_{\text{раб2}} > 450 \text{ 000 (50 лет) ч., } T_{\text{раб3}} = 100 \text{ 000 (1,4 лет) ч., } \\ T_{\text{макс}} &= 85 \text{ 000 (9,7 лет) ч., } T_{\text{авар}} = 260 \text{ ч.,} \end{aligned}$$

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 .

$$\begin{aligned} T_{\text{раб1}} &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 14 лет, т.е. время действия данной температуры в течение года составляет } \alpha_1 = 28\% \\ T_{\text{раб2}} &= 60 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 25 лет, т.е. } \alpha_2 = 50\% \\ T_{\text{раб3}} &= 80 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 10 лет, т.е. } \alpha_3 = 20\% \\ T_{\text{макс}} &= 90 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 1 год, т.е. } \alpha_4 = 2\% \\ T_{\text{авар}} &= 100 \text{ }^\circ\text{C} \text{ – расчетный срок эксплуатации 100 часов, т.е. } \alpha_5 = 0,0228\% \\ \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 &\text{ – время действия температуры (} T_1 T_2 T_3 T_4 T_5 \text{ соответственно) в течение года в процентах.} \end{aligned}$$

Пользуясь формулой

$$TYD = \sum \alpha / t$$

получаем следующее:

$$TYD = 0,000453 \text{ \%}/\text{час.}$$

Далее вычисляем T_x по формуле

$$T_x = 100 / TYD.$$

$$T_x = 100 / 0,000453 = 220\,527 \text{ ч} = 25,7 \text{ год}$$

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 5, срок службы данной трубы равен 25,7 год, с рабочим давлением 10 бар.

Задача 2

Необходимо рассчитать срок службы трубы PE-X, SDR 7.4, эксплуатируемой в системе ГВС с рабочим давлением 11,1 бар, для класса эксплуатации 2.

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

Траб= $T_1=70$ °C – рабочая температура

Тмакс= $T_2=80$ °C – максимальная рабочая температура

Тавар= $T_3=95$ °C – аварийная температура

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

$$\delta_0 = P * S = 1,11 * 3,2 = 3,55 \text{ МПа}$$

где P- рабочее давление

S –серия трубы

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

$C_1=1,5$ (коэффициент запаса прочности для T_1)

$C_2=1,3$ (коэффициент запаса прочности для T_2)

$C_3=1$ (коэффициент запаса прочности для T_3)

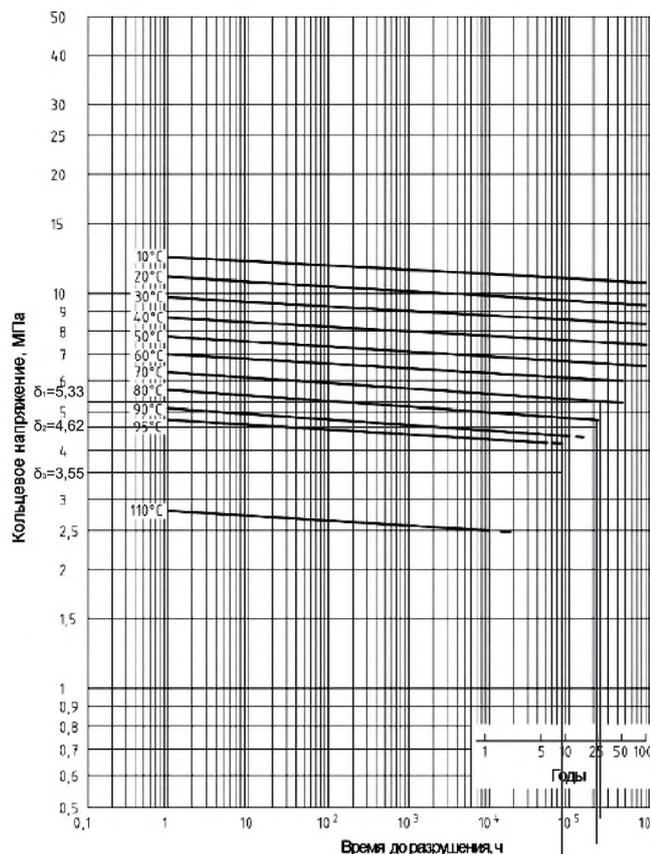
Определяем расчетное напряжение в стенке трубы с учетом действия коэффициентов запаса прочности:

$$\delta_1 = C_1 * \delta_0 = 1,5 * 3,55 = 5,33 \text{ МПа}$$

$$\delta_2 = C_2 * \delta_0 = 1,3 * 3,55 = 4,62 \text{ МПа}$$

$$\delta_3 = C_3 * \delta_0 = 1 * 3,55 = 3,55 \text{ МПа}$$

Пользуясь графиком изотермы прочности материала PE-X, 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 .



$$T_{\text{раб}} = 230\,000 \text{ (26,3 лет)} \text{ ч.}, T_{\text{макс}} = 210\,000 \text{ (24 года)} \text{ ч.}, T_{\text{авар}} = 80\,000 \text{ (9,1 лет)} \text{ ч.}$$

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 .

$T_{\text{раб}}=70$ °C – расчетный срок эксплуатации 49 лет, т.е. $\alpha_1=98\%$

$T_{\text{макс}}=80$ °C – расчетный срок эксплуатации 1 год, т.е. $\alpha_2=2\%$

$T_{\text{авар}}=95$ °C – расчетный срок эксплуатации 100 часов, т.е. $\alpha_3=0,228\%$

$\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$ – время действия температуры ($T_1 T_2 T_3$ соответственно) в течение года в процентах.

Суммарное повреждение TYD (%/час) определяется по формуле:

$$TYD = \sum a / t_i$$

$$TYD = 0,000436 \text{ \%}/\text{час.}$$

Далее вычисляем T_x по формуле:

$$T_x = 100 / TYD$$

$$T_x = 100 / 0,000436 = 229\,465 \text{ ч} = 26,19 \text{ лет.}$$

Таким образом, в соответствии с ГОСТ 32415-2013, для класса эксплуатации 2, срок службы данной трубы 26,19 лет, с рабочим давлением 11,1 бар.