

urolog

ОТОПЛЕНИЕ

Основы проектирования
напольного отопления



Введение	Стр.
Глава 1 Система напольного отопления Upronog	5
1.1. Комфортное отопление помещения	5
1.2. Энергосбережение с малыми эксплуатационными расходами	6
1.3. Универсальность системы	6
1.4. Экологичность	6
1.5. Полная свобода дизайна помещений	6
Глава 2 Проектные решения	7
2.1. Бетонные монолитные полы	7
2.2. Общие указания	7
2.3. Петли труб, закрепленные на арматурной сетке	7
2.4. Петли труб, зафиксированные пластиковой крепежной лентой	8
2.5. Деревянные полы на балках	8
2.6. Материалы для покрытия пола	9
2.7. Требования к теплоизоляции	9
2.8. Деформационные швы	10
2.9. Совместимость с системами кондиционирования воздуха и с другими системами Отопления	11
2.10. Температура пола	11
2.11. Регулирование температуры воды	11
2.12. Регулирование температуры в помещениях	12
2.13. Время реагирования	12
2.14. Проектирование и монтаж системы напольного отопления	13
2.15. Конфигурация петли	13
2.16. Размер трубы	15
2.17. Глубина укладки трубы	16
2.18. Шаг укладки трубы	17
2.19. Расположение коллекторов	18
Глава 3 Трубы Upronog PEX	19
3.1. Материал PEX	19
3.2. Параметры трубы Upronog rePEX	19
Глава 4 Методы расчетов	22
4.1. Основные положения	22
4.2. Исходные данные	22
4.3. Потребность тепла	22
4.4. Коэффициент теплоотдачи пола	24
4.5. Коэффициент теплопередачи покрытия пола	25
4.6. Конструкция пола	26
4.7. Температура воды	28
4.8. Расход воды	28
4.9. Потери давления	30
4.10. Балансировка трубных петель	32
4.11. Расширительный сосуд	33
4.12. Насосная группа	33
4.13. Спецификация материалов	33
Глава 5 Пример расчета	35
5.1. Предмет расчета	35
Глава 6 Трубы Upronog MLCP	41
6.1. Параметры трубы Upronog MLCP	41
6.2. Расчет тепловых потоков для различных покрытий	42
6.3. Определение потерь давления трубы Upronog MLCP 16x2,0	46
6.4. Настройка запорно-регулирующих клапанов на коллекторе Upronog Profi	47
6.5. Тепловое удлинение и гидравлическое сопротивление трубы Upronog MLCP	48
Глава 7 Приложение ..	50
7.1. Расчет тепловых потерь по направлению вниз	50
7.2. Пассивное саморегулирование	52
7.3. Насосно-смесительные блоки Upronog	52
7.4. Обозначение символов	58
7.5. Рисунки ..	60
7.6. Таблицы .	61
7.7. Диаграммы	61

Введение

Еще за 80 лет до н.э. римляне открыли, что лучший способ обогрева закрытых помещений - направить тепло под покрытие пола и дать ему излучаться снизу вверх. Таким образом, римляне сконструировали систему напольного отопления, теплоносителем в которой был воздух, - *hypocaust*, где дым из топки в результате горения древесного угля или дров направлялся через дымоходы под полом здания, обогревая все помещения.



Рис. 1 *Hypocaust*. Около 80 лет до н.э.

В наши дни *hypocaust* больше не применяется. Системы напольного отопления постепенно становятся все более усовершенствованными.

В 1930-х годах в системах напольного отопления использовались стальные трубы. Позднее, в 60-х и 70-х годах, - медные. Их недостаток заключался в том, что в условиях длительной эксплуатации металлические трубы не выдерживали нагрузки бетонной плиты. Поэтому были разработаны трубопроводные системы из полимерных материалов.

За долгие годы работы фирма Uponor приобрела уникальный опыт в области напольного отопления, разрабатывая системы с учетом климатических особенностей северных стран, где зимы, как правило, долгие и суровые. Система напольного отопления Uponor доказала свою эффективность в жилых, торговых и промышленных зданиях во всем мире.

Настоящее руководство содержит основную информацию, необходимую для проектирования систем напольного отопления для частных квартир и индивидуальных домов с применением труб Uponor PEX или MLCP.

Корпорация Uponor

Uponor - один из мировых лидеров по производству полимерных трубопроводных систем для строительства и коммунального хозяйства. Наша цель - производство высококачественных, экологически чистых систем для улучшения человеческого благополучия и повышения качества жизни.

ЗАО «Упонор Рус» - дочернее предприятие корпорации Uponor в России осуществляет оптовые поставки полимерных трубопроводных систем для строительства и коммунального хозяйства, а также для загородного домостроения и ремонта. Вся продукция сертифицирована в России и имеет необходимые гигиенические заключения.

Глава 1. Система напольного отопления Уропор

1.1. Комфортное отопление помещения

Согласно демографическим исследованиям в последние годы люди все больше времени проводят дома. Эффективная система отопления – одно из условий домашнего комфорта.

На Рис. 1.2.1 показано идеальное вертикальное распределение температуры в помещении.

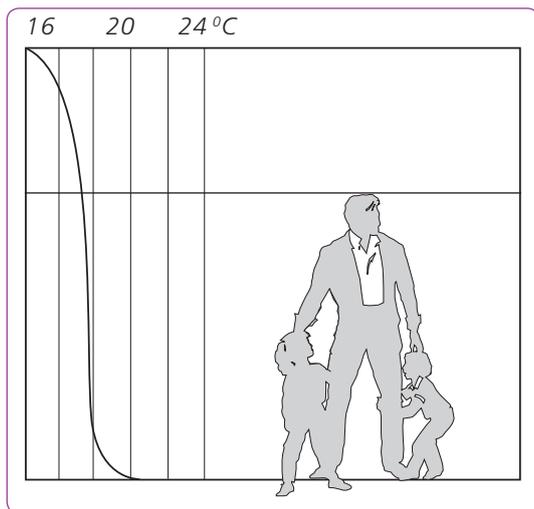


Рис. 1.2.1 Идеальное отопление.

Наиболее комфортными считаются такие условия, когда температура поверхности пола 22-25°C, а температура воздуха на уровне головы 19-20°C. Иными словами, люди чувствуют себя наиболее комфортно, когда их ногам немного теплее, чем голове.

В этом отношении напольное отопление Уропор представляет собой вид отопления, наиболее близкий к идеальному (Рис. 1.2.2).

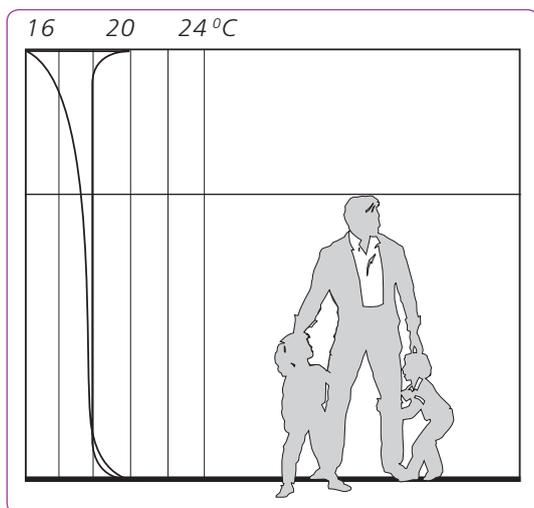


Рис. 1.2.2 Напольное отопление Уропор.

Вся поверхность пола становится низкотемпературным радиатором, который обогревает поверхность пола в помещении и обеспечивает равномерное горизонтальное распределение температуры вокруг тела человека. Потери тепла, которые являются основной причиной физического дискомфорта, снижены до минимума.

Напольное отопление - комбинация теплового излучения и медленного конвекторного теплового потока.

Другие способы отопления (Рис. 1.2.3 – 1.2.6) не обеспечивают такого распределения температуры.

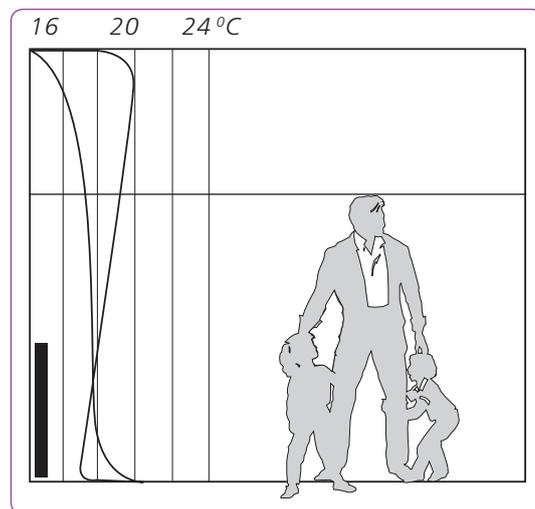


Рис. 1.2.3 Отопление радиаторами.

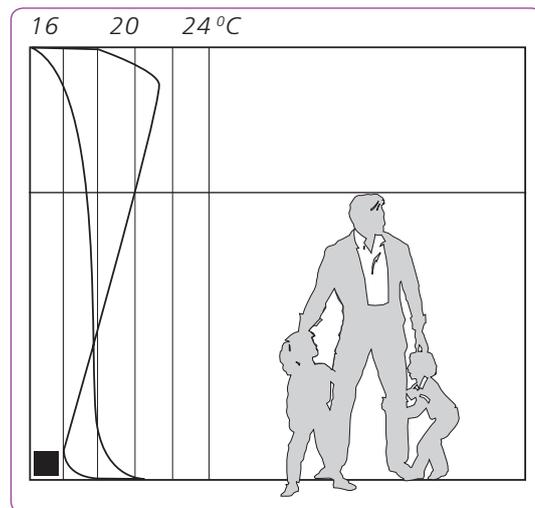


Рис. 1.2.4 Отопление конвекторами.

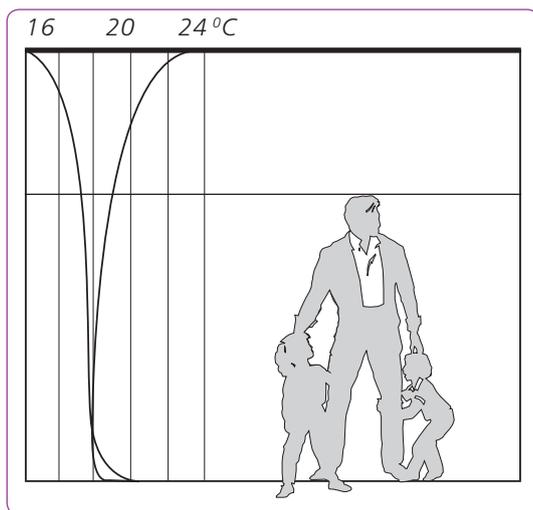


Рис. 1.2.5 Потолочное отопление.

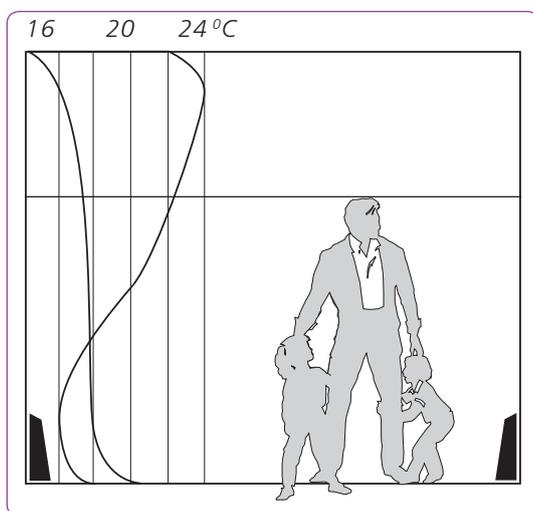


Рис. 1.2.6 Принудительное воздушное отопление.

Системы радиаторного, конвекторного, воздушного или потолочного отопления не распределяют достаточное тепло у поверхности пола. При воздушном отоплении избыточное тепло распределяется на уровне головы. Неравномерное распределение температуры в помещении может быть причиной дискомфорта для человека.

1.2. Энергосбережение с малыми эксплуатационными расходами

Напольное отопление - самый эффективный способ передачи тепла. Например, по сравнению с традиционным радиаторным отоплением при эксплуатации системы напольного отопления Уропog расходы на топливо/энергию снижаются на 8-15%. Температура поверхности не превышает +29°C. Температура каждого помещения регулируется индивидуально.

1.3. Универсальность системы

Для подогрева циркулирующей по трубам воды или другого теплоносителя можно использовать различные источники энергии: геотермику, древесину, газ, нефть, электричество или солнечную энергию. По существу система позволяет выбирать топливо, наиболее экономичное в конкретных условиях.

Система Уропog может быть применена при различных типах напольного покрытия и скомбинирована с другими видами отопительных систем.

1.4. Экологичность

Системы конвекторного и принудительного воздушного отопления основываются на стабильной циркуляции воздуха. Система напольного отопления Уропog дает возможность естественному движению воздуха.

Таким образом, пыль и другие переносимые по воздуху частицы, например пыльца, не поднимаются вверх и не распространяются так быстро по дому. Радиаторы, собирающие грязь или становящиеся причиной травм, например ожогов, отсутствуют.

Система напольного отопления Уропog работает тихо и не создает раздражающий звуковой фон. В ваннных комнатах и в прихожей пол высыхает моментально.

1.5. Полная свобода дизайна помещений

Благодаря невидимой под полом и защищенной от наружных повреждений системе напольного отопления заказчик либо дизайнер может устанавливать мебель по своему усмотрению.

Опасные печи и громоздкие радиаторы, которые портят внешний вид помещения, отсутствуют. Система напольного отопления Уропog идеальна для современного дизайна помещений.

Глава 2. Проектные решения

2.1. Бетонные монолитные полы

В монолитных бетонных полах (так называемый «мокрый монтаж») наливной слой распределяет тепло по поверхности, обеспечивая тем самым равномерную температуру поверхности пола. Необходимо проследить, чтобы в бетоне и в особенности вокруг труб не было воздушных карманов, поскольку воздух слабый проводник тепла. Компания Uropog рекомендует применять цементную добавку Uropog.

Существуют различные решения укладки труб напольного отопления в бетонные конструкции пола в зависимости от конструкции здания и конкретной обстановки.

Следующие решения используются в большинстве случаев при укладке труб в бетонные конструкции пола.

2.2. Общие указания

- Трубы укладываются согласно схеме укладки труб
- Минимальная толщина покрывающего трубы бетона 30 мм

- Максимальная толщина покрывающего трубы бетона 70 мм

В случае возможного проведения других видов строительных работ, особенно с применением строительных машин и механизмов на участке, где уложены трубы напольного отопления, их необходимо немедленно забетонировать для защиты от механических повреждений.

2.3. Петли труб, закрепленные на арматурной сетке

Стальная арматурная сетка конструкции пола обеспечивает легкое и экономичное крепление труб согласно требуемой схеме раскладки.

Арматурная сетка укладывается на всю площадь пола. Максимальное расстояние между местами крепления к сетке составляет 750 мм, на сгибах 300 мм. Крепление трубы к сетке осуществляется с помощью крепежной проволоки.

Поскольку сетка предназначена для армирования бетонной конструкции необходимо убедиться в том, что сетка не лежит прямо на изоляции.

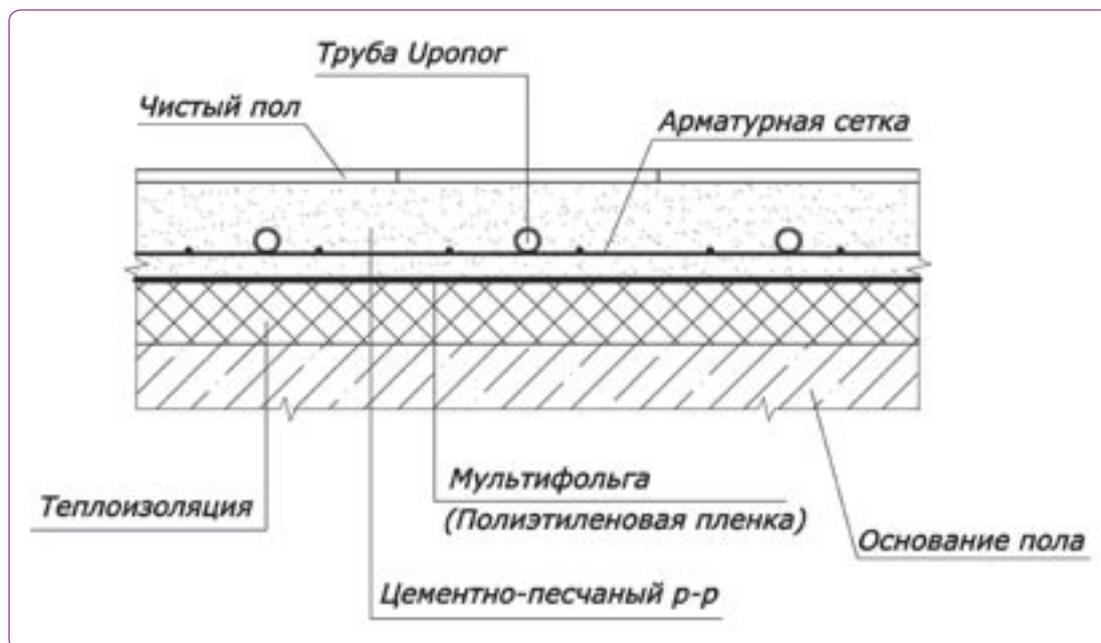


Рис. 2.3 Арматурная сетка.

2.4. Петли труб, зафиксированные пластиковой крепежной лентой

Пластиковую крепежную ленту с зубцами удобно крепить к полистироловой плите. Первая крепежная лента укладывается на расстоянии 300 мм от стены, остальные крепежные ленты укладываются на расстоянии 750 мм друг от друга. Зафиксировать трубу перед заливкой бетона можно также с помощью фиксирующих траков.

2.5. Деревянные полы на балках

Деревянные полы на балках не проводят тепло так эффективно, как бетон. При таких конструкциях необходимо использовать пластины распределения тепла, чтобы достичь равномерной температуры пола. Проверьте чтобы дерево было хорошо высушено (максимальное содержание влаги 10%).

При монтаже паркета необходимо проконсультироваться с производителем о возможности использования паркета с системой напольного отопления.

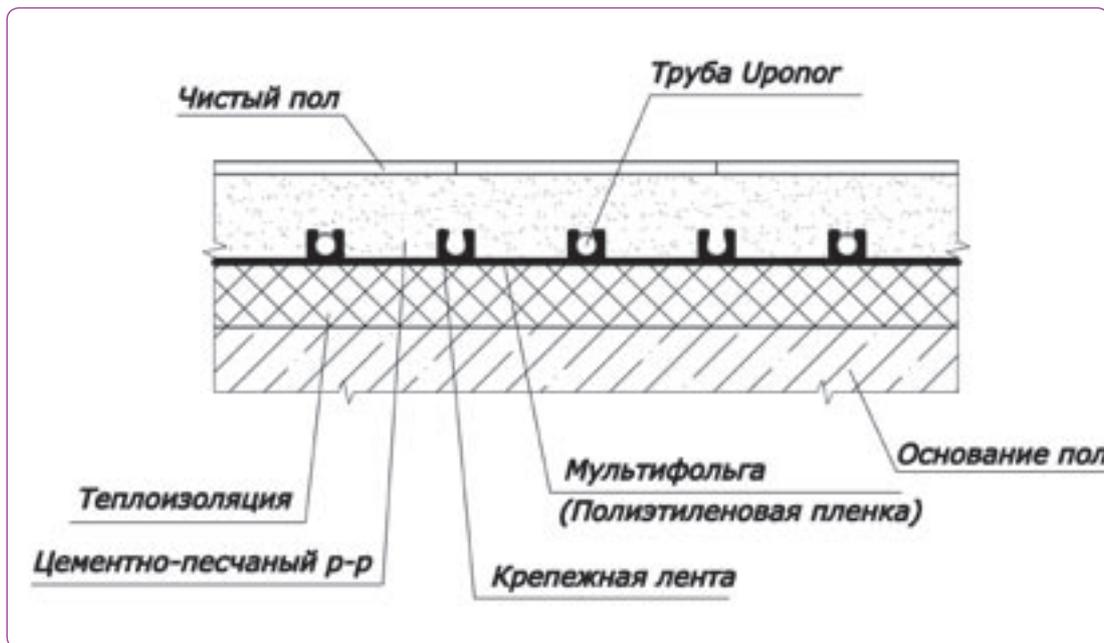


Рис. 2.4 Фиксирующие пластины.

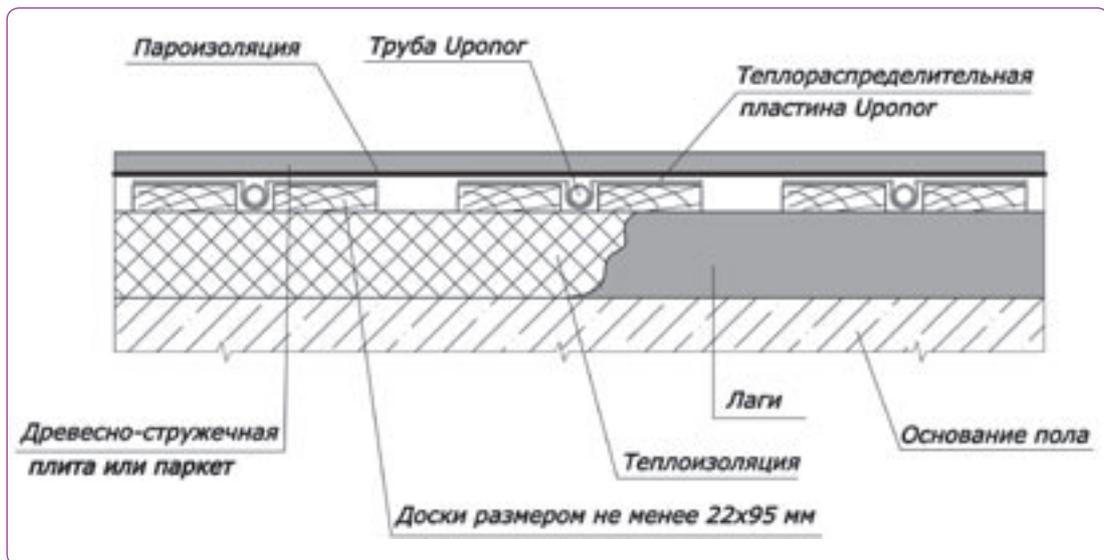


Рис. 2.5 Деревянные полы.

2.6. Материалы для покрытия пола

Структура поверхности пола влияет на излучение тепла. Материал для покрытия пола и его толщина оказывают влияние на теплопередачу.

Толстый ковер от стены до стены действует как изолятор, и поэтому потребуется более высокая температура воды для достижения такой же температуры на поверхности, как если бы использовалось более тонкое покрытие. С другой стороны, изолирующие покрытия для пола обеспечивают более равномерную температуру пола. Другие материалы для покрытия пола, например керамическая плитка, хорошие проводники тепла, для которых требуется более низкая температура воды.

Помните следующее:

Убедитесь в том, что материалы для покрытия пола на базе дерева имеют подходящее влагосодержание для применения их в системе напольного отопления.

Относительно паркетных полов Upronog рекомендует максимальную температуру пола +27°C. Для того, чтобы определить степень воздействия материалов покрытия на теплопередачу, можно использовать следующую формулу. Более высокое значение $1/R$ материала означает, что теплопередача осуществляется более эффективно.

Коэффициент теплопередачи материала покрытия пола:

$$\frac{1}{R} = \frac{\lambda}{d} \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

λ = коэффициент теплопроводности, Вт/м К
 d = толщина, м

Пример:

Каков коэффициент теплопередачи паркета для пола толщиной 14 мм (0,014 м)
 Паркет $\lambda = 0,13 \text{ Вт/м К}$

$$\frac{1}{R} = \frac{0,13}{0,014} 10 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Если толщина бетонного слоя (но уже с керамической плиткой) над трубами 30 мм, то в расчетах принимается $1/R = 100$. В других случаях считайте, как показано выше.

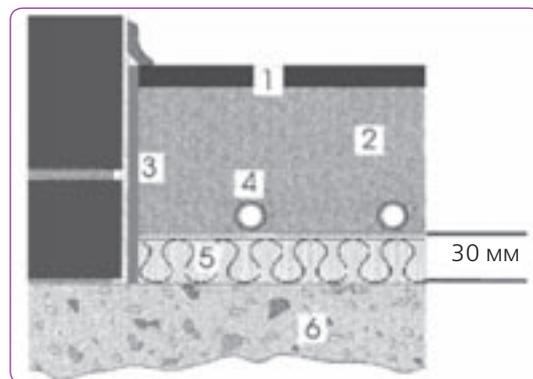
2.7. Требования к теплоизоляции.

Теплоизоляция пола рекомендуется с тем, чтобы уменьшить потери тепла по направлению вниз. Теплоизоляция должна укладываться только на сухую поверхность. Если поверх первого слоя изоляции должен быть уложен второй слой, его стыки не должны совпадать со стыками первого слоя. Верхний изолирующий слой может быть покрыт по всей площади мультифольгой Upronog.

Мультифольга усиливает теплоотдачу, снижает время подогрева и пол быстро реагирует на изменения температурных требований. Для предотвращения попадания влаги на изоляционный слой полосы мультифольги должны перекрывать и герметично заклеиваться клейкой лентой.

Конструкция напольного отопления Для жилых зданий с нагрузкой от 1,5 кН/м² до макс. 5,0 кН/м².

Над отапливаемым помещением		
Изоляционный рулон с мультифольгой 30 мм		
Конструкция изоляции	Высота	R_2 (м ² К/Вт)
Изоляционный рулон 30 мм	30 мм	0,76
Итого изоляция	30 мм	0,76

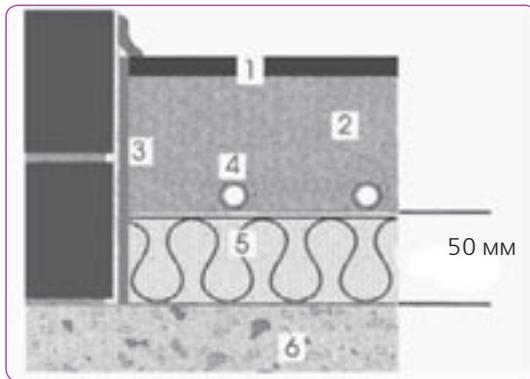


- 1 – напольное покрытие
- 2 – цементно-песчаная стяжка
- 3 – демпферная лента
- 4 – труба Upronog
- 5 – изоляция с мультифольгой
- 6 – межэтажное перекрытие

Над слабо отапливаемым помещением

Изоляционный рулон с мультифольгой 50 мм

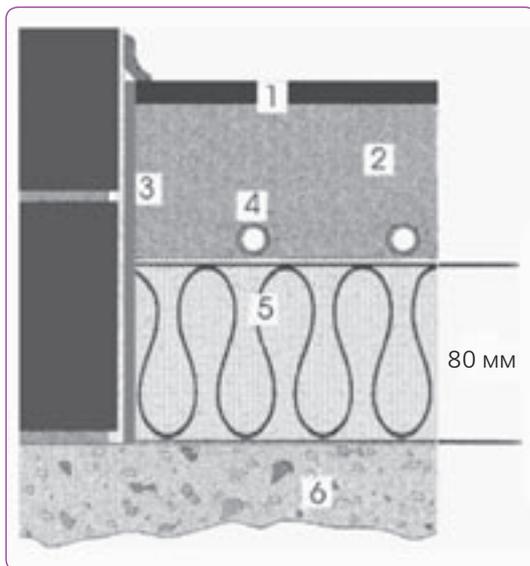
Конструкция изоляции	Высота	R_2 (м ² К/Вт)
Изоляционный рулон	50 мм	0,76
Итого изоляция	50 мм	0,76



Над неотапливаемым помещением или на фундаменте

Изоляционный рулон с мультифольгой 80 мм

Конструкция изоляции	Высота	R_2 (м ² К/Вт)
Изоляционный рулон	80 мм	0,76
Итого изоляция	80 мм	0,76



- 1 – напольное покрытие
- 2 – цементно-песчаная стяжка
- 3 – демпферная лента
- 4 – труба Упорог
- 5 – изоляция с мультифольгой
- 6 – межэтажное перекрытие

2.8. Деформационные швы

Нагреваемая площадь одной петли не должна превышать 30 м² при этом максимальная длина одной из сторон не должна превышать 8 метров (согласно СП 41-102-98). В случае превышения данных параметров, необходимо разделять площадь деформационными швами. По периметру деформационных швов необходимо укладывать демпферную ленту. Площадь напольного отопления может иметь L-, T-, Z-образную форму с возможностью разделения на прямоугольные или квадратные участки.

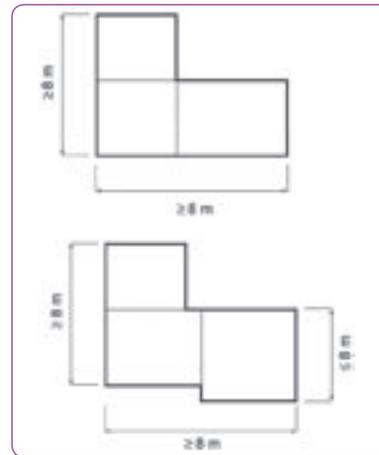


Рис. 2.8.1 Разделение площади деформационными швами.

Петли труб напольного отопления не должны проходить по деформационным швам бетонной заливки. Пересечение может быть только соединительными трубопроводами теплых полов, и исключительно в одной плоскости. В участках пересечения, трубы отопления должны быть оборудованы защитной гофрированной трубой длиной не менее 1 м (согласно СП 41-102-98).

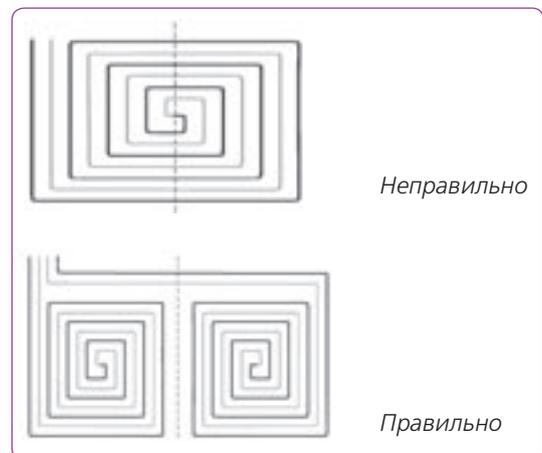


Рис. 2.8.2 Укладка петель при прохождении через деформационные швы.

2.9. Совместимость с системами кондиционирования воздуха и с другими системами отопления

Напольное отопление может быть использовано в комбинации с другими отопительными системами, такими как кондиционирование воздуха, радиаторное отопление и конвекторы. Эти дополнительные отопительные системы должны быть установлены таким образом, чтобы они не мешали регулированию температуры системы напольного отопления.

Это значит, что, например, системы кондиционирования воздуха должны работать при температуре на 2 - 3°C ниже, чем установленная температура помещения с системой напольного отопления. Для эффективного регулирования температуры система напольного отопления должна превалировать над остальными отопительными системами.

В качестве альтернативы, система напольного отопления может быть запрограммирована на постоянную температуру пола (постоянная температура обратного потока воды).

2.10. Температура пола

Ногу человека можно было бы назвать термостатом человеческого тела. В районах, где суровая зима, люди с древних времен обращали внимание на температуру пола. Доказательством этому служит использование элементарного напольного отопления или материалов покрытия с высокой удельной теплоемкостью, таких как деревянные полы или ковры.

В соответствии со стандартом Ассоциацией международных стандартов ISO 7730 наиболее комфортной для человека температурой является температура 19-26°C. Важно обеспечить такую работу системы отопления, чтобы перепад температур на поверхности пола в разных точках не различался более, чем на 5°C. Более резкое падение температуры будет восприниматься ногой человека, как неравномерная температура пола.

Рекомендуется среднюю температуру пола принимать не выше (согласно СНиП 41-01-2003, п.6.5.12):

26 °C – для помещений с постоянным пребыванием людей.

31 °C – для помещений с временным пребыванием людей и обходных дорожек крытых плавательных бассейнов.

Температура поверхности пола по оси нагревательного элемента в детских учреждениях, жилых зданиях и плавательных бассейнах не должна превышать 35 °C.

Различные покрытия пола имеют различные температурные ограничения поверхности пола. Например, для паркета максимальная рекомендуемая температура 27°C.

2.11. Регулирование температуры воды

Существуют различные принципы регулирования температуры воды в системах напольного отопления.

Постоянная температура подающей воды при постоянном потоке воды

Этот способ подходит только в случае применения подогретого пола как второстепенного отопительного источника. Компенсируется только минимальная часть всей тепловой нагрузки. Остальные отопительные системы должны контролировать и регулировать температуру помещения. При таких условиях постоянная температура подающей воды дает почти постоянную температуру поверхности пола. Когда в помещении запроецирована определенная температура, то температура подающей воды должна быть на 2 - 3°C ниже установленной. В противном случае, в некоторых ситуациях температура пола может мешать управлению температурой помещения.

Постоянная температура воды в обратном трубопроводе при постоянном потоке

Применяется аналогично предыдущему примеру. Когда в помещении запроецирована определенная температура, то температура обратной воды должна быть на 8-10°C ниже установленной в помещении.

Изменение температуры подающей воды при постоянном потоке в зависимости от внутренней температуры

По мнению некоторых экспертов по внутреннему климату, самым лучшим является способ контроля внутренней температуры. Причина в том, что большинство зданий имеет очень высокую тепловую инерцию. Это означает, что быстрые изменения наружной температуры влияют на внутреннюю температуру очень медленно. Другими словами, контролирование внутренней температуры гармонирует с тепловой инерцией дома. При применении этого способа регулирования риск от влияния пиковых температур на внутренний климат помещения минимален.

Изменение температуры подающей воды при постоянном потоке в зависимости от наружной температуры

Обратно вышеизложенному, по мнению некоторых экспертов, лучшим способом регулирования считается контроль наружной температуры. Причина в том, что в этом случае можно работать с предварительно рассчитанными кривыми зависимости температуры подающей воды от наружной температуры. Главное преимущество заключается в том, что когда происходит повышение наружной температуры, контрольная система немедленно понижает температуру подающей воды, доводя до минимума нежелательные

потери тепла. С другой стороны, понижение наружной температуры всегда вызывает повышение температуры подающей воды.

Переменный поток при постоянной температуре подающей воды

Некоторые эксперты считают, что самый современный способ регулирования температуры - это применение переменного потока подающей воды с постоянной температурой. Как правило, отдаваемое тепло оценивается измерением разницы температур между подающей и обратной водой в отопительной системе. Большая разница температур указывает на низкую теплоотдачу и, следовательно, малая разница - на высокую.

Постоянная температура поверхности пола

Способ постоянной температуры поверхности пола часто применяется в местах, где поддержание температуры пола крайне существенно, в таких помещениях, как бассейны, душевые и т.д. Поддержание постоянной температуры пола рассматривается только, как часть системы контроля внутреннего климата. Управление температурой производится другими системами отопления. В любом случае, когда температура поверхности пола выше, чем заданная температура помещения, то прогретый пол может влиять на работу системы контроля внутренней температуры.

Принципы и задачи проектирования

Описанные примеры регулирования температуры используются в большинстве случаев комбинированно для того, чтобы осуществить хорошее регулирование внутреннего климата. Это имеет самое большое значение в обеспечении корректного регулирования температуры. В помещении не должно быть поверхностей, выделяющих тепло путем радиации или конвекции, посредством которых генерированный температурный уровень может сбивать систему контроля.

Классической ошибкой является то, что температурные уровни систем отопления и охлаждения связаны почти одинаково и их используют как две индивидуально работающих системы, а не как одну, единоподчиняемую. В некоторых случаях две системы могут, как скаковые лошади на финишной прямой, работать друг против друга на полной мощности. Одной из возможностей избежать этого является использование контроля наружной температуры, который включает одну систему, выключая другую, в зависимости от определенного уровня наружной температуры.

2.12. Регулирование температуры в помещениях

Регулирование температуры в помещениях требуется для достижения максимального комфорта. В одном здании существуют различные потребности тепла в зависимости от внешних факторов

(ориентация здания, направление ветра и т.д.) или внутренних факторов (освещение, открытый огонь, время проживания и т.д.). Напольное отопление отвечает этим требованиям. Температура в каждом помещении может быть точно регулирована при помощи комнатного термостата. Однако, при планировке открытого типа, разные помещения можно рассматривать как единое целое. В таких случаях Urolog рекомендует использовать только один комнатный термостат для контроля всей открытой части, установленный в помещении с наибольшими теплопотерями. Обычно это помещение с наибольшим количеством наружных стен или окон.

Двухпозиционное (вкл-выкл) регулирование

Коррекция температуры в системах Urolog обычно происходит по принципу двухпозиционного регулирования. Например, принимаем, что температура помещения немного ниже, чем заданная комнатным термостатом. Термостат включает отопление. Применяя принцип вкл-выкл, термостат открывает приток тепла в течение 5 минут. После этого он закрывает приток независимо от температуры помещения, когда температура помещения все же ниже заданной, термостат включает снова после 5 минут отопление на следующие 5 минут и т.д. Идея такого принципа регулирования - это повышение температуры пола так равномерно, как возможно, что обеспечивает повышенную степень комфорта. В течение 5 минут, когда термостат открыт, вода циркулирует с большой скоростью и заполняет контур напольного отопления полностью новой водой с равномерной температурой.

Регулирование потока

Системой напольного отопления можно также управлять при помощи регулирования потока. Большой расход обеспечивает высокую теплоотдачу с поверхности пола и низкая скорость - наоборот. Однако, это дает неравномерную температуру поверхности пола.

2.13. Время реагирования

Различные, связанные между собой факторы климатических условий и конструкций здания влияют на время реагирования системы напольного отопления.

Климатические условия

Время реагирования изменяется в соответствии с наружной температурой. Системы отопления спроектированы таким образом, чтобы они могли справиться с температурами во время самых холодных месяцев года. Несмотря на это, системы не спроектированы только для работы в течение этого периода, до и после холодного сезона имеется резерв мощности, который сокращает время реагирования.

Конструкция здания

Теплоизоляция здания, коэффициент теплопередачи U , влияет на работу системы напольного отопления. Если здание имеет недостаточную изоляцию, это приведет к потере энергии, что будет оказывать влияние на время реагирования.

Конструкция пола также влияет на время реагирования. В домах с монолитными бетонными полами бетон будет накапливать энергию, замедляя первоначальное время реагирования. В общественных зданиях этот эффект накопления энергии может быть использован для экономии энергии в ночное время или в конце недели, когда перепад температуры допустим из-за отсутствия людей в здании. Систему можно, например, регулировать недельным таймером, запрограммированным на реагирование системы. В домах с деревянными полами на балках или на стеленными полами – наоборот, более короткое время реагирования, так как дерево имеет низкую теплоемкость.

2.14. Проектирование и монтаж системы напольного отопления

Грамотный проект и правильный монтаж системы крайне важны для удовлетворительной работы системы напольного отопления. Основные аспекты при проектировании, такие как конфигурация петли, размер трубы, шаг и глубина укладки, как и другие важные аспекты, которые влияют на работу системы, например температура воды и необходимый расход, являются расчетными величинами. В заключение, правильная укладка труб и балансирование петель труб обеспечат эффективную работу системы.

2.15. Конфигурация петли

Имеется три основных типа конфигурации петли напольного отопления. Выбор типа конфигурации

зависит от техники и традиций строительства в разных странах.

Вообще при составлении планов укладки труб необходимо обратить внимание на то, чтобы направить подающий поток воды к внешним стенам или другим потенциально холодным зонам. На этой стадии необходимо принять во внимание такой момент, как предотвращение прохождения петель через деформационные швы, которые имеются в бетонной плите.

Понижение температуры в петлях трубы должно удерживаться на низком уровне, приблизительно 5°C , чтобы избежать неравномерной температуры пола.

Конфигурация А

Конфигурация А обеспечивает легкий монтаж труб и более равномерное распределение тепла по поверхности пола. Колебания температуры на малых площадях минимальные.

Основным преимуществом конфигурации А является то, что она легко приспособливаема ко всем видам конструкции пола. Она может быть легко преобразована для обеспечения различных потребностей тепла путем изменения шага укладки трубы.

Конфигурация А подходит для большинства систем напольного отопления в жилых домах.

Конфигурация А

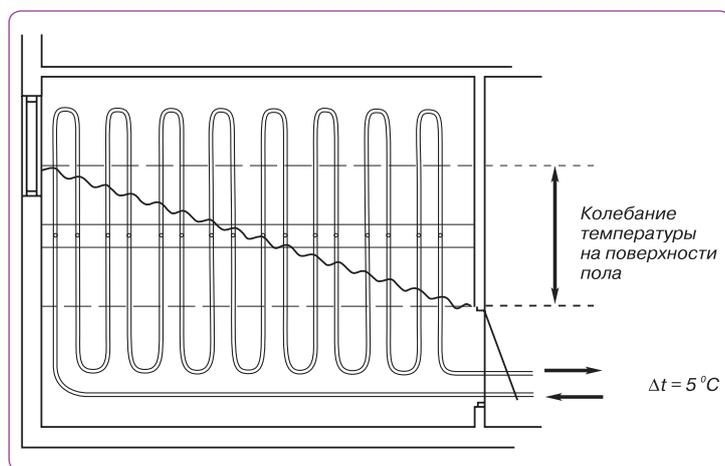


Рис. 2.15.1 Конфигурация А, одиночный змеевик.

Конфигурация В

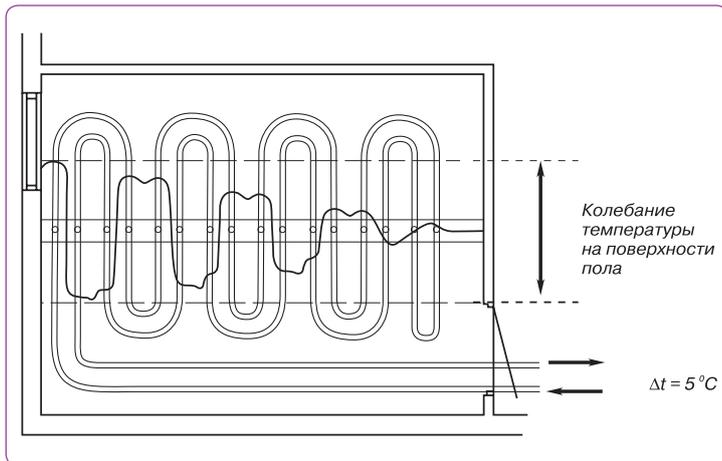


Рис. 2.15.2 Конфигурация В, параллельная укладка подающей и обратной труб.

Эту конфигурацию характеризует то, что трубы подающего и обратного потока воды на схеме укладки петель направляются параллельно друг другу.

Конфигурация В обеспечивает равномерную среднюю температуру, но при ней возможны более высокие колебания температуры на малых площадях. Она подходит для отопления более обширных площадей с повышенной потребностью тепла, например для общественных зданий, ангаров или системы снеготаяния.

Конфигурация С

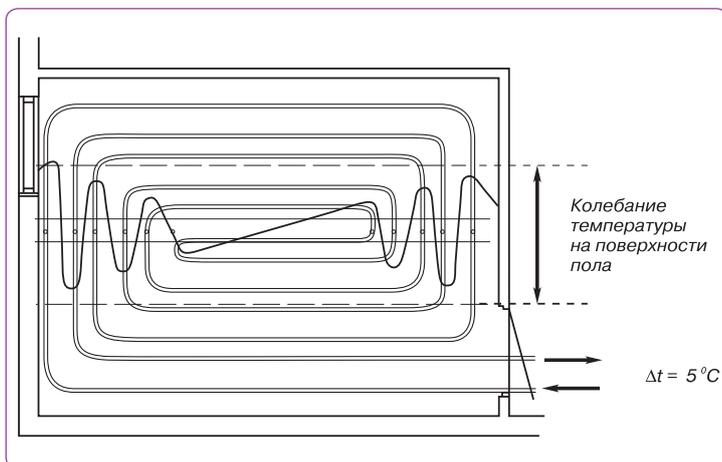


Рис. 2.15.3 Конфигурация С, трубы поступающей и обратной воды уложены параллельно спирали.

Эта конфигурация является, в основном, вариантом конфигурации В, но она выполнена в форме спирали.

Конфигурация С подходит для жилых домов с повышенной потребностью тепла. Она не рекомендуется для установки на конструкциях деревянных полов.

Эта конфигурация разрешает проблему жесткости некоторых труб, труба может быть уложена с маленьким шагом.

2.16. Размер трубы

Для системы водяного напольного отопления наиболее оптимальной является труба Uponor rePEX диаметром 20x2,0 мм. Несмотря на это, могут быть приняты во внимание и другие размеры, например когда имеются специальные требования по теплоотдаче и падению давления. Практические аспекты, такие как гибкость трубы, тоже могут иметь значение при определении диаметра трубы.

Различные диаметры труб требуют корректировку температуры воды. Диаграмма 2.16.1 показывает это отношение в виде поправочного коэффициента.

Например, если труба диаметром 15 мм используется вместо трубы диаметром 20 мм, температура воды должна быть повышена на коэффициент 1,02, т.е. на 2%. Необходимо помнить, что для поддержания постоянного потока воды нужно также увеличить скорость потока, и это в свою очередь ведет к увеличению падения давления.

Поправочный коэффициент

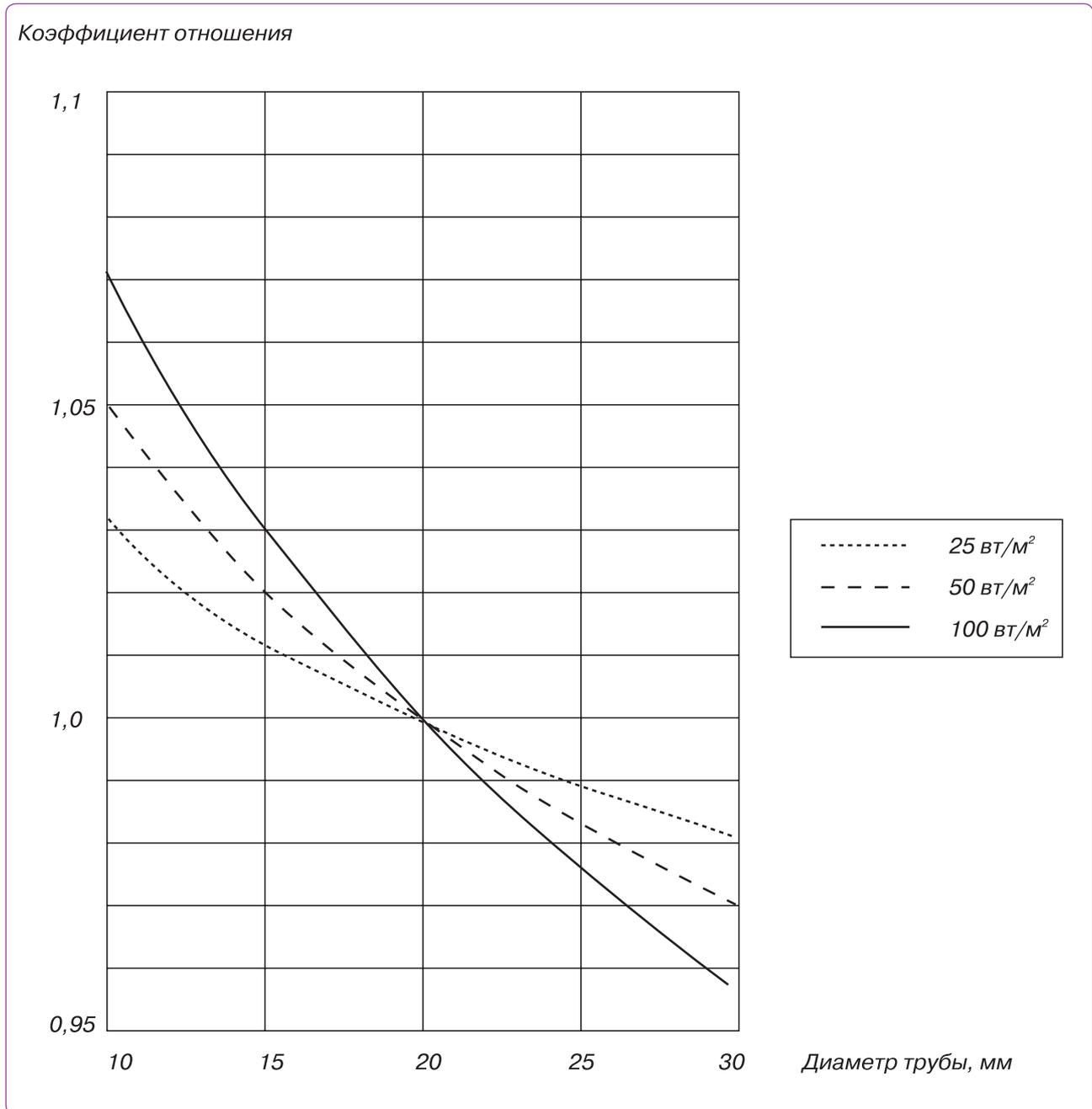


Диаграмма 2.16.1. Зависимость температуры воды от диаметра трубы.

2.17. Глубина укладки трубы

Глубина укладки трубы находится в прямой зависимости от температуры воды. Диаграмма 2.17.1 ниже показывает это отношение. В системе, где труба уложена на большей глубине, температура воды должна быть выше. Несмотря на это, при более глубокой укладке температура пола будет более равномерной.

В бетоне рекомендуемая глубина укладки 30-70 мм. Если труба установлена слишком близко к поверхности бетонной плиты, температура по поверхности пола может изменяться чересчур много. С другой стороны, если труба установлена глубоко внутри бетонной плиты, часть энергии тепла будет накапливаться. Такая ситуация увеличивает время реагирования.

Примечания:

В системах, где материал над трубой имеет более низкую теплопроводность (дерево), труба может быть расположена ближе к поверхности.

Когда трубы укладываются в бетон, важно избегать воздушные пустоты вокруг трубы, которые могут уменьшить передачу тепла в бетоне.

Поправочный коэффициент

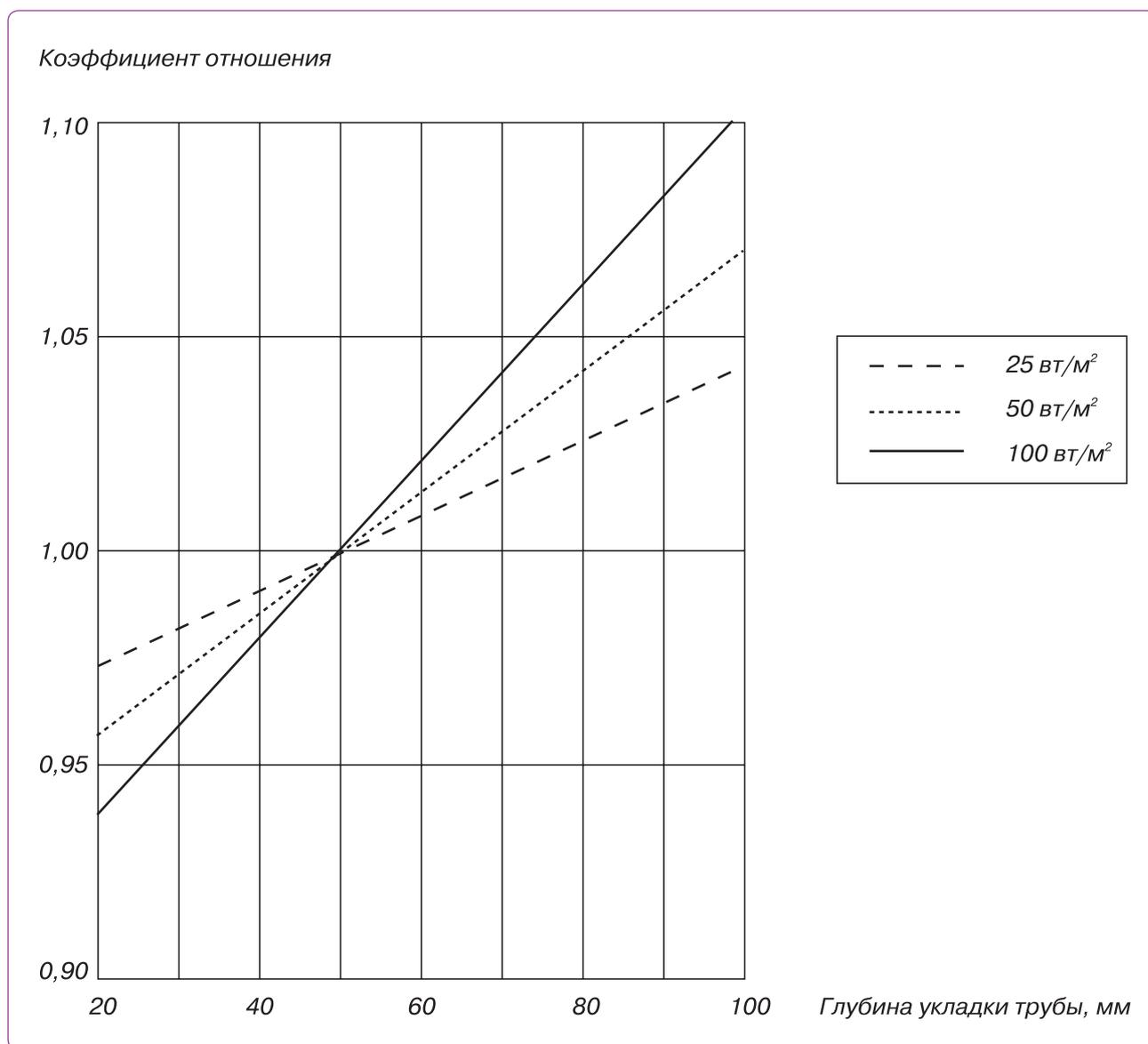


Диаграмма 2.17.1 Зависимость температуры воды от глубины укладки трубы.

2.18. Шаг укладки трубы

Исходя из экономических и технических аспектов, шаг укладки трубы Uropog rePEX диаметром 20 x 2,0 мм (расстояние между осями соседних труб) 300 мм делает оптимальными проектирование и монтаж напольного отопления. Данный шаг укладки широко распространен в системах напольного отопления в скандинавских странах.

Одним важным фактором, определяющим шаг укладки трубы, является колебание температуры на поверхности пола. Исследования чувствительности стопы человека показывают, что он не может различать колебания температуры менее 2°C. Шаг трубы 300 мм для конфигурации А в ранее уложенном бетоне на глубине минимально 30 мм поддерживает температуру в пределах, где человеческая стопа не в состоянии почувствовать любое колебание температуры пола.

Поправочный коэффициент

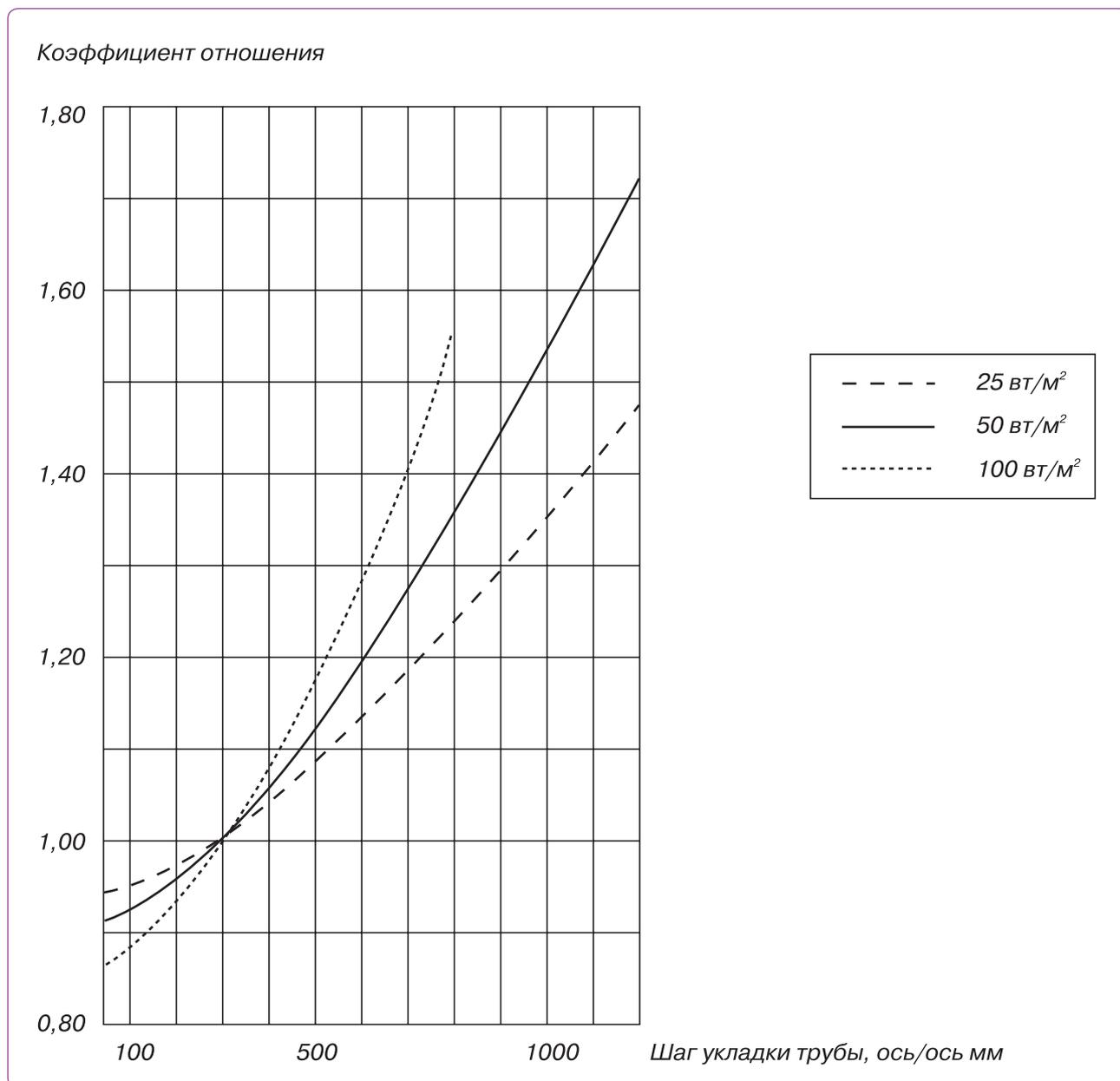


Диаграмма 2.18.1 Зависимость температуры воды от шага укладки трубы.

Существуют три основных переменных величины при проектировании напольного отопления: теплопотери, температура воды и шаг укладки трубы. Решающей переменной величиной являются, конечно, теплопотери. Для упрощения проектных расчетов можно оставить постоянной либо температуру воды, либо шаг укладки трубы.

а) Постоянная температура воды

Если температура подаваемой воды поддерживается постоянной, то теоретически различающийся шаг укладки трубы будет уравнивать неравномерность распределения температуры пола. Однако, изменение шага укладки трубы имеет больше пользы при переменных температурах.

В домах с различными конструкциями пола, например бетонный пол на грунте на первом этаже и пол на деревянных балках на втором этаже, где разница требуемой температуры воды между этажами может быть более, чем 15°C, трудно компенсировать разницу температур только изменением шага укладки трубы.

Поэтому системы с постоянной температурой воды главным образом применяются там, где назначение отапливаемого пола второстепенное и/или когда подающая вода только с одной температурой: например в случае, когда для напольного отопления применяются отработанные тепло или тепловые насосы.

Не только это является причиной ограниченного применения, но и технические неудобства укладки труб с различным шагом. Другой недостаток очевиден в случае, если покрытие пола заменяется другим, например при замене керамических плиток на ковер от стены до стены: шаг укладки остается прежним, таким образом уменьшая теплоотдачу.

б) Постоянный шаг укладки трубы

При постоянном шаге укладки трубы происходит изменение температуры подающей воды. Упрощается проектирование (чертежи и т.д.) и монтаж. Монтажник укладывает трубы с одним и тем же шагом и остается лишь вопрос регулировки температуры.

Необходимо помнить, что существуют ограничения температуры воды. В случаях, когда требуется более высокая температура необходимо применить разный шаг укладки трубы и разную конфигурацию петли.

Если контур спроектирован шагом укладки трубы не 300 мм, температура воды должна быть принята другой для достижения такой же теплоотдачи. См. диаграмму 2.18.1 выше. Например, если шаг укладки трубы 400 мм вместо 300 мм, необходимо повышение температуры воды на 10%. Шаг укладки трубы 100 мм наоборот потребует уменьшения температуры воды на 10%. Однако, обратите внимание на то, что при этом понадобится большее количество труб для покрытия одной и той же площади, и соответственно увеличится стоимость системы.

2.19. Расположение коллекторов

В начальной стадии проектирования необходимо тщательно продумать расположение коллекторов. Коллекторы должны быть расположены по возможности в центре здания, чтобы длина проложенных труб между коллекторами и индивидуальными зонами отопления была минимальной.

Это поможет сбалансировать систему и улучшить регулирование температуры в отдельных помещениях. Коллектор должен быть размещен таким образом, чтобы было легко проводить обслуживание и чтобы уменьшить возможный ущерб от затопления водой, если возникнет необходимость ремонта. При этом эстетическая сторона играет несущественную роль, так как коллекторы спрятаны в стене и таким образом не видны.

Глава 3. Трубы Uponor PEX

3.1. Материал PEX

Трубы Uponor PEX изготовлены из модифицированного полиэтилена высокой плотности по методу Энгеля. Модификация представляет собой химический процесс, в ходе которого двухмерные молекулярные СН - цепи полиэтилена связываются при помощи химических связей в трехмерную сеть. Новая структура материала не дает возможность расплавить или растворить PEX материал, пока не разрушена его структура.

Uponor PEX материал обладает общими свойствами, характерными большинству пластмасс, но некоторые из них уникальны:

- Не подвержен коррозии или эрозии
- Не подвержен влиянию добавок в бетоне
- Силы теплового расширения невелики и не способствуют возникновению трещин в PEX материале или в бетоне, где она находится.
- Устойчивость к царапинам, глубина которых может достичь до 20% толщины стенки трубы
- Трубы выдерживают многократное замерзание воды
- Очень низкий коэффициент трения
- Легкий вес
- Достаточная эластичность, позволяющая использовать малые радиусы изгиба
- Гибкость при температуре до -40°C
- Эластичность, которая уменьшает гидравлические удары до 70%
- Эластичность, которая уменьшает возникающий в трубах шум

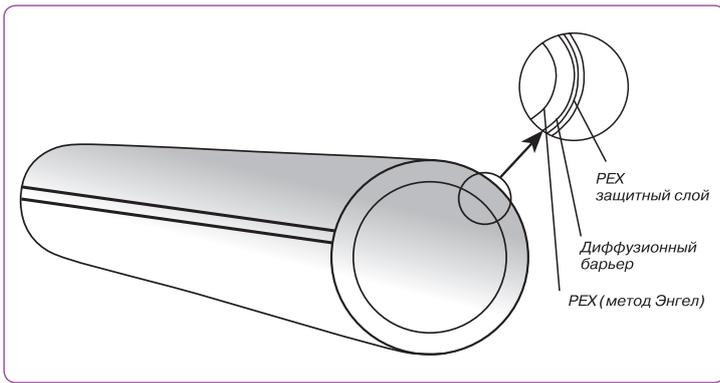
3.2. Параметры трубы Uponor rePEX

Первая труба Uponor PEX была произведена в 1972 г. в Швеции под маркой Wirsbo. С тех пор специально разработана и усовершенствована для применения в системах напольного отопления труба Uponor rePEX.

Труба Uponor rePEX покрыта антидифузионным слоем, предотвращающим попадание кислорода в систему отопления (проницаемость кислорода менее $0,1\text{г}/\text{м}^3 \times 24\text{ч}$ при 40°C), не подвержена эрозии, коррозии и влиянию добавок в бетоне. Снаружи труба покрыта дополнительным слоем от механических повреждений.

Размер, мм	20x2,0
Длина бухты, м	120, 240, 480
Вес, кг/100 м	11,7
Объем воды, л/м	0,117
Шероховатость, мм	0,0005
Теплопроводность Вт/м °C	0,35
Коэффициент линейного расширения м/мК	$1,4 \times 10^{-4}$
Максимальная рабочая температура, °C	95
Рабочее давление, бар	6
Мин. Радиус изгиба, мм	100

Таблица 3.2.1. Характеристика трубы Uponor rePEX 20x2,0.



В системе напольного отопления, где используются трубы Уропор реРЕХ силы от теплового расширения незначительны. Удлинение и расширение труб не может происходить, когда они залиты в бетон. Тем не менее, поперечное расширение приводит к незначительному увеличению толщины стенки. Это значит, что трубы не повредят бетон, например вызвав трещины как в случае металлических труб.

Рис. 3.2.1. Кислородный диффузионный барьер на трубе Уропор реРЕХ.

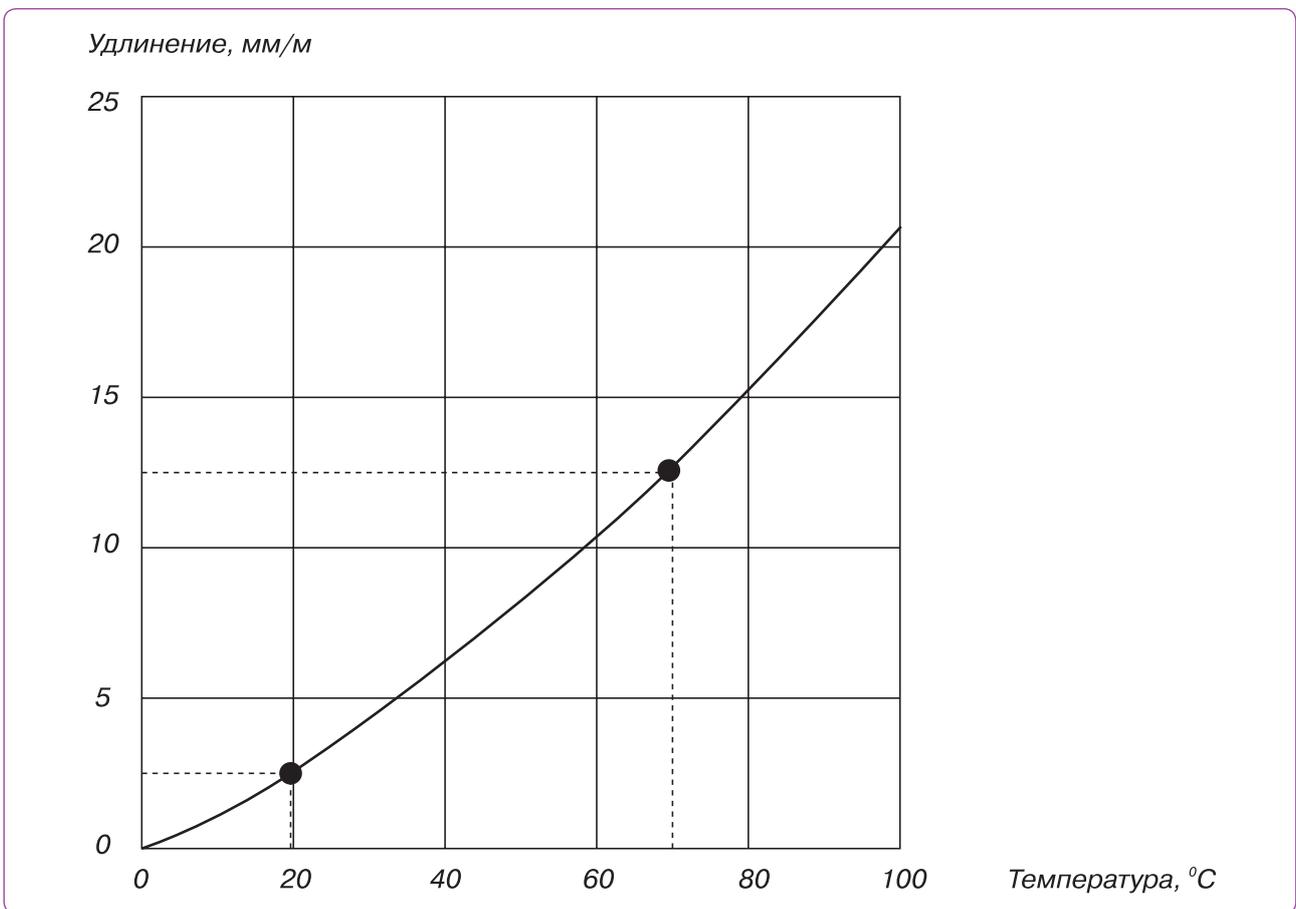


Диаграмма 3.2.1. Тепловое удлинение труб Уропор РЕХ.

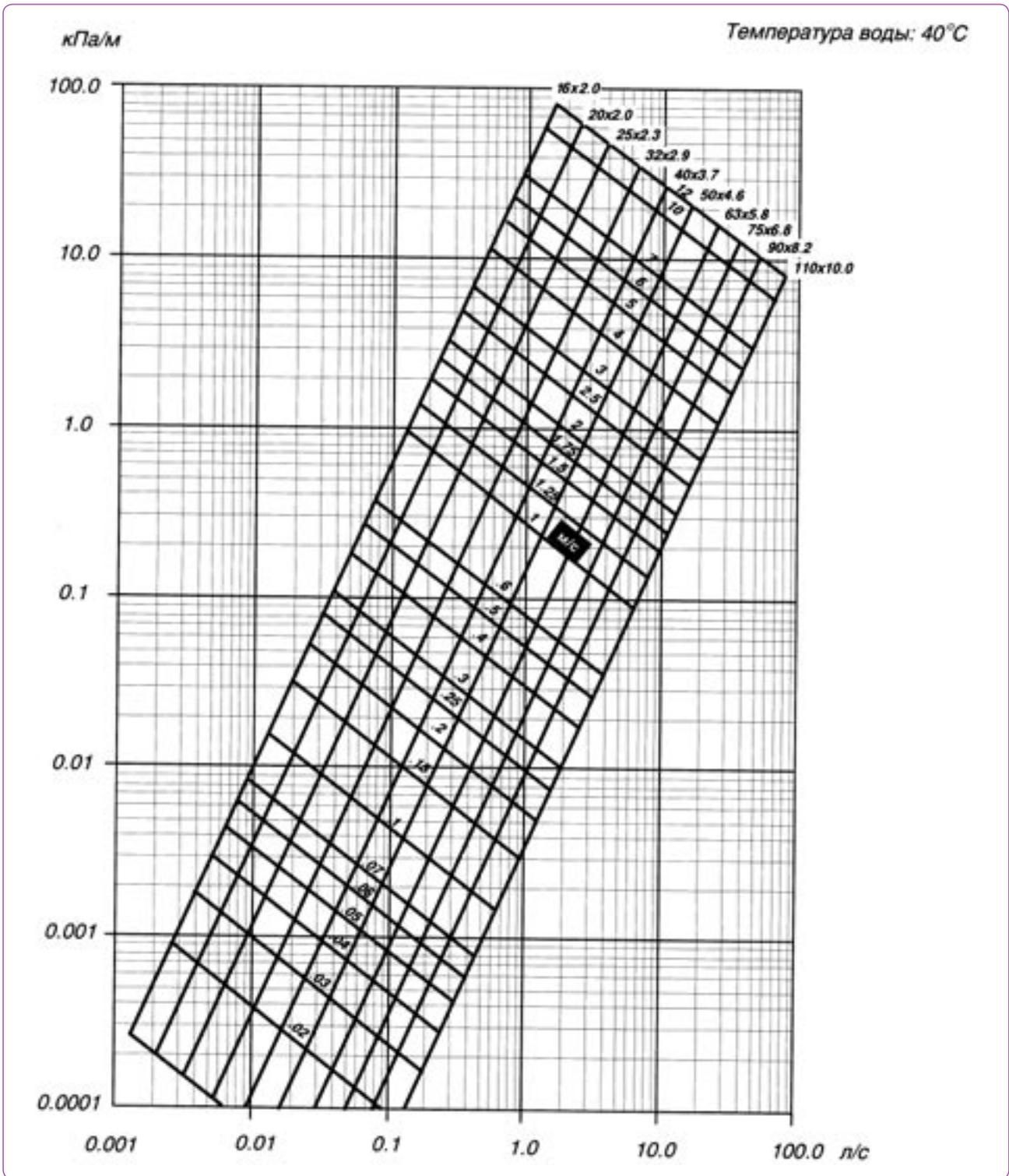


Диаграмма 3.2.2. Номограмма потерь давления в трубах Uronor rePEX и Uronor evalPEX.

Глава 4. Методы расчетов

4.1. Основные положения

В полный проект системы напольного отопления входят:

- Спецификация материалов
 - Схема укладки труб
 - Техническая информация относительно перепада давления, температуры воды и предустановки вентилей для балансирования петель трубы
- Проект может быть выполнен вручную.

В первую очередь, до начала проектирования и осуществления расчетов нужно проверить, чтобы имелась вся необходимая исходная информация. Должны быть:

- Ясный и четкий чертеж здания с указанием масштаба
- Детальные теплотери (Вт/м²)
- Указание расположения котла в здании и место расположения стояков или ответвлений внутри здания.

Во-первых, выберите место расположения коллекторов. Коллекторы могут быть расположены в гардеробе, кладовке, под раковиной или встроены в стену и закрываться крышкой шкафчика. В общественных зданиях для этой цели можно использовать закрывающийся на замок металлический шкаф. Для каждого помещения желательно, чтобы была своя петля трубы. Для больших помещений необходимы 2 и более петли. Один термостат может контролировать до 5 петель и коллекторы могут обслуживать до 10-12 петель. Тем не менее, в индивидуальных домах обычных размеров более практично ограничить это число до 6-8 петель.

Конструкция пола должна отвечать действующим государственным требованиям и стандартам, касающимся дренажа, пароизоляции и т.д. Всегда следуйте инструкциям производителя материала для напольного покрытия.

4.2. Исходные данные

Настоящее руководство рассматривает в основном следующие исходные данные:

- Температура в помещении 20°C
- Теплотери здания составляют < 100 Вт/м², исключая теплотери через пол (для ограничения температуры пола до 29°C)
- Понижение температуры в петле трубы приблизительно 5°C
- Конфигурация петли - одиночный змеевик
- Шаг укладки трубы 300 мм
- Петли из трубы Uponor rePEX диаметром 20x2,0 мм
- Магистральные трубы Uponor evalPEX

4.3. Потребность тепла (q_{расч})

Низкая потребность энергии - результат отличной теплоизоляции зданий (окна с тройным остеклением и т.д.). Такая q_{расч} применяется в расчетах при проектировании напольного отопления объектов в странах с более мягким климатом. Несмотря на это, принято делать расчеты, исходя из q_{расч} = 100 Вт/м², которая покрывает потребность энергии в большинстве случаев и обеспечивает температуру пола 29°C, что является максимальной комфортной температурой пола.

Обратите внимание на то, что связь между q_{расч} и температурой пола не зависят от таких переменных величин проекта напольного отопления, как скорость потока воды, температура воды, шаг укладки трубы, глубина укладки трубы, размер трубы и конфигурация петли (см. раздел ниже Коэффициент теплопередачи пола).

Расчет с q_{расч} = 100 Вт/м² по сравнению с q_{расч} = 50 Вт/м² не влияет на расход материала (количество петель), используемого в системе. Это значит, что заранее выполненные проектные работы по составлению спецификации материалов остаются прежними независимо от q_{расч}. Параметры, которыми можно варьировать в соответствии с q_{расч} - это расход воды, который определяет размер магистральных труб, размер насоса или регулирование насоса, и температура воды, которая определяет температуру поступающего потока.

Величина q_{расч} рассчитывается:

$$q_{\text{расч}} = \frac{P}{A_{\text{пол}}} \text{ Вт/м}^2$$

P = теплотери, Вт
A_{пол} = площадь пола, м²

Теплотери P, зависят от конструкции самого здания и требуются в расчетах при выборе типа отопительной системы. Другими словами, их определение является обычной частью процесса проектирования. Тем не менее, при проектировании отопительных систем необходимо принимать во внимание следующее.

Общая формула для расчета P:

$$P = \Delta T \cdot (U_{\text{пот}} \cdot A_{\text{пот}} + U_{\text{пол}} \cdot A_{\text{пол}} + U_{\text{стн}} \cdot A_{\text{стн}} + U_{\text{окн}} \cdot A_{\text{окн}} + U_{\text{двр}} \cdot A_{\text{двр}} + V \cdot C_p \cdot \rho \cdot n \cdot 1000/3600) \text{ Вт}$$

(пот = потолок, пол = пол, стн = стена, окн = окна, двр = двери)

$$\Delta T = T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}}, ^\circ\text{C}$$

$T_{\text{вн}}$ = расчетная температура в помещении, $^\circ\text{C}$

$T_{\text{нар}}$ = расчетная наружная температура, $^\circ\text{C}$

$U_{\text{пот}}$ = общий коэффициент теплопередачи для поверхности потолка, Вт/ $\text{м}^2\text{K}$

$A_{\text{пот}}$ = площадь поверхности потолка, м^2

V = объем воздуха в здании/помещении, м^3

C_p = удельная теплоемкость 1 м^3 воздуха при постоянном давлении, кДж/кгK около $1,0 \text{ кДж/кгK}$ ($1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт с}$)

ρ = $1,20 \text{ кг/м}^3$ для воздуха при температуре 20°C

n = кратность воздухообмена, раз/час

Пример:

Рассчитайте $q_{\text{расч}}$ для следующего здания:

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

Длина	= 10 м	$U_{\text{пот}}$	= 0,2 Вт/ $\text{м}^2\text{K}$
Ширина	= 10 м	$U_{\text{пол}}$	= 0,3 Вт/ $\text{м}^2\text{K}$
Высота	= 2,5 м	$U_{\text{стн}}$	= 0,3 Вт/ $\text{м}^2\text{K}$
Апол	= $10 \cdot 10 = 100 \text{ м}^2$	$U_{\text{окн}}$	= 2,0 Вт/ $\text{м}^2\text{K}$
V	= $100 \cdot 2,5 = 250 \text{ м}^3$	$U_{\text{двр}}$	= 1,0 Вт/ $\text{м}^2\text{K}$
N	= 0,5 раз/час	$A_{\text{окн}}$	= 25 м^2
$T_{\text{вн}}$	= 20°C внутри	$A_{\text{двр}}$	= 4 м^2
$T_{\text{нар}}$	= -20°C снаружи		

Расчет:

$$P = (20+30+21,3+50+4+41,7) \cdot (20 - (-20)) = 167 \cdot 40 = 6680 \text{ Вт}$$

(потолок + пол + стены + окна + двери + вентиляция) • разница температуры

$U_{\text{пот}} \cdot A_{\text{пот}}$	= $0,2 \cdot 100$	= 20	12,0%
$U_{\text{пол}} \cdot A_{\text{пол}}$	= $0,3 \cdot 100$	= 30	18,0%
$U_{\text{стн}} \cdot A_{\text{стн}}$	= $0,3 \cdot ((10+10+10+10) \cdot 25 - 25 \cdot 4)$	= 21,3	13,0%
$U_{\text{окн}} \cdot A_{\text{окн}}$	= $2,0 \cdot 25$	= 50	30,0%
$U_{\text{двр}} \cdot A_{\text{двр}}$	= $1,0 \cdot 4$	= 4	2,3%

$$\frac{V \cdot C_p \cdot \rho \cdot 1000 \cdot n}{3600} = \frac{250 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot 0,5}{3600} = \frac{41,7}{167} = 24,7\%$$

$$q_{\text{расч}} = \frac{P}{A_{\text{пол}}} = \frac{6680}{100} = 67 \text{ Вт/м}^2$$

Комментарий:

Интересно рассмотреть структуру распределения теплотерь в доме, приведенном выше. Площадь окон составляет 8% от общей площади, но потери тепла через них составляют 30% от общих потерь.

В зависимости от устанавливаемой отопительной системы распределение потерь тепла может изменяться. Например, системы, основанные на радиаторах и конвекторах, имеют наивысшую комнатную температуру близко к потолку (см. рис. 1.2.3) и, таким образом, обеспечивают более высокие потери тепла при вентиляции воздуха. Их можно сократить с помощью установки дополнительного теплового насоса или теплообменника, который утилизирует тепло выходящего воздуха.

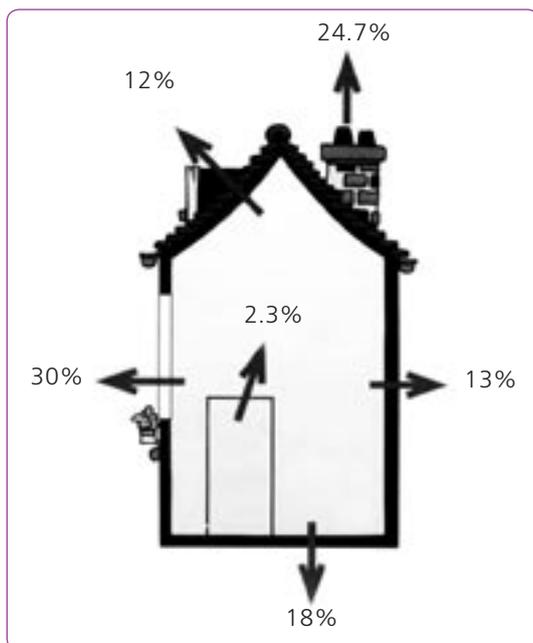


Рис. 4.3.1 Распределение потерь тепла.

4.4. Коэффициент теплоотдачи пола

Коэффициент теплоотдачи пола $\alpha_{\text{пол}}$ составляет 10 - 12 Вт/м²К. $\alpha_{\text{пол}}$ имеет два компонента: радиацию и конвекцию, каждый из которых покрывает около 50% от общей $\alpha_{\text{пол}}$.

Следующую формулу можно применить для расчета средней температуры поверхности пола:

$$\Delta T = t_{\text{пол}} - t_{\text{пом}} = \frac{q_{\text{расч}}}{\alpha_{\text{пол}}}$$

Пример:

Рассчитайте температуру пола здания при $q_{\text{расч}} = 63$ Вт/м².

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

$$\begin{aligned} q_{\text{расч}} &= 63 \text{ Вт/м}^2 \\ \alpha_{\text{пол}} &= 11 \text{ Вт/м}^2\text{К} \\ t_{\text{пом}} &= 20^\circ\text{C} \end{aligned}$$

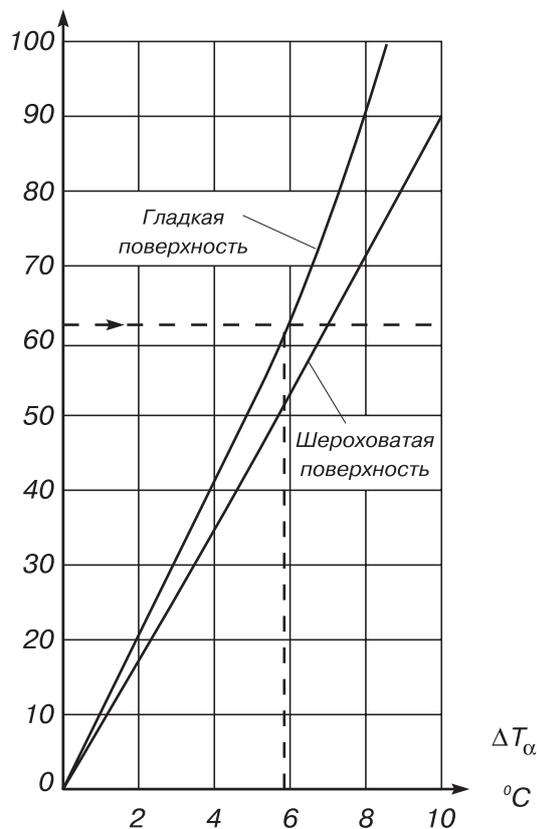
Расчет:

$$t_{\text{пол}} = 20 + 63/11 = 25,7^\circ\text{C}$$

(Заметьте, что эта цифра не должна превышать максимальную температуру пола.

$\Delta T\alpha = t_{\text{пол}} - t_{\text{пом}}$ можно определить по диаграмме 4.4.1. Эта диаграмма учитывает свойства поверхности пола, т.е. является ли поверхность гладкой (керамическая плитка) или нет (ковер от стены до стены). Понижение температуры $\Delta T\alpha$ равно приблизительно 5,7°C, к ней надо прибавить $t_{\text{пом}} = 20^\circ\text{C}$. Таким образом, температура пола будет составлять $20 + 5,7 = 25,7^\circ\text{C}$.

q , Вт/м² поверхность пола



Пример:
 $\Delta T_{\alpha} \approx 5,7^{\circ}\text{C}$

Диаграмма 4.4.1 Теплоотдача поверхности пола.

4.5. Коэффициент теплопередачи покрытия пола

Тип материала для покрытия пола и его толщина влияют на понижение температуры в этом слое. Коэффициент теплопередачи можно рассчитать по следующей формуле:

$$\frac{1}{R} = \frac{\lambda}{d}$$

R = термическое сопротивление, м²К/Вт
 λ = коэффициент теплопроводности, Вт/мК
 d = толщина, м

Пример 1:

Рассчитайте величину коэффициента теплопередачи $1/R$ для паркетного пола.

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

$\lambda = 0,13$ Вт/мК

$d = 13$ мм

Расчет:

$$\frac{1}{R} = \frac{0,13}{0,013} = 10 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Понижение температуры через покрытие пола.

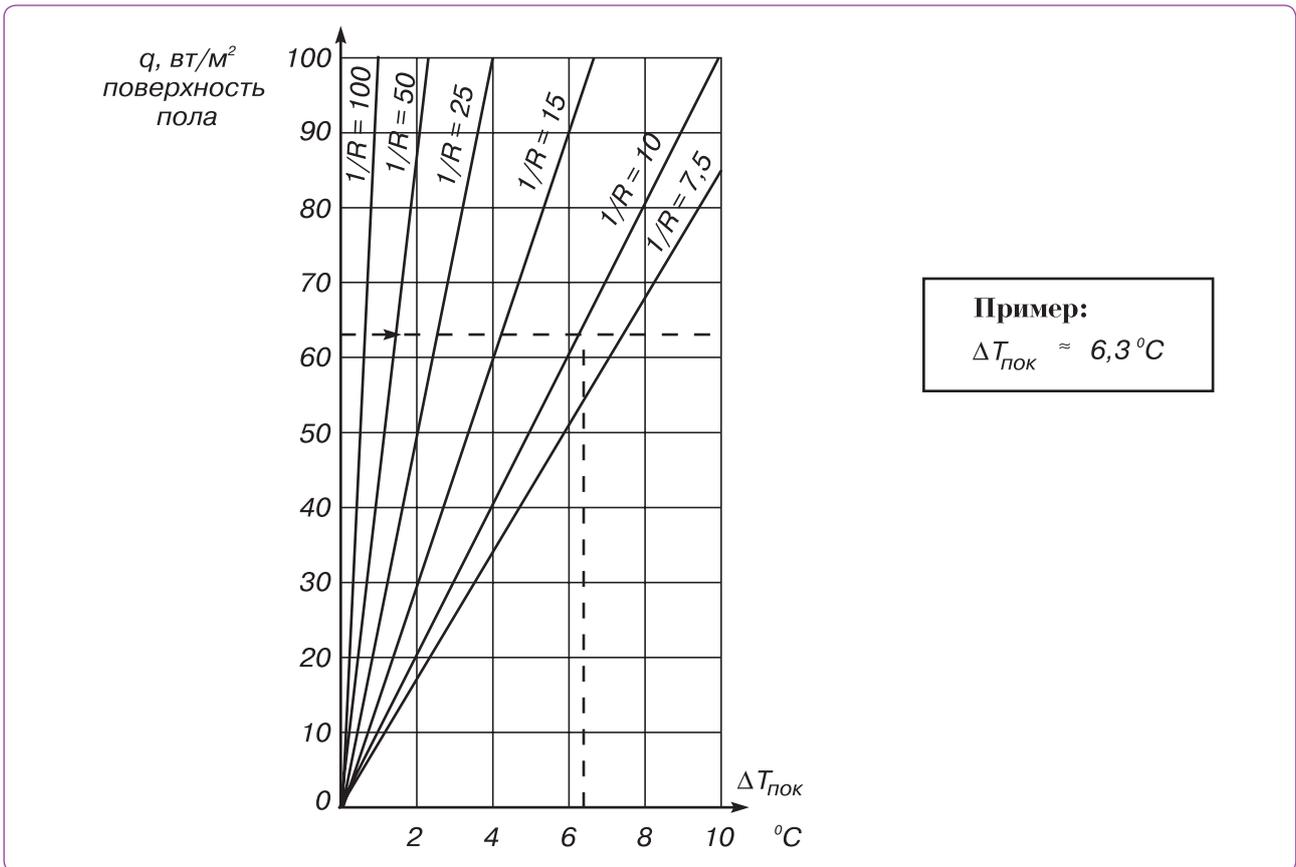


Диаграмма 4.5.1 Понижение температуры через покрытие пола.

Пример 2:

Рассчитайте понижение температуры через покрытие пола.

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

$$\frac{1}{R} = 10 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

$$q_{\text{расч}} = 63 \text{ Вт/м}^2$$

Расчет:

Понижение температуры через покрытие пола при $q_{\text{расч}} = 63 \text{ Вт/м}^2$ и $1/R = 10 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ можно определить по диаграмме 4.5.1. Понижение температуры составляет приблизительно 6,3°С.

4.6. Конструкция пола

Трубы напольного отопления могут быть установлены в различных конструкциях пола, как описано в разделах в начале предыдущей главы.

Понижение температуры через эти конструкции пола показано на диаграмме 4.6.1 внизу, где:

Линия А относится к бетонным наливным полам*

Линия В относится к настеленным полам с древесностружечной плитой толщиной 16 мм**

Линия С относится к полам деревянной конструкции с древесностружечной плитой толщиной 22 мм**

*) Слой бетона над трубой от 30 до 70 мм

**) 80% площади пола покрыто алюминиевыми теплораспределительными пластинами

Пример:

Рассчитайте понижение температуры через бетонный монолитный пол.

Данные:

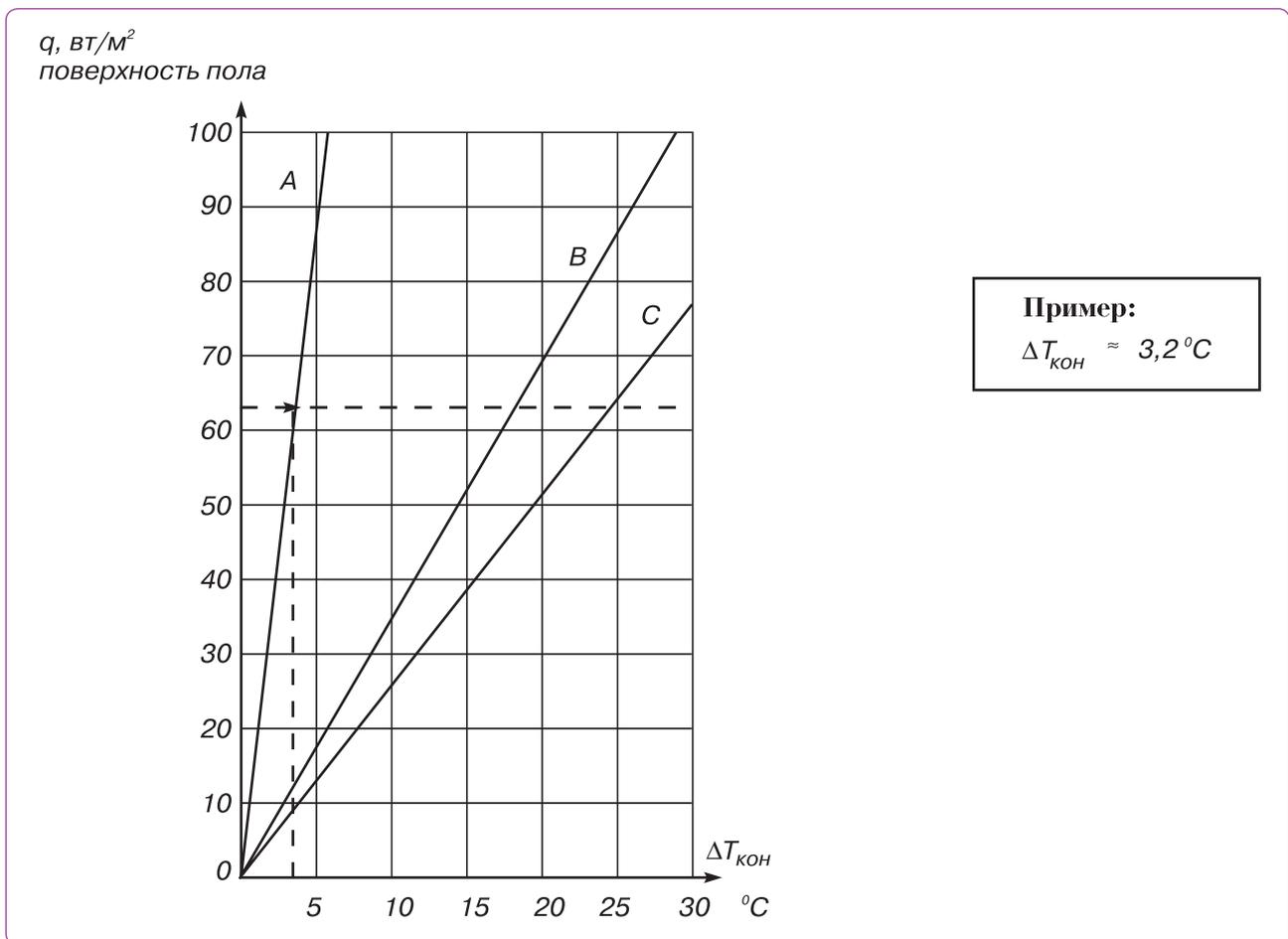
Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

Толщина бетонного слоя = 40 мм

$q_{\text{расч}} = 63 \text{ Вт/м}^2$

Расчет:

Из диаграммы 4.6.1, линия А, понижение температуры $\Delta T_{\text{кон}}$ приблизительно $3,2^\circ\text{C}$.



Пример:
 $\Delta T_{\text{кон}} \approx 3,2^\circ\text{C}$

Диаграмма 4.6.1 Понижение температуры в полах различной конструкции.

4.7. Температура воды

Температура воды в трубах напольного отопления определяется температурой помещения, которая должна быть достигнута при определенной $q_{\text{расч}}$. Эта температура является средней температурой воды.

Системы напольного отопления обычно спроектированы с понижением температуры в петле на 5°C . Это может быть выражено, как $\Delta T_{\text{пет}} = t_{\text{под}} - t_{\text{обр}} = 5^\circ\text{C}$. Незначительное понижение температуры в петле трубы обеспечивает более равномерную температуру пола.

$\Delta T_{\text{пет}} = 5^\circ\text{C}$ означает, что температура подающего потока воды рассчитана путем прибавления $2,5^\circ\text{C}$ к средней температуре воды и температура обратного потока воды рассчитана путем вычитания $2,5^\circ\text{C}$ из средней температуры.

Пример:

Рассчитайте среднюю температуру, температуру подающего и обратного потока воды в доме.

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

$$\begin{aligned}\Delta T_{\text{пет}} &= 5^\circ\text{C} \\ q_{\text{расч}} &= 63 \text{ Вт/м}^2 \\ t_{\text{пом}} &= 20^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Тип покрытия пола = паркет, толщина 13 мм

Тип конструкции пола = бетонный монолитный пол (слой над трубой 40 мм)

Расчет:

$$\begin{aligned}\text{Средняя температура воды, } t_{\text{срд}} &= t_{\text{пом}} + \Delta T_{\alpha} + \Delta T_{\text{пок}} + \Delta T_{\text{кон}} \\ \Delta T_{\alpha} &= 5,7^\circ\text{C, см. диаграмму 4.4.1} \\ \Delta T_{\text{пок}} &= 6,3^\circ\text{C, см. диаграмму 4.5.1} \\ \Delta T_{\text{кон}} &= 3,2^\circ\text{C, см. диаграмму 4.6.1} \\ T_{\text{срд}} &= 20 + 5,7 + 6,3 + 3,2 = 35,2^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\text{Температура подающей воды, } t_{\text{под}} = t_{\text{срд}} + 2,5 = 35,2 + 2,5 = 37,7^\circ\text{C}$$

$$\text{Температура обратной воды, } t_{\text{обр}} = t_{\text{срд}} - 2,5 = 35,2 - 2,5 = 32,7^\circ\text{C}$$

4.8. Расход воды

В системе напольного отопления поток воды несет тепло к полу.

Величина расхода воды определяется количеством тепла, которое должно быть передано, и заданным понижением температуры.

Расход воды для системы может быть рассчитан по следующей формуле:

$$Q = \frac{P \cdot 0,86}{\Delta T_{\text{вод}} \cdot 3600}$$

Q = Расход воды, л/с

P = Теплотери, Вт

$$\Delta T_{\text{вод}} = t_{\text{под}} - t_{\text{обр}}, ^\circ\text{C}$$

Пример 1:

Рассчитайте расход воды для насоса в системе напольного отопления в доме.

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

Теплотери = 6304 Вт

$$\Delta T_{\text{вод}} = 5^\circ\text{C}$$

Расчет:

$$Q = \frac{6304 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,3 \text{ л/с}$$

Площадь помещения может меняться в зависимости от планировки интерьера дома. Теплотери будут пропорциональны площади помещения и петли труб, соответственно, будут различной длины. Обычно самое большое помещение имеет наибольшие теплотери. Теплотери меняются в зависимости от расположения помещения, количества наружных дверей и окон.

Пример 2:

Рассчитайте расход воды для отдельных помещений дома.

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

P	= 6304 Вт
$\Delta T_{\text{вод}}$	= 5°C
A _{дом}	= 100м ²
A _{пом 1...8}	= 20, 15, 12, 10, 15, 7, 8, 13 м ² (100 м ²)
P _{пом 1...8}	= 1260, 946, 756, 630, 946, 442, 504, 820 Вт (= 6304 Вт)

Расчет:

$$Q_{\text{пом 1}} = \frac{P_{\text{пом 1}} \cdot 0,86}{\Delta T_{\text{вод}} \cdot 3600} = \frac{1260 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,06 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пом 2...8}} = 0,045, 0,036, 0,03, 0,045, 0,021, 0,024, 0,039 \text{ л/с} \quad (=0,24 \text{ л/с})$$

Примечание:

Минимальная скорость потока воды для транспортирования пузырьков воздуха различна в зависимости от размера трубы. В системе напольного отопления Upronog с трубой Upronog rePEX 20x2,0 мм скорость потока воды должна превышать 0,2 м/с.

Скорость потока воды может быть рассчитана следующим образом:

$$v = \frac{Q}{V_{\text{руб.}}}$$

v = скорость потока воды, м/с

Q = расход воды, л/с

V_{руб.} = объем воды на метр трубы, л/м (0,197 л/м для трубы Upronog rePEX 20x2,0 мм)

4.9. Потери давления

Для определения мощности насоса для системы напольного отопления необходимо иметь данные о суммарных потерях давления и расходе воды. Расход воды может быть получен как показано в предыдущем разделе.

Суммарные потери давления могут быть получены путем сложения потерь давления в:

1. Петлях труб напольного отопления
2. Коллекторах
3. Трубах подающей и обратной воды
4. Котле, клапанах и т.д.

Пример:

Рассчитайте необходимую мощность насоса для системы напольного отопления в доме.

Для практических расчетов необходимо использовать диаграммы, соответствующие используемым коллекторам.

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

Общий расход воды,	Q	= 0,3 л/с
Длина труб подающей и обратной воды,	L	= 10 м
Потери давления в трубах поступающей и обратной воды		= 0,2 кПа/м
Расход воды в самой длинной петле трубы		= 0,06 л/с
Длина самой длинной петли		= 70 м

Расчет:

Потери давления в самой длинной петле можно определить по диаграмме 8.1.1, при выборе параметров 0,06 л/с и 70 м, равняются $0,085 \cdot 70 = 5,95$ кПа

Потери давления в вентильях (коллекторах) можно определить по диаграмме 4.9.1, при выборе параметра 0,06 л/с, полностью открытые клапана, = 3,0 кПа.

Потери давления в трубах подающей и обратной воды получаем путем умножения 10 м на 0,2 кПа/м, = 2 кПа.

Суммарные потери давления = $5,95 + 3,0 + 2,0 = 10,95$ кПа.

Необходимая мощность насоса для данной системы: $Q = 0,3$ л/с, $p = 10,95$ кПа

Обратите внимание на то, что в расчет не включены потери давления в котле, вентильях и т.д.

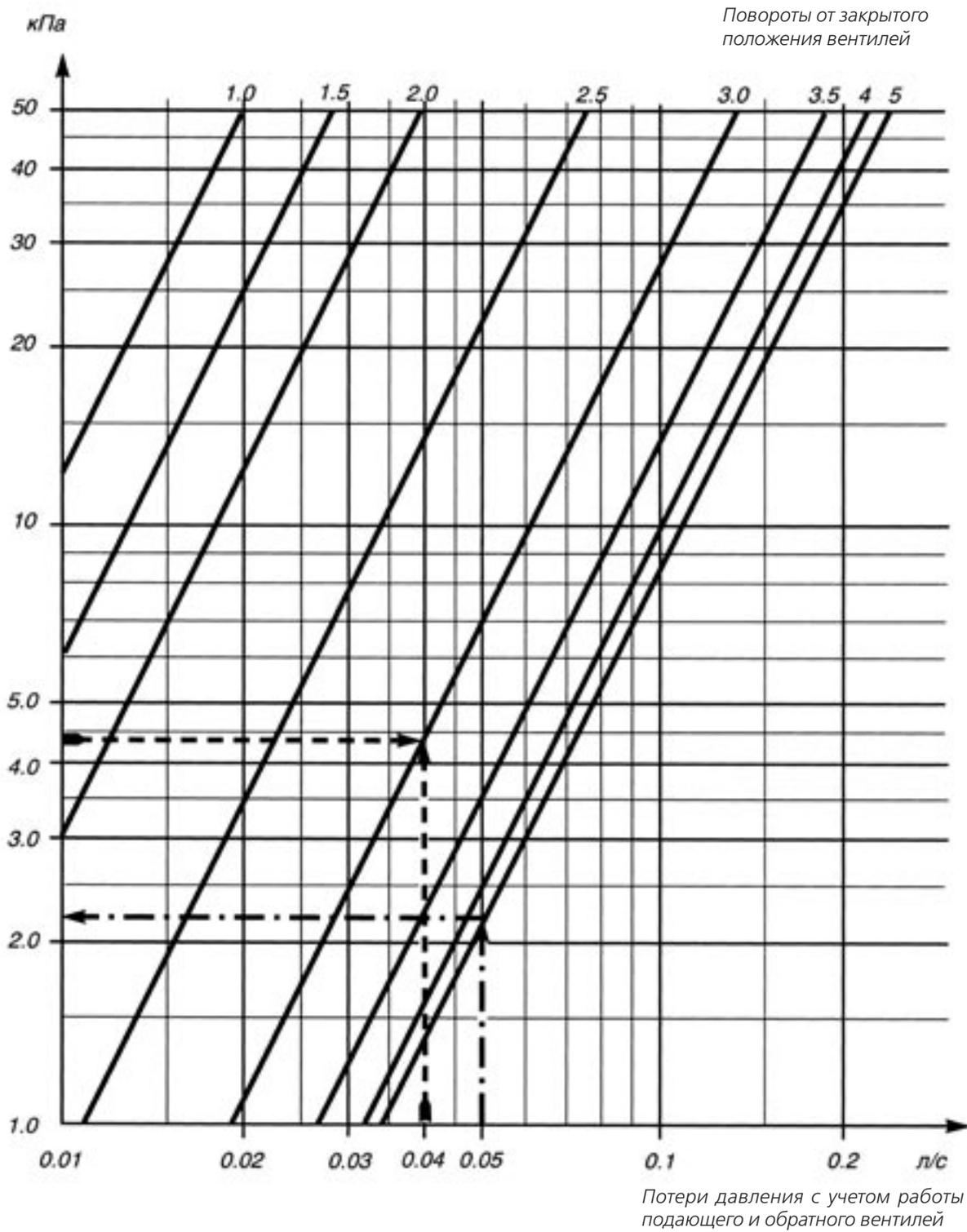


Диаграмма 4.9.1. Номограмма вентилей коллектора Uronor WGF.

4.10. Балансирование трубных петель

Система с петлями труб различной длины и различными требуемыми расходами воды будет иметь разные потери давления в разных петлях. Для того, чтобы добиться равномерного распределения тепла между помещениями, потери давления в разных петлях системы должны быть сбалансированы (выровнены).

В системах напольного отопления Уропог это можно сделать при помощи регулирующих вентилей, которые устанавливаются в обратном коллекторе.

Пример:

Рассчитайте предустановку регулирующего вентиля в обратном коллекторе системы напольного отопления Уропог.

Данные:

Исходные данные, как было приведено выше, плюс следующие:

Длина петли в помещении 1...8 = 70, 53, 42, 35, 53, 26, 30, 46 м
 $Q_{\text{пом}} 1...8 = 0,060, 0,045, 0,036, 0,030, 0,045, 0,021, 0,024, 0,039$ л/с
 Потери давления петля 1... 8 = 5,25, 2,39, 1,30, 0,77, 2,39, 0,29, 0,45, 1,61, кПа

Расчет:

В самой длинной петле (помещение 1) расход воды составляет 0,06 л/с. Потери давления в коллекторе можно определить по диаграмме 4.9.1. Они составляют 3,0 кПа, включая потери давления в подающих и обратных коллекторах при полностью открытом вентиле. Суммарные потери давления в самой длинной петле и вентилях коллектора будут составлять 5,25 + 3,0=8,25 кПа.

Номер комн.	Длина петли	Расход в петле	Потери давления в вентиле	Потери давления	Сумма	Разница*	Предустановка**
	м	л/сек	кПа	кПа	кПа		
1	70	0,06	5,25	3,0	8,25	3,0	5,0
2	53	0,045	2,39	1,75	4,14	5,86	3,0
3	42	0,036	1,30	1,1	4,40	6,95	2,7
4	35	0,03	0,77	<1,0	<1,77	7,48	2,5
5	53	0,045	2,39	1,75	4,14	5,86	3,0
6	26	0,021	0,29	<1,0	<1,29	7,96	2,2
7	30	0,024	0,45	<1,0	<1,45	7,80	2,3
8	46	0,039	1,61	1,3	2,91	6,64	2,8

Таблица 4.10.1 Предустановка вентилей.

*) Возьмите наивысшее значение в колонке «Сумма». Это 8,25 кПа. Вычтите колонку «Потери давления в петле» из 8,25 кПа.

**) Установочное число вентиля найдите по диаграмме 4.9.1. Для помещения 1 вентиль полностью открыт, т.е. на 5 оборотов. Для других помещений установочное число вентилей получаем, используя значения в колонках «Расход в петле» и «Разница». Например, для помещения 5 расход воды составляет 0,045 л/с и разница давления 5,86 кПа, что дает 3,0 оборота от закрытого положения вентиля.

4.11. Расширительный сосуд

В системах напольного отопления требования к расширительным сосудам не отличаются от требований в других системах.

Объем воды в системе напольного отопления Uropog может быть рассчитан следующим образом:

$$V = V_{\text{трб}} \cdot L$$

V = объем воды в трубах напольного отопления, л
 $V_{\text{трб}}$ = приблизительно 0,2 л/м в трубе Uropog rePEX 20x2,0 мм
 L = общая длина трубы, м, = приблизительно 3,5 м/м² при расстоянии между осями 300 мм

Объем воды на м² согласно выше приведенным цифрам будет составлять приблизительно 0,7 л/м². При выборе расширительного сосуда необходимо учесть также объем воды в магистральных трубах и котле.

Коэффициент теплового расширения воды составляет $1,8 \cdot 10^{-4}/\text{K}$ при 20°C.

4.12. Насосная группа

Насосная группа нужна обычно для обеспечения необходимой температуры воды и давления в системе напольного отопления. Системы напольного отопления работают при малом понижении температуры и их необходимо совмещать с различными источниками тепла.

Система напольного отопления может быть снабжена насосной группой Uropog.

4.13. Спецификация материалов

При проектировании системы напольного отопления составляется точный перечень материалов, необходимых для системы. Длины и размеры магистральных труб зависят от специального проекта здания. Однако остальную часть системы можно подсчитать следующим образом:

Петли трубы

Uropog rePEX 20x2,0 мм. Теоретическая длина составляет 3,33 м/м² (шаг укладки 300 мм). Обычно учитывают расход труб 3,8 м/м², но с учетом магистральной трубы от коллектора и запаса - приблизительно 4,2 м/м².

Крепежная проволока 2 шт/метр трубы (упаковка содержит 250 шт.)

Угловой фиксатор сгиба 2 шт/петля

Крепежная лента 2,2 шт/м²

Крепежные скобы 2 шт/метр трубы (7шт/м² при ц/ц 300 мм)

Компенсационная лента Для монолитных бетонных полов.
Должна быть уложена по периметру всех стен и вокруг колонн до заливки полов.

Теплораспределительные пластины Приблизительно 2,5 шт/м².
Длина пластины 1,15 м и она может быть разделена на три части; 1/3, 1/2 и 1/6 (один способ для определения количества пластин - это расчет количества 1/6 частей на длину каждой трубы).

Полистироловые плиты С канавками для теплораспределительных пластин и труб.
Размер 1200x1200мм = 1,44 м², т.е. 0,7 шт/м².
Рассчитайте с запасом 10-20%.
Толщина 30 мм, 10 шт/упаковка
Толщина 50 мм, 6 шт/упаковка
Толщина 70 мм, 4 шт/упаковка

Коллекторы

Максимально 10-12 петель/коллектор
Коллекторы с двумя, тремя и четырьмя ответвлениями должны быть скомбинированы в необходимом количестве.

Для каждого комплекта коллекторов необходимы:

Пара кронштейнов для коллектора

Пара запорных вентилей

Пара наконечников для коллектора

Регулирование температуры в помещении

1 комнатный термостат/исполнительный механизм или в больших помещениях с несколькими петлями не более 5 исполнительных механизмов/комнатный термостат

1 исполнительный механизм/петля

1 трансформатор/максимально 12 петель (исполнительных механизмов)

Глава 5. Пример расчета

5.1. Предмет изучения

В настоящей главе рассмотрен пример проектирования системы напольного отопления индивидуального дома, план которого приведен на рис. 5.1.1.

Гостиная	22,0
Спальня	14,9
Ванная	7,5
Гостиная	17,8
Спальня	8,4
Прачечная	15,0
Кухня	19,9
Прихожая	8,0
Спальня	8,2

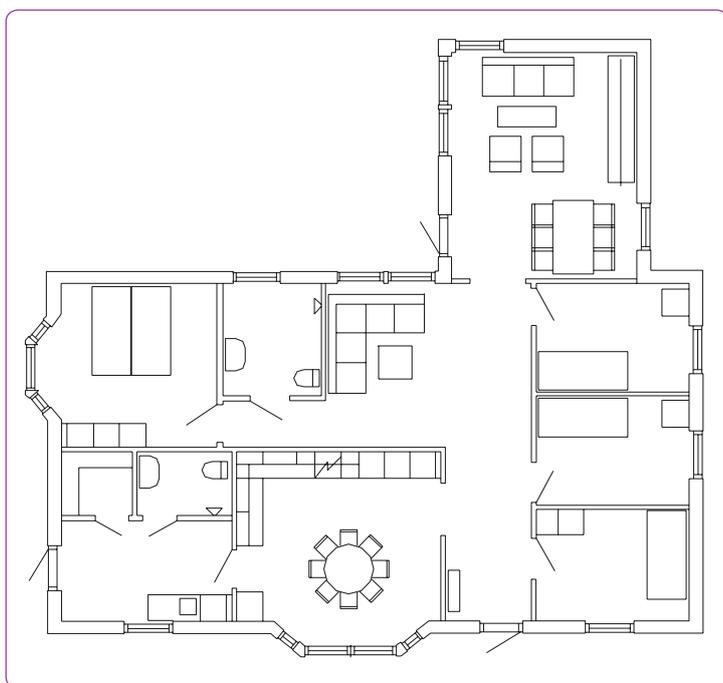


Рис. 5.1.1 Архитектурный чертеж дома.

Ниже будут определены материалы, необходимые для системы, и рассчитаны средняя температура воды, значения предустановок вентилей для балансирования петель труб и мощность насоса.

Примечание:

Важно, чтобы на чертеже дома присутствовали размеры, особенно, если с чертежа делается фотокопия или он посылается факсом, поскольку такого рода оборудование искажает действительный масштаб чертежа.

На чертеже должна быть представлена схема расположения помещений дома предпочтительно для каждого этажа.

Данные:

Исходные данные, как в разделе 4, плюс следующие:

Теплопотери: 9950 Вт

Площадь дома: 133 м² (жилая площадь дома)

Конструкция пола: Бетон

Метод закрепления труб: См. глава 3 Бетонные монолитные полы

Комната	Название
S11	Гостиная
S12	Спальня
S13	Спальня
S14	Спальня
S15	Кухня
S16	Прихожая
S17	Гостиная
S21	Прачечная
S22	Спальня
S23	Ванная

Площадь, м ²	Материал покрытия пола
22,0	Паркет
8,4	Ковер от стены до стены
8,4	Ковер от стены до стены
8,2	Ковер от стены до стены
19,9	Керамическая плитка
8,0	Керамическая плитка
17,8+2,5	Керамическая плитка
15,0	Керамическая плитка
14,9	Ковер от стены до стены
7,5	Керамическая плитка
133 м	

Расчет:

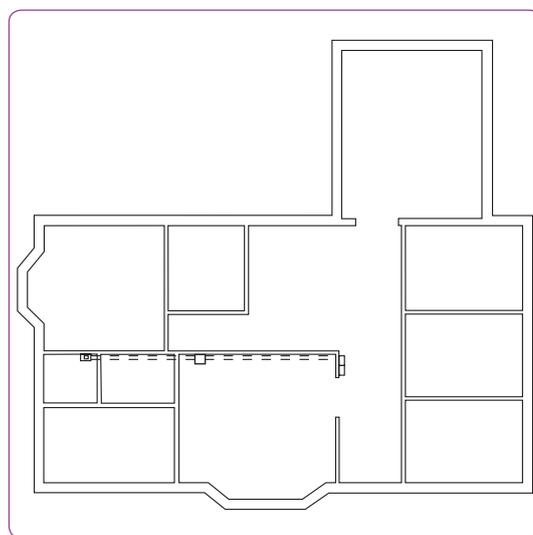


Рис. 5.1.2 План стен и перегородок.

Шаг 1 – Выполните чертежи в соответствии с рисунком 5.1.2 и 5.1.3

На рисунке 5.1.2 с чертежа 5.1.1 дома убраны несущественные детали интерьера. Основная конфигурация системы определяется местом расположения коллекторов, которые должны находиться как можно ближе к центру. Заметьте, что магистральные трубы могут располагаться как в полу, так и в потолке.

На рисунке 5.1.3 начерчены петли труб. Заметьте, что подающий поток направлен вдоль внешних стен дома и петли расположены параллельно длинной стороне помещения для уменьшения количества сгибов. Сначала начертите петли труб в зонах, удаленных от коллектора, чтобы избежать пересечения труб.

Особое внимание следует уделить моменту направления труб сквозь внутренние стены, учитывая конструкцию дома. Если трубы нельзя пропустить сквозь несущие стены, альтернативой является их пропуск через дверной проем.

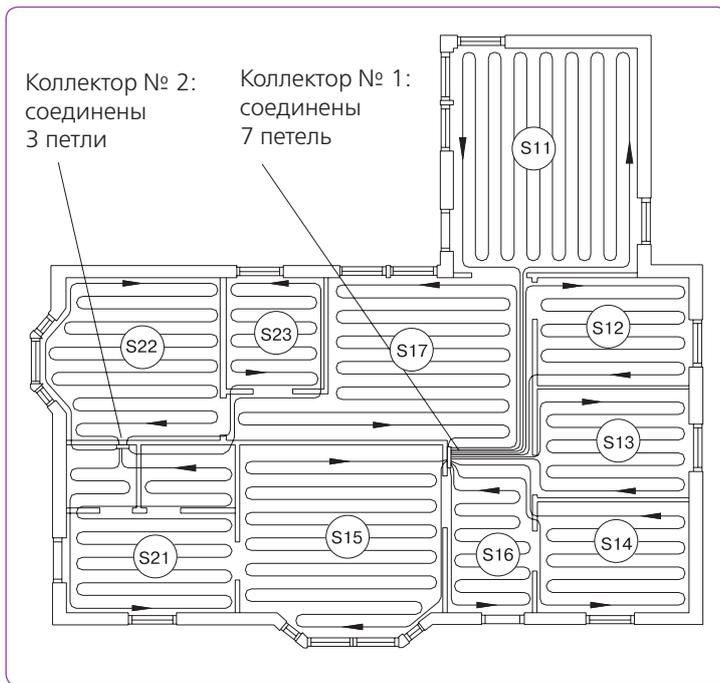


Рис. 5.1.3 Чертеж дома с петлями труб и коллекторами.

Очень большие помещения требуют более одной петли, чтобы ограничить расчетные потери давления в системе. С другой стороны, выгодно объединить петлю очень маленьких помещений (<5 м²) временного пользования, с петлей трубы смежного помещения. Тем не менее, ванные, несмотря на малые размеры, должны иметь отдельную петлю трубы.

Шаг 2 – Рассчитайте максимальную среднюю температуру воды, макс t_{срд}

Величина тепловой нагрузки q_{расч} - результат следующего расчета:

$$q_{расч} = \frac{P}{A_{пол}} = \frac{9950}{133} = 75 \text{ Вт/м}^2$$

Для того, чтобы определить помещение с наивысшей средней температурой воды, необходимо осмотреть все помещения по очереди. В каждом случае следует использовать диаграмму 8.2.1 в главе 8.

Начинаем, например с помещения S11, гостиной с паркетным покрытием, определяем по левой части диаграммы требуемую температуру поверхности пола. Находим, что падение температуры при q_{расч} = 75 Вт/ м² для гладкой поверхности (паркет) составляет 7°C. Прибавляя это число к проектной температуре помещения 20°C, получим среднюю температуру поверхности пола равной 27°C.

Затем определяем по средней части диаграммы падение температуры в паркете.

Паркет имеет 1/R = 10 Вт/ м²К (см. предыдущую главу Коэффициент теплопередачи покрытия пола).

При q_{расч} = 75 Вт/ м² падение температуры составляет 7,5°C.

Затем определяем по правой части диаграммы падение температуры в наливном бетонном полу (кривая А). При q_{расч} = 75 Вт/ м² падение температуры составляет 4°C.

Теперь находим среднюю температуру воды для помещения S11. Она составляет:

$$t_{срд} = 27 + 7,5 + 4 = 38,5^\circ\text{C}$$

Повторите операцию для каждого помещения. Результаты будут следующие:

Номер помещения	t _{средняя} °C
S11	38,5
S12	43,3
S13	43,3
S14	43,3
S15	32,8
S16	32,8
S17	32,8
S21	32,8
S22	43,3
S23	32,8

Из выше приведенной таблицы видно, что максимальная средняя температура воды 43,3°C.

Шаг 3 – Поправка для определения температуры подающей воды

Цифра 2,5°C должна быть прибавлена к максимальной средней температуре воды чтобы получить величину температуры подающей воды из насоса (см. предыдущую главу Температура воды).

Таким образом, температура составляет:

$$t_{\text{срд}} + 2,5^{\circ}\text{C} = 45,8^{\circ}\text{C}$$

Шаг 4 – Рассчитайте суммарный расход воды

Применяя формулу из главы 4, Расход воды:

$$Q = \frac{P \cdot 0,86}{\Delta T \cdot 3600} = \frac{9950 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,475 \text{ л/сек}$$

Суммарный расход воды составляет 0,475 л/с

Шаг 5 – Рассчитайте длину петли для каждого помещения

Номер помещения	Площадь, м ²	Длина петли, м	Примечание / расстояние от коллектора
S11	22,0	75 + 13 = 88	2•6,5м
S12	8,4	29 + 10 = 39	2•5м
S13	8,4	29+7 = 36	2•3,5м
S14	8,2	28+10 = 38	2•5м
S15	19,9	68+1 = 69	2•0,5м
S16	8,0	27-2 = 25	Практически бслуживается другой петлей
S17	17,8+2,5	69+1 = 70	2•0,5м
S21	15,0	51+1 = 52	2•0,5м
S22	14,9	51+4 = 55	2•2м
S23	7,5	26+9 = 35	2•4,5м
	133	507	

Длина каждой петли трубы дана выше. Заметьте, что общая длина каждой петли включает длину от комнаты до коллектора и обратно. В помещении S11, например, это 75м+(2•6,5м) = 88м. Это фактически самая длинная петля. В данном случае, где $q_{\text{расч}} = 75 \text{ Вт/м}^2$, длинная петля трубы не должна представлять проблем. Тем не менее, важно заметить, что при проектировании с $q_{\text{расч}} = 100 \text{ Вт/м}^2$ и трубой Uropog rePEX 20x2,0 мм максимальная длина петли не должна превышать 80 м (около 23 м²).

Шаг 6 – Рассчитайте потери давления в самой длинной петле

Самая длинная петля 88м в помещении S11. Расход воды в этой петле составляет:

$$Q_{s11} = \frac{P_{s11} \cdot 0,86}{\Delta T \cdot 3600} = \frac{A_{s11} \cdot q \cdot 0,86}{\Delta T \cdot 3600} = \frac{22 \cdot 75 \cdot 0,86}{5 \cdot 3600} = 0,079 \text{ л/сек}$$

Потери давления/м можно определить по диаграмме 8.1 (глава 8) для трубы Uropog rePEX 20x2,0 мм.

Потери давления составляют 0,14 кПа/м. Потери давления в петле составят 0,14 • 88 = 12,3 кПа.

Шаг 7 – Рассчитайте потери давления в коллекторе

Максимальный расход воды через коллектор составляет 0,079 л/с. По диаграмме 4.9.1 (глава 4) при полностью открытых вентилях потери давления составят 5,2 кПа.

Шаг 8 – Рассчитайте потери давления в магистральных трубах

Длина магистральной трубы от котла до коллектора составляет 8 м (подающая + обратная = 8 • 2 = 16 м). Потери давления составляют 0,2 кПа/м. Потери давления в подающих трубах составят 16 • 0,2 = 3,2 кПа.

Примечание:

Выберите магистральные трубы (Uropog evalPEX) так, чтобы потери давления не превышали 0,2 кПа/м.

По сравнению с металлическими трубами, Uropog evalPEX могут быть использованы с большими потерями давления, поскольку более высокая скорость потока воды не приводит к эрозии или возникновению шума.

Шаг 9 – Рассчитайте суммарные потери давления в системе напольного отопления

Используя цифры, полученные в шагах 6-8 выше:

Потери давления в петле	12,3 кПа
Потери давления в коллекторе	5,2 кПа
Потери давления в магистральных трубах	3,2 кПа
Суммарные потери давления составляют	20,7 кПа:

Заметьте, что мы сейчас на стадии резюмирования требуемых данных для выбора насоса для этой системы, следовательно:

Расход воды	= 0,475 л/с
Требуемое давление	= 20,7 кПа
Требуемая температура	= 45,8°C

Шаг 10 – Балансирование потерь давления в петлях

а) Начните с заполнения колонок «№ петли / Название», «Длина петли», «Теплопотери», «Расход воды в петле», «Потери давления: петля трубы, коллектор и суммарные (D=L+M)» в форме 1. Теперь можно заполнить колонки «Суммарный расход воды» и «Макс. D». Для каждого коллектора заполните одну форму.

б) Рассчитайте значение потерь давления (S) в магистральных трубах от котла к коллекторам для каждого коллектора на форме 2. Трасса магистральных труб может быть разделена на секции, например:

насосная группа НГ – распределительный тройник Т
 распределительный тройник Т – коллектор К1
 распределительный тройник Т – коллектор К2.

Заметьте, что наибольшие потери давления не обязательно происходят на самом длинном участке труб.

в) Занесите в форму 1 рассчитанные значения S и рассчитайте S + макс. D. Сравните значение S + макс. D для каждого коллектора, наивысшее значение составляет «Расчетные потери давления (А)», в данном примере 18,80 кПа.

г) Занесите это значение в форму 2. «А» является минимальным давлением для выбора насоса. Расход воды для насоса составляет в этом примере 0,475 л/с.

д) Рассчитайте «Разница А-S-L» в форме 1 для каждого коллектора. Колонка «Разница А-S-L» дает необходимые значения потерь давления для каждой петли, чтобы балансировать всю систему напольного отопления.

Для получения правильного значения потерь давления для каждой петли необходимо отрегулировать вентили обратного коллектора. Количество поворотов от закрытого положения можно найти по диаграмме 4.9.1. В данном примере в петле № S11 наибольшие потери давления по всей системе, таким образом, вентиль должен быть полностью открыт, т.е. открыт на 5 оборотов. Затем соответственно регулируются остальные петли. Например, в петле № S14 потери давления должны составлять 15,29 кПа. Подставьте это значение и расход воды 0,03 л/с на диаграмму 4.9.1. Вы можете определить 2,2 установочных оборота.

Повторите эту процедуру для всех петель в системе.

Форма 1

Ручной расчет балансировки, предустановки оборотов

Проект _____ Основной _____ Проект № 6
 Место расположения _____ Дата _____
 Проектировщик МН _____ Страница 1

Коллектор: М 1 (7 отв.)

Петля №/Название	Длина петли м	Теплопотери Вт	Расход воды л/сек	Потери давления кПа				
				Петля трубы (L)	Коллектор (M) (5 оборотов)	(D)=L+M	Разница А-S-L	Обороты
L11	88	1650	0,08	12,30	5,2	17,50	5,20	5,0
L12	39	630	0,03	0,90	0,9	1,80	15,26	2,20
L13	36	630	0,03	0,83	0,9	1,73	15,33	2,20
L14	38	620	0,03	0,87	0,9	1,77	15,29	2,20
L15	69	1490	0,07	6,90	4,2	11,10	9,26	3,30
L16	25	600	0,03	0,58	0,9	1,48	15,59	2,20
L17	70	1520	0,07	7,00	4,2	11,20	9,16	3,30
Суммарный расход воды л/сек			0,34	л/сек	макс. D	17,50		
Магистральные трубы, кПа (S)			3,20		S + макс. D	20,70		

Рис. 5.1.4 Форма 1, заполненная в соответствии с примером расчета для коллектора М1.

Шаг 11 - Перечень материалов для системы

Трубы:

Upronor-pePEX 20x2,0 мм 540 м

В соответствии с расчетом, номинальная длина труб составляет 507 м. Стандартные длины бухт 60, 120, 240 и 480 м. Бухта длиной 480 м и бухта длиной 60 м удовлетворяют потребность для прокладки системы напольного отопления.

Дополнительные детали:

Крепежная проволока ($507 \cdot 2 / 250 = 4,056$ упаковок)	5 упаковок
Угловой фиксаторгиба	20 штук
Компенсационная лента (50 м/моток)	3 мотка
Коллекторы 3 ответвления	2 пары
Коллекторы 2 ответвления	2 пары
Кронштейны для коллектора	2 пары
Запорные вентили	2 пары
Наконечники для коллектора	2 пары
Комнатные термостаты	10 штук
Исполнительные механизмы	10 штук
Трансформатор	1 штука

Глава 6. Трубы Uponor MLCP

6.1. Параметры трубы Uponor MLCP

Металлопластиковая труба Uponor MLCP изготавливается в Германии и относится к поколению труб, в которых объединены преимущества пластика и металла. Алюминиевый слой между двумя слоями полиэтилена обеспечивает упругость трубы при изгибе и предотвращает попадание кислорода в систему отопления.

Характеристика трубы Uponor MLCP 16x2,0:

Размер, мм	16x2,0
Длина бухты, м	200, 500
Вес, кг/100 м	10,7
Объем воды, л/м	0,113
Шероховатость, мм	0,0004
Теплопроводность Вт/м °С	0,4
Коэффициент линейного расширения м/мК	2,5x10 ⁻⁵
Максимальная рабочая температура, °С	95
Рабочее давление, бар	10
Мин. Радиус изгиба, мм	80
Минимальный радиус изгиба с помощью пружины	64

Таблица 6.1.1. Характеристика трубы Uponor MLCP.

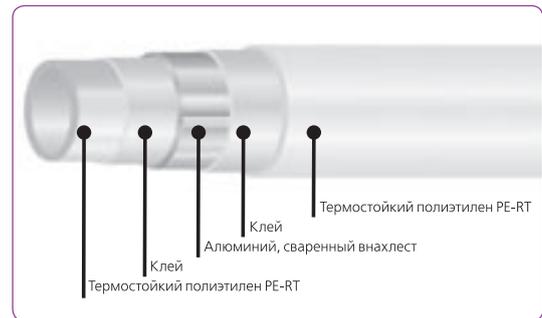


Рис. 6.1.1. Труба Uponor MLCP.

6.2. Расчет тепловых потоков с использованием трубы Uropor MLCP 16x2,0 мм для различных покрытий

Расчет теплового потока с использованием трубы Uropor MLCP 16x2,0 мм для напольного покрытия $R_{\lambda,в}=0,00 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ (керамическая плитка).

Температура поверхности пола
(согл. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12):

Зона постоянного пребывания: $\vartheta_{f \text{ макс.}} 26^\circ\text{C}$
Ванная комната и бассейны: $\vartheta_{f \text{ макс.}} 31^\circ\text{C}$

Примечание:

Расчет действителен для цементно-песчаной стяжки с толщиной 45 мм над трубой!

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки VA (см)					Расход трубы L (м/м²)				
		10	15	20	25	30	10,00	6,70	5,00	4,00	3,40
$\vartheta_{\text{ср}}$ °C	$\vartheta_{\text{п}}$ °C	1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола									
		Вт/м^2	$\vartheta_{\text{с}}$ °C	Вт/м^2	$\vartheta_{\text{с}}$ °C	Вт/м^2	$\vartheta_{\text{с}}$ °C	Вт/м^2	$\vartheta_{\text{с}}$ °C	Вт/м^2	$\vartheta_{\text{с}}$ °C
30	15	100,3	24,0	86,4	22,9	74,9	21,9	64,9	21,1	56,4	20,3
	18	80,2	25,4	69,1	24,4	59,9	23,6	51,9	23,0	45,1	22,4
	20	66,8	26,2	57,6	25,5	49,9	24,8	43,3	24,2	37,6	23,6
	22	53,5	27,1	46,1	26,5	39,9	25,9	34,6	25,4	30,1	25,0
	24	40,1	27,9	34,6	27,4	29,9	27,0	26,0	26,6	22,6	26,3
35	15	133,7	26,7	115,2	25,2	99,8	24,0	86,5	22,9	75,2	21,9
	18	113,6	28,1	97,9	26,8	84,8	25,7	73,5	24,8	63,9	24,0
	20	100,3	29,0	86,4	27,9	74,9	26,9	64,9	26,1	56,4	25,3
	22	86,9	29,9	74,9	28,9	64,9	28,1	56,2	27,3	48,9	26,7
	24	73,5	30,8	63,4	29,9	54,9	29,2	47,6	28,6	41,4	28,0
40	15	167,1	29,4	144,0	27,5	124,8	26,0	108,2	24,7	94,0	23,5
	18	147,0	30,8	126,7	29,2	109,8	27,8	95,2	26,6	82,7	25,6
	20	133,7	31,7	115,2	30,2	99,8	29,0	86,5	27,9	75,2	26,9
	22	120,3	32,6	103,7	31,3	89,8	30,2	77,9	29,2	67,7	28,3
	24	106,9	33,6	92,2	32,4	79,8	31,3	69,2	30,4	60,2	29,7
45	15	200,5	31,9	172,8	29,8	149,7	28,0	129,8	26,4	112,8	25,0
	18	180,5	33,4	155,5	31,4	134,7	29,8	116,8	28,4	101,5	27,1
	20	167,1	34,4	144,0	32,5	124,8	31,0	108,2	29,7	94,0	28,5
	22	153,7	35,3	132,5	33,6	114,8	32,2	99,5	31,0	86,5	29,9
	24	140,4	36,3	121,0	34,7	104,8	33,4	90,8	32,2	79,0	31,3
50	15	233,9	34,5	201,6	32,0	174,7	29,9	151,4	28,1	131,6	26,6
	18	213,9	36,0	184,4	33,7	159,7	31,8	138,4	30,1	120,4	28,7
	20	200,5	36,9	172,8	34,8	149,7	33,0	129,8	31,4	112,8	30,0
	22	187,2	37,9	161,3	35,9	139,7	34,2	121,1	32,7	105,3	31,4
	24	173,8	38,9	149,8	37,0	129,7	35,4	112,5	34,0	97,8	32,8

	Зона постоянного пребывания
	Крайняя зона
	Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.16.

Расчет теплового потока с использованием трубы Uropor MLCP 16x2,0 мм для напольного покрытия $R_{\lambda,в}=0,05 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ (паркет, синтетическое волокно).

Примечание:

Расчет действителен для цементно-песчаной стяжки с толщиной 45 мм над трубой!

Температура поверхности пола
(согл. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12):

Зона постоянного пребывания: θ_f макс. 26°C
Ванная комната и бассейны: $\theta_{f,макс}$. 31°C

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки VA (см)					Расход трубы L (м/м²)					
		10	15	20	25	30	10,00	6,70	5,00	4,00	3,40	
$\theta_{\text{вн}}$ °C	θ_i °C	1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола										
		q_{max} Вт/м²	$\theta_{\text{ср}}$ °C	q_{max} Вт/м²	$\theta_{\text{ср}}$ °C	q_{max} Вт/м²	$\theta_{\text{ср}}$ °C	q_{max} Вт/м²	$\theta_{\text{ср}}$ °C	q_{max} Вт/м²	$\theta_{\text{ср}}$ °C	
30	15	73,6	21,8	65,0	21,1	57,6	20,5	51,1	19,9	45,4	19,4	
	18	58,8	23,6	52,0	23,0	46,1	22,5	40,9	22,0	36,3	21,6	
	20	49,0	24,7	43,3	24,2	38,4	23,8	34,1	23,4	30,3	23,0	
	22	39,2	25,8	34,7	25,4	30,7	25,1	27,2	24,8	24,2	24,5	
	24	29,4	27,0	26,0	26,6	23,0	26,4	20,4	26,1	18,2	25,9	
35	15	98,1	23,8	86,7	22,9	76,8	22,1	68,1	21,3	60,5	20,7	
	18	83,4	25,6	73,7	24,8	65,3	24,1	57,9	23,5	51,5	22,9	
	20	73,6	26,8	65,0	26,1	57,6	25,5	51,1	24,9	45,4	24,4	
	22	63,8	28,0	56,3	27,3	49,9	26,8	44,3	26,3	39,4	25,9	
	24	53,9	29,1	47,7	28,6	42,3	28,1	37,5	27,7	33,3	27,3	
40	15	122,6	25,8	108,4	24,7	96,0	23,7	85,2	22,8	75,7	22,0	
	18	107,9	27,7	95,3	26,6	84,5	25,7	74,9	24,9	66,6	24,2	
	20	98,1	28,8	86,7	27,9	76,8	27,1	68,1	26,3	60,5	25,7	
	22	88,3	30,0	78,0	29,2	69,1	28,4	61,3	27,8	54,5	27,2	
	24	78,5	31,2	69,3	30,4	61,5	29,8	54,5	29,2	48,4	28,7	
45	15	147,1	27,8	130,0	26,4	115,2	25,2	102,2	24,2	90,8	23,2	
	18	132,4	29,6	117,0	28,4	103,7	27,3	92,0	26,3	81,7	25,5	
	20	122,6	30,8	108,4	29,7	96,0	28,7	85,2	27,8	75,7	27,0	
	22	112,8	32,0	99,7	31,0	88,3	30,0	78,3	29,2	69,6	28,5	
	24	103,0	33,2	91,0	32,3	80,7	31,4	71,5	30,6	63,6	30,0	
50	15	171,6	29,7	151,7	28,1	134,4	26,8	119,2	25,6	105,9	24,5	
	18	156,9	31,6	138,7	30,1	122,9	28,9	109,0	27,7	96,9	26,7	
	20	147,1	32,8	130,0	31,4	115,2	30,2	102,2	29,2	90,8	28,2	
	22	137,3	34,0	121,4	32,7	107,5	31,6	95,4	30,6	84,8	29,7	
	24	127,5	35,2	112,7	34,0	99,9	33,0	88,6	32,1	78,7	31,2	

	Зона постоянного пребывания
	Крайняя зона
	Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.16.

Расчет теплового потока с использованием трубы Uropor MLCP 16x2,0 мм для напольного покрытия $R_{\lambda,в}=0,10 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ (ковровое покрытие, толстый паркет).

Примечание:

Расчет действителен для цементно-песчаной стяжки с толщиной 45 мм над трубой!

Температура поверхности пола
(согл. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12):

Зона постоянного пребывания: θ_f макс. 26°C
Ванная комната и бассейны: $\theta_{f,макс}$. 31°C

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки VA (см)					Расход трубы L (м/м²)				
		10	15	20	25	30	10,00	6,70	5,00	4,00	3,40
$\theta_{н,в}$ °C	θ °C	1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола									
		Вт/м²	θ °C	Вт/м²	θ °C	Вт/м²	θ °C	Вт/м²	θ °C	Вт/м²	θ °C
30	15	58,3	20,5	52,5	20,0	47,4	19,6	42,8	19,2	38,8	18,8
	18	46,6	22,5	42,0	22,1	37,9	21,7	34,3	21,4	31,0	21,1
	20	38,9	23,8	35,0	23,5	31,6	23,2	28,6	22,9	25,8	22,6
	22	31,1	25,1	28,0	24,8	25,3	24,6	22,8	24,3	20,7	24,1
	24	23,3	26,4	21,0	26,2	19,0	26,0	17,1	25,8	15,5	25,7
35	15	77,7	22,2	70,1	21,5	63,2	20,9	57,1	20,4	51,7	19,9
	18	66,0	24,2	59,6	23,6	53,8	23,1	48,5	22,7	43,9	22,3
	20	58,3	25,5	52,5	25,0	47,4	24,6	42,8	24,2	38,8	23,8
	22	50,5	26,8	45,5	26,4	41,1	26,0	37,1	25,7	33,6	25,3
	24	42,7	28,2	38,5	27,8	34,8	27,4	31,4	27,1	28,4	26,9
40	15	97,1	23,8	87,6	23,0	79,1	22,3	71,4	21,6	64,6	21,0
	18	85,5	25,8	77,1	25,1	69,6	24,5	62,8	23,9	56,8	23,4
	20	77,7	27,2	70,1	26,5	63,2	25,9	57,1	25,4	51,7	24,9
	22	69,9	28,5	63,1	27,9	56,9	27,4	51,4	26,9	46,5	26,5
	24	62,2	29,8	56,0	29,3	50,6	28,8	45,7	28,4	41,3	28,0
45	15	116,6	25,3	105,1	24,4	94,9	23,6	85,7	22,8	77,5	22,1
	18	104,9	27,4	94,6	26,6	85,4	25,8	77,1	25,1	69,8	24,5
	20	97,1	28,8	87,6	28,0	79,1	27,3	71,4	26,6	64,6	26,0
	22	89,4	30,1	80,6	29,4	72,7	28,7	65,7	28,1	59,4	27,6
	24	81,6	31,5	73,6	30,8	66,4	30,2	60,0	29,7	54,3	29,2
50	15	136,0	26,9	122,6	25,8	110,7	24,9	99,9	24,0	90,4	23,2
	18	124,3	29,0	112,1	28,0	101,2	27,1	91,4	26,3	82,7	25,6
	20	116,6	30,3	105,1	29,4	94,9	28,6	85,7	27,8	77,5	27,1
	22	108,8	31,7	98,1	30,8	88,5	30,1	79,9	29,3	72,4	28,7
	24	101,0	33,1	91,1	32,3	82,2	31,5	74,2	30,9	67,2	30,3

	Зона постоянного пребывания
	Краевая зона
	Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.16.

Расчет теплового потока с использованием трубы Uropor MLCP 16x2,0 мм для напольного покрытия $R_{\lambda,в}=0,15 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ (толстый ковер, велюр, половая доска).

Примечание:

Расчет действителен для цементно-песчаной стяжки с толщиной 45 мм над трубой!

Температура поверхности пола
(согл. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12):

Зона постоянного пребывания: θ_f макс. 26°C
Ванная комната и бассейны: $\theta_{f,макс}$. 31°C

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки VA (см)									
		10	15	20	25	30					
		Расход трубы L (м/м²)									
		10,00	6,70	5,00	4,00	3,40					
		1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола									
$\theta_{\text{пл}}$ °C	θ °C	Вт/м²	θ °C	Вт/м²	θ °C	Вт/м²	θ °C	Вт/м²	θ °C	Вт/м²	θ °C
30	15	48,4	19,7	44,2	19,3	40,4	18,9	37,0	18,6	33,9	18,4
	18	38,7	21,8	35,4	21,5	32,3	21,2	29,6	21,0	27,1	20,7
	20	32,2	23,2	29,5	23,0	27,0	22,7	24,7	22,5	22,6	22,3
	22	25,8	24,6	23,6	24,4	21,6	24,2	19,7	24,1	18,1	23,9
	24	19,3	26,0	17,7	25,9	16,2	25,7	14,8	25,6	13,6	25,5
35	15	64,5	21,0	59,0	20,6	53,9	20,1	49,3	19,7	45,2	19,4
	18	54,8	23,2	50,1	22,8	45,8	22,4	41,9	22,1	38,4	21,8
	20	48,4	24,7	44,2	24,3	40,4	23,9	37,0	23,6	33,9	23,4
	22	41,9	26,1	38,3	25,8	35,0	25,5	32,0	25,2	29,4	25,0
	24	35,5	27,5	32,4	27,2	29,6	27,0	27,1	26,7	24,8	26,5
40	15	80,6	22,4	73,7	21,8	67,4	21,3	61,6	20,8	56,5	20,4
	18	70,9	24,6	64,9	24,1	59,3	23,6	54,2	23,2	49,7	22,8
	20	64,5	26,0	59,0	25,6	53,9	25,1	49,3	24,7	45,2	24,4
	22	58,0	27,5	53,1	27,1	48,5	26,7	44,4	26,3	40,7	26,0
	24	51,6	28,9	47,2	28,5	43,1	28,2	39,4	27,9	36,1	27,6
45	15	96,7	23,7	88,4	23,0	80,9	22,4	74,0	21,8	67,8	21,3
	18	87,0	25,9	79,6	25,3	72,8	24,7	66,6	24,2	61,0	23,7
	20	80,6	27,4	73,7	26,8	67,4	26,3	61,6	25,8	56,5	25,4
	22	74,2	28,9	67,8	28,3	62,0	27,8	56,7	27,4	52,0	27,0
	24	67,7	30,3	61,9	29,8	56,6	29,4	51,8	28,9	47,4	28,6
50	15	112,8	25,0	103,2	24,3	94,3	23,5	86,3	22,9	79,1	22,3
	18	103,2	27,3	94,3	26,5	86,2	25,9	78,9	25,3	72,3	24,7
	20	96,7	28,7	88,4	28,0	80,9	27,4	74,0	26,8	67,8	26,3
	22	90,3	30,2	82,5	29,6	75,5	29,0	69,0	28,4	63,3	27,9
	24	83,8	31,7	76,6	31,1	70,1	30,5	64,1	30,0	58,7	29,5
		Зона постоянного пребывания									
		Крайняя зона									
		Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.16.									

6.3. Определение потерь давления трубы Уропор МЛСР 16х2,0 мм

С помощью следующей диаграммы можно быстро определить потери давления в мбар/м (или Па/м) и скорость потока в м/сек для трубы Уропор МЛСР 16х2,0мм в зависимости от заданного расхода в л/час. Значение необходимого расхода воды в трубе берется из расчета.

Пример:

Дано - расход 100 л/час, который берется из расчета. Из диаграммы следует, что скорость потока составляет 0,25 м/с, а потери давления - 90 Па/м.

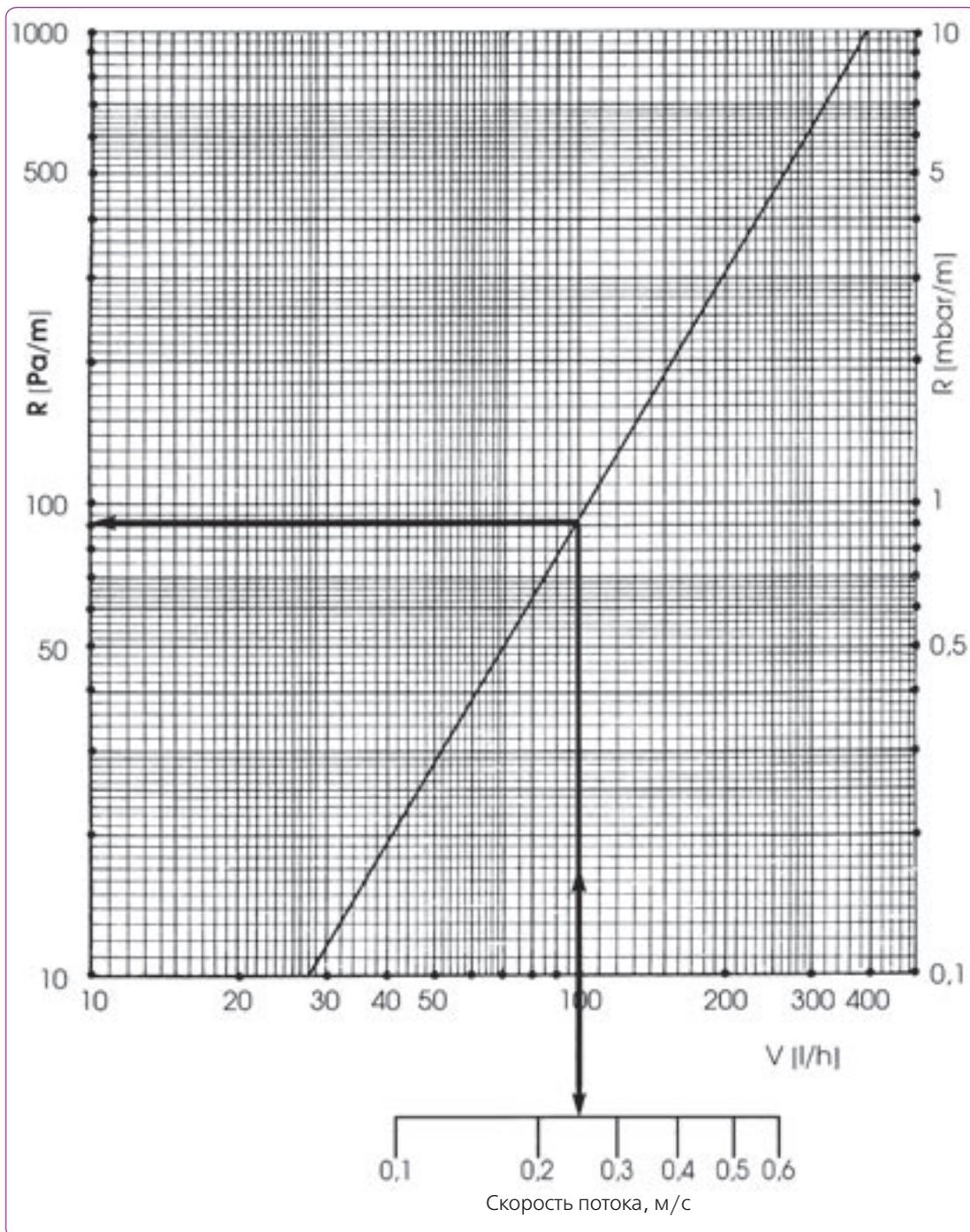


Диаграмма 6.3.1. Потери давления в трубе Уропор МЛСР 16х2,0 мм.

6.4. Настройка запорно-регулирующих клапанов на коллекторе Uronor Profi

Запорно-регулирующие клапаны на обратном коллекторе напольного отопления Uronor Profi с расходомерами (шкала настройки от 1 л/мин до 4 л/мин) служат для регулировки расходов в петлях.

Пример:

Из расчета - расход в петле - 180 л/час (3 л/мин), падение давления - 6000 Па. Согласно диаграмме, данным требованиям соответствуют 2 оборота клапана.

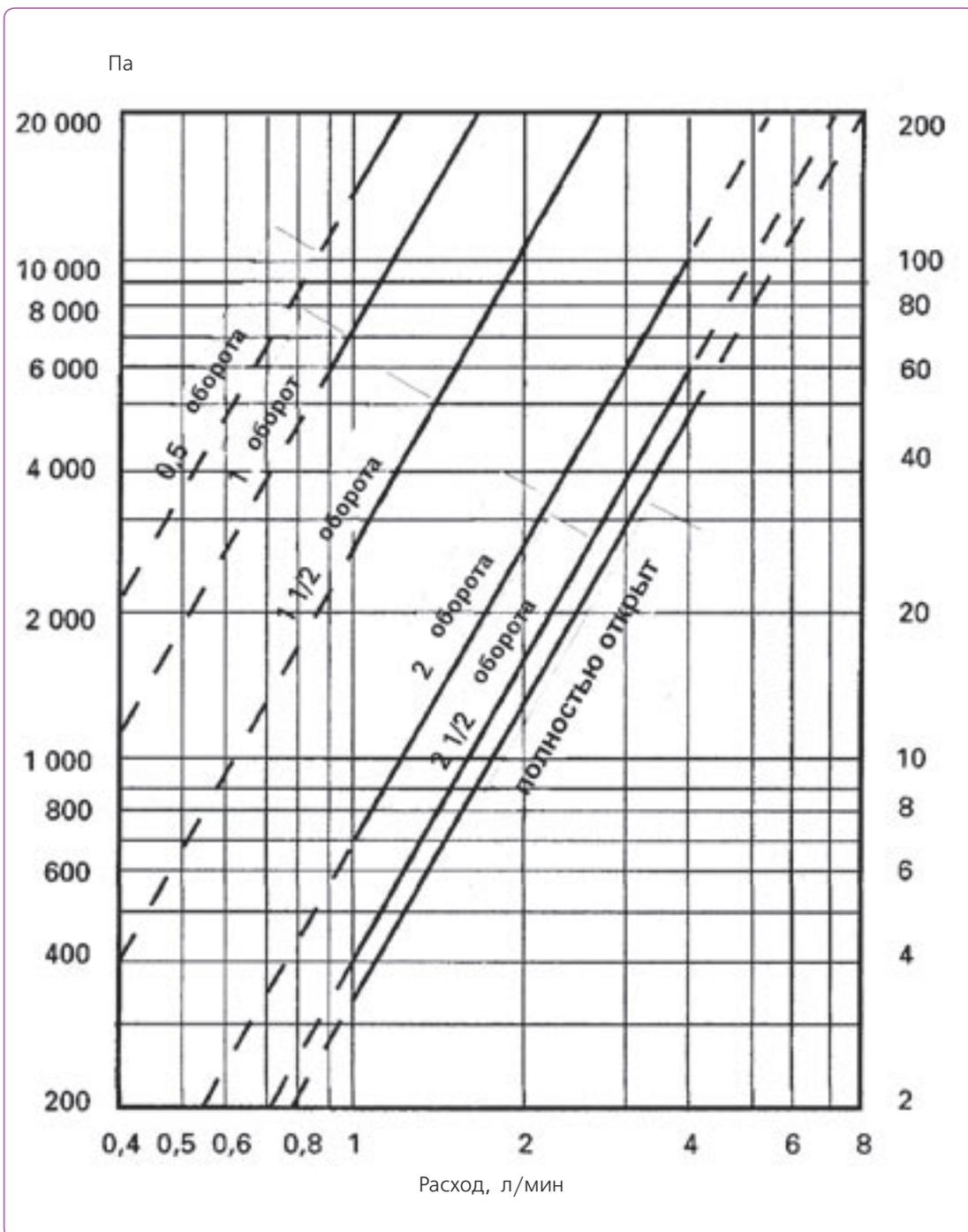


Диаграмма 6.4.1. Настройка запорно-регулирующих клапанов на обратном коллекторе Uronor Profi с расходомерами (запорно-регулирующий клапан на подающем распределителе полностью открыт).

6.5. Тепловое удлинение и гидравлическое сопротивление трубы Uronor MLCР

Металлополимерные трубы Uronor MLCР во время эксплуатации подвергаются нагреву. Поэтому, в зависимости от разницы температур Δt и длины трубы L возникают тепловые удлинения трубы.

При проектировании трубопроводов следует предусматривать меры по компенсации тепловых удлинений труб путем устройства Г, П и Z-образных компенсаторов с помощью скользящих и неподвижных опор, а также путем прокладки труб в защитном кожухе.

Коэффициент теплового удлинения α составляет 0,025 мм/мК.

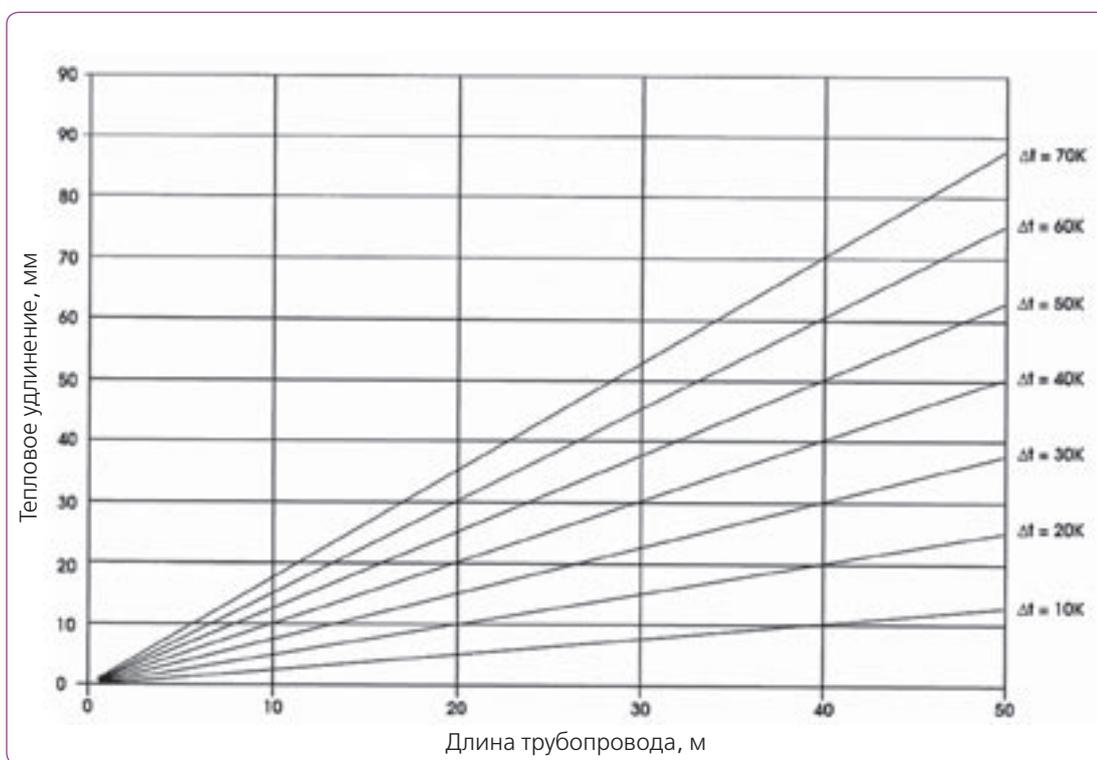


Диаграмма 6.5.1 Тепловое удлинение металлопластиковых труб Uronor MLCР.

С помощью диаграммы по массовому расходу (кг/час) можно определить потери давления по длине трубопровода в зависимости от диаметра трубы и скорости потока.

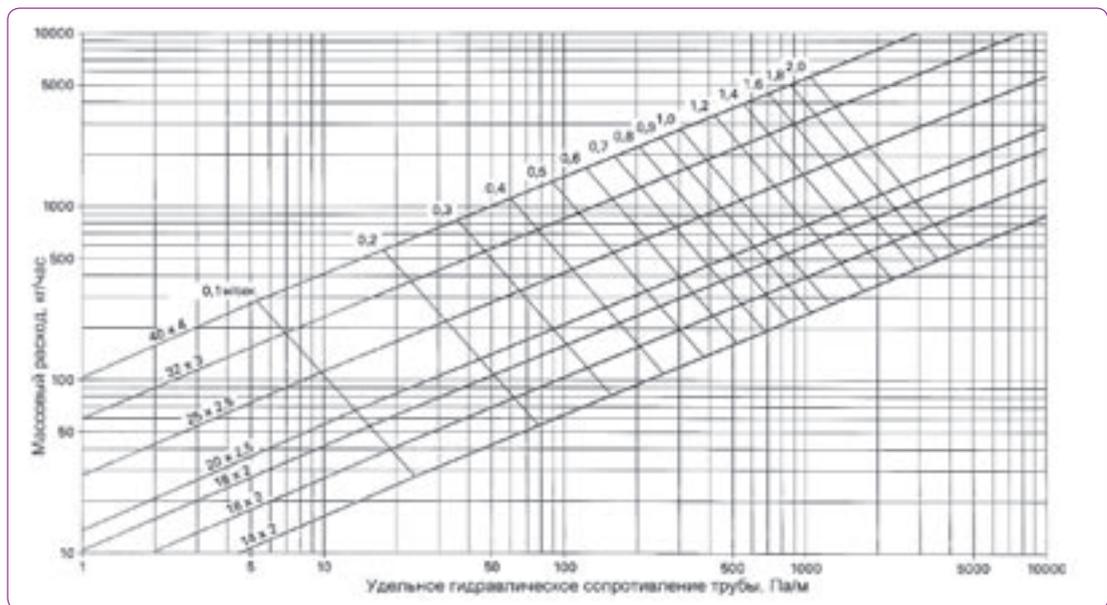


Диаграмма 6.5.2 . Удельные гидравлические сопротивления труб Uronor MLCP \varnothing 14 ... \varnothing 40 мм (вода, средняя температура 60°С)

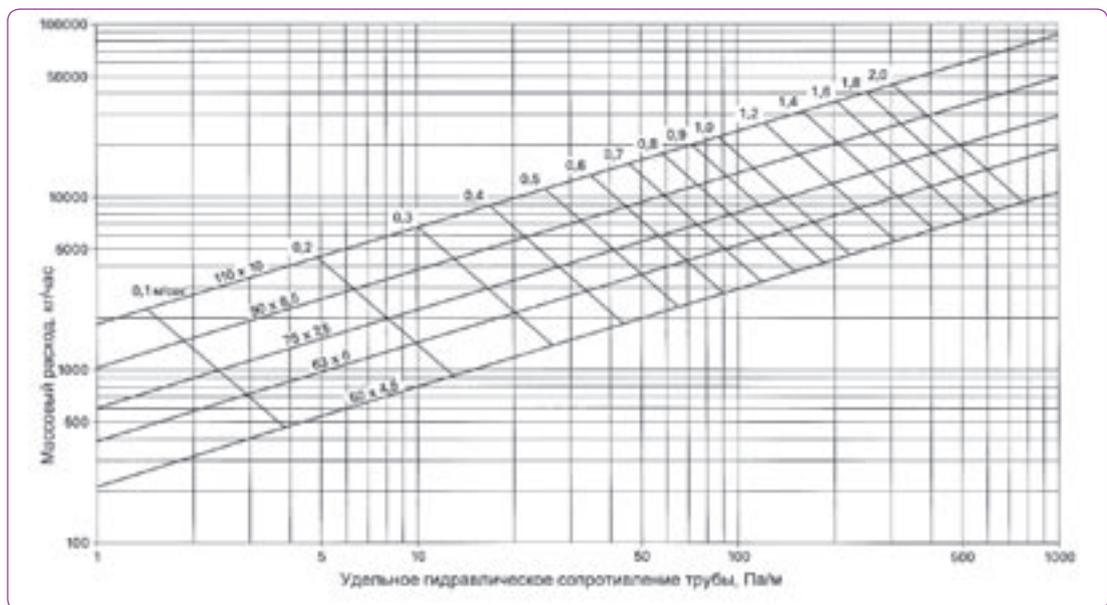


Диаграмма 6.5.3 . Удельные гидравлические сопротивления труб Uronor MLCP \varnothing 50 ... \varnothing 110 мм (вода, средняя температура 60°С)

Глава 7. Приложение

7.1. Расчет теплотерь по направлению вниз

Описание расчета

Основная цель этой главы - это наглядно показать технические приемы расчета толщины теплоизоляции, необходимой для ограничения потери тепла по направлению вниз через бетонную плиту, расположенную на грунте. Расчет начинается с дома без напольного отопления и затем показывается, на сколько нужно увеличить толщину для того, чтобы держать температуру под теплоизоляцией на том же уровне при напольном отоплении. Расчеты выполняются, применяя теорию теплопередачи через параллельные слои.

Основные предположения

Для того, чтобы выполнить расчеты, должны быть составлены определенные предположения следующим образом:

- Нормированные теплотери отапливаемой площади пола 50 Вт/м².
 - Теплопроводность теплоизоляции 0,035 Вт/м К.
 - Теплопроводность бетона 1,2 Вт/м К.
- Петли труб напольного отопления проложены внутри бетона на глубине 30 мм от поверхности бетона.
- Толщина бетона 100мм.
 - При отсутствии напольного отопления, толщина теплоизоляции под бетонной плитой 70 мм.
 - Нормированные теплотери 10% или 5 Вт/м².
 - Температура помещения 21°C.
 - В помещении паркетный пол толщиной 14 мм.

Расчет 1

Бетонная плита без напольного отопления. Расчет температуры на нижней поверхности теплоизоляции.

В этом случае мы рассчитаем теплопередачу от поверхности пола изнутри дома к нижней поверхности теплоизоляции под бетонной плитой. Используя приведенные выше данные, получим следующее:

$$R_{\text{пол}} = \frac{0,014}{0,13} + \frac{0,1}{1,2} + \frac{0,07}{0,035} = 2,19$$

Так как

$$U = \frac{1}{R},$$

таким образом, $U = 0,457$ Вт/м² К

Итак, при заданных $q = 5$ Вт/м², $U = 0,457$ Вт/м² К и $T_1 = 21^\circ\text{C}$ можно рассчитать температуру нижней поверхности теплоизоляции. Применяя уравнение $q = U \cdot (T_1 - T_2)$, находим, что T_2 приблизительно 10°C .

Следствие:

Температура нижней поверхности теплоизоляции под бетонной плитой составляет 10°C .

Расчет 2

Бетонная плита с напольным отоплением. Расчет средней температуры напольного отопления.

Подготавливаясь рассчитать теплопередачу через бетонную плиту, с установленным напольным отоплением, необходимо расчет выполнять для верхнего и для нижнего слоя напольного отопления.

Данным расчетом мы определяем среднюю температуру воды в системе напольного отопления. Для этого рассчитаем так, как если бы там был определенный слой, генерирующий тепло внутри бетона.

Расстояние между этим слоем и поверхностью бетонного слоя должно составлять 40 мм. Это расстояние между осями труб напольного отопления и верхней поверхностью бетона. Используя такую же методику как в расчете 1, мы получим:

$$R = \frac{1}{11} + \frac{0,014}{0,13} + \frac{0,04}{1,2} = 0,23193$$

Таким образом, $U = 4,312$. Применяя уравнение $q = U \cdot (T_1 - T_2)$, если $q = 50$ Вт/м², $U = 4,312$ Вт/м² К и $T_2 = 21^\circ\text{C}$, получим $T_1 = 33^\circ\text{C}$

Следствие:

Температура воды в системе напольного отопления приблизительно 33°C .

Расчет 3

Бетонная плита с напольным отоплением. Расчет требуемой толщины теплоизоляции под бетонной плитой.

В расчете 1 мы рассчитали уровень температуры на нижней поверхности теплоизоляции под бетонной плитой.

В расчете 2 мы рассчитали температуру слоя генерирующего тепло внутри бетона.

В расчете 3 мы рассчитаем толщину теплоизоляции под бетонной плитой, которую необходимо использовать, чтобы обеспечить такую же температуру на нижней поверхности теплоизоляции под бетонной плитой. Расстояние между слоем, генерирующем тепло, и нижней поверхностью бетонной плиты должно составлять 60 мм.

Применяя уравнение $q = U \cdot (T_1 - T_2)$, если $q = 5 \text{ Вт/м}^2$, $T_1 = 33^\circ\text{C}$ и $T_2 = 10^\circ\text{C}$, получим

$$U = 0,21739 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Применяя уравнение

$$U = \frac{1}{R},$$

получаем:

$$\frac{1}{U} = 4,6 = \frac{0,06}{1,2} + \frac{X}{0,035}$$

Следствие:

Результат расчета 3 дает требуемую толщину теплоизоляции 160 мм, т.е. необходимо увеличить толщину теплоизоляционного слоя на 90 мм.

Эти расчеты выполнены для хорошо теплоизолированного дома, где теплотери по направлению вниз не больше 10% от общих потерь тепла дома.

Заключение

В случае паркетного пола толщиной 14 мм на бетонной плите с напольным отоплением толщина теплоизоляции должна быть увеличена с 70 мм до 160 мм. Увеличение толщины теплоизоляции зависит от температуры напольного отопления, которая в свою очередь зависит от материала покрытия пола. Например, в случае пола с керамической плиткой, где кафель имеет теплопроводность $\lambda = 1,2 \text{ Вт/м К}$, требуемое увеличение толщины теплоизоляции с 70 мм до 130 мм.

В заключение, рассматривая примеры расчета выше, можно сказать, что если цель - ограничить теплотери по направлению вниз в пределах 10%, то в случае напольного отопления в бетонной плите потребуется увеличение толщины теплоизоляционного слоя приблизительно на 80 мм.

Чем больше теплотери по направлению вниз допускаем, тем меньший слой дополнительной теплоизоляции потребуется для утепления.

Диаграмма 7.1.1 ниже показывает толщину теплоизоляции как функциональное отношение от теплотери во вниз.

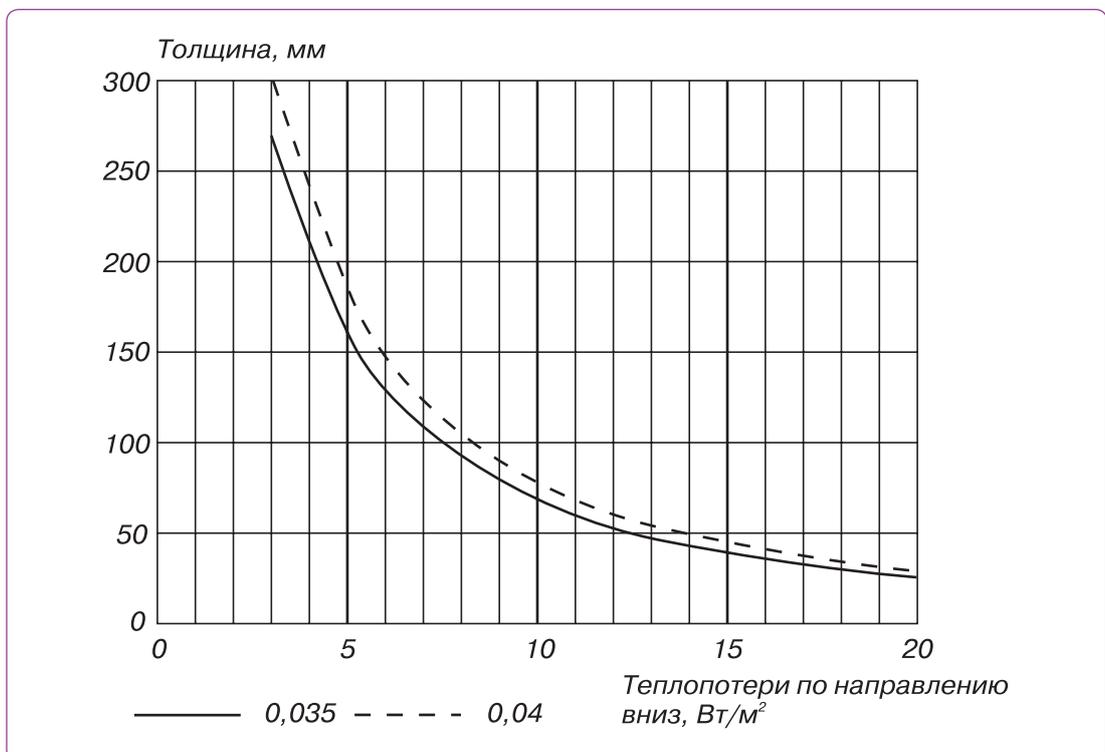


Диаграмма 7.1.1 Толщина теплоизоляции.

7.2. Пассивное саморегулирование

Несмотря на то, что системы напольного отопления применяются совместно с регуляторами температуры различной степени сложности, система обеспечивает свое собственное пассивное саморегулирование.

Температура пола немного выше температуры воздуха в помещении. Повышение температуры воздуха вследствие солнечного света или увеличения количества жильцов означает, что вскоре воздух станет таким же теплым, как и пол. Как только достигается эта точка равенства, законы физики диктуют, что с пола не должно подниматься тепло.

Эффект такой, как будто система перекрыта. Процесс этот быстрый и точный. Поступление тепла с пола будет уменьшаться по мере повышения температуры воздуха. При температуре воздуха 20°C и температуре пола 23°C поступление тепла с пола уменьшится на одну треть в расчете на каждый градус температуры, на который повысилась температура воздуха.

7.3. Насосно-смесительные блоки Uponor

Насосно-смесительные блоки Uponor PUSH используются для подключения в существующий высокотемпературный контур отопления.

Насосно-смесительные блоки понижают температуру теплоносителя и обеспечивают циркуляцию теплоносителя в петлях напольного отопления. В зависимости от мощности насоса, существует несколько типов насосно-смесительных блоков: Uponor PUSH 12, Uponor PUSH 15A, Uponor PUSH 22A, Uponor PUSH 45.

Насосно-смесительный блок Uponor Push 12

Насосно-смесительный блок Uponor Push 12 (артикул 80386) был специально разработан для использования при реконструкции или расширении существующих систем радиаторного отопления, для подсоединения непосредственно к трубопроводу радиаторной системы. Он сконструирован для обеспечения одного помещения одним или более напольными отопительными контурами.

Температура воды в петлях напольного отопления должна быть ниже, чем температура воды в радиаторной системе, но для получения требуемой тепловой мощности расход в напольном отопительном контуре должен быть выше, чем в радиаторном контуре.

Uponor Push 12 включает в свой состав термостатический клапан, который управляет температурой воды в напольной отопительной системе в соответствии с предъявляемым к помещению требованиям.

При мощности 70 Вт/м² и установке петель напольного отопления с межцентровыми расстояниями 300 мм, один контур (максимум 67 м трубы Uponor реPEX 20x2,0 мм) может быть установлен на площадь пола до 20 м².

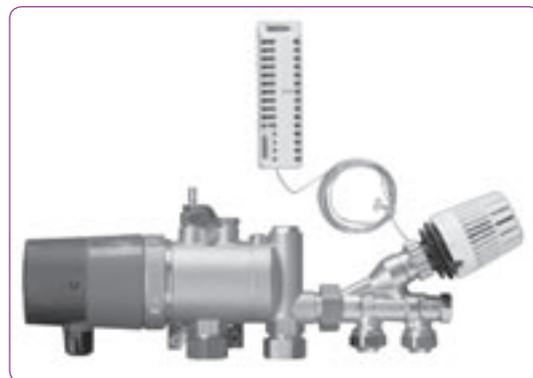


Рис. 7.3.1. Uponor Push 12.

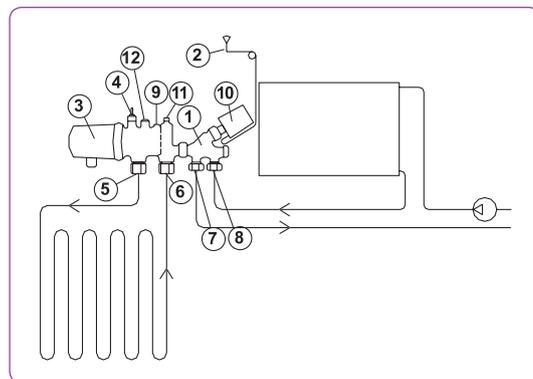


Рис 7.3.2. Схема подключения Uponor Push12.

1. Термостатический регулирующий клапан
2. Датчик температуры воздуха с капиллярной трубкой
3. Циркуляционный насос напольного контура отопления
4. Выпускной воздушный клапан
5. Подающий соединитель к напольному контуру отопления
6. Возвратный соединитель от напольного контура отопления
7. Возврат в систему радиаторов
8. Подача от системы радиаторов
9. Обходной клапан. Также может использоваться для регулировки падения давления в системе напольного контура отопления
10. Головка термостатического регулирующего клапана
11. Клапан установки предельной температуры воды.
12. Колпачок 3/8"

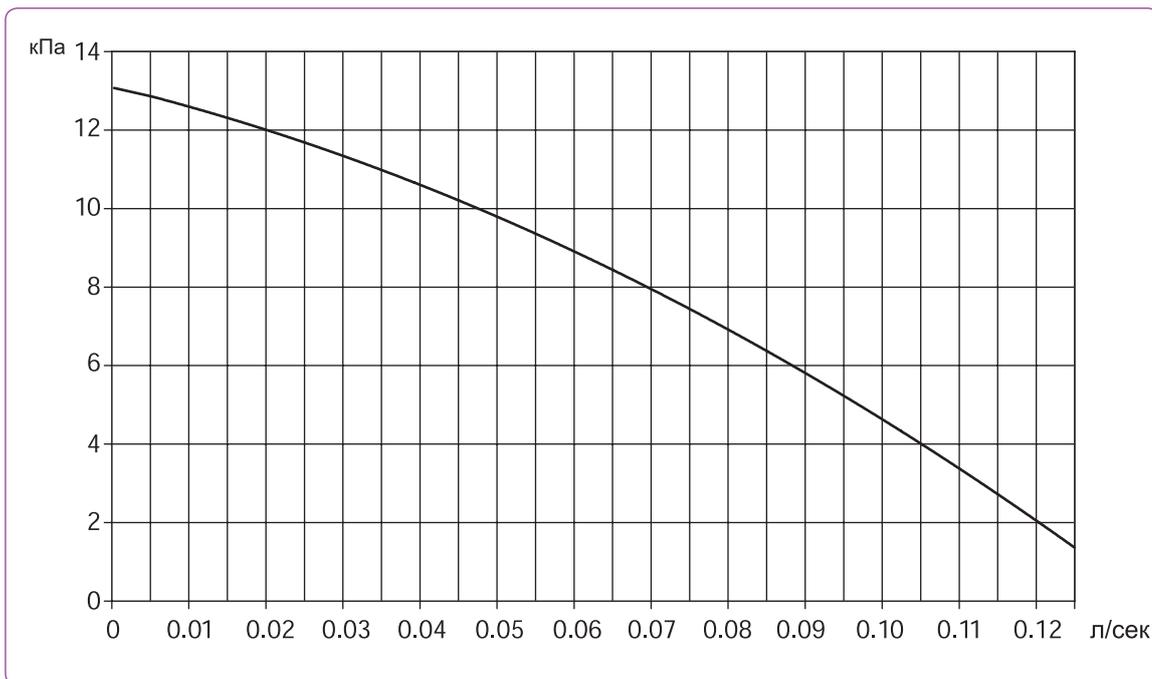


Диаграмма 7.3.1. Диаграмма производительности насоса Uronor PUSH 12.

Насосно-смесительный блок Uronor Push 15A

В насосно-смесительном блоке Uronor PUSH 15A (артикул 80590) циркуляционный насос вторичного контура автоматически управляется разностным давлением. Uronor Push 15A имеет производительность для системы напольного отопления площадью до 95 м² при потребности в тепле 50 Вт/м².



Рис.7.3.3. Uronor Push 15A.

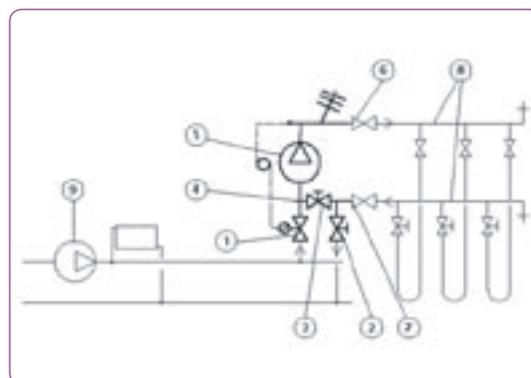
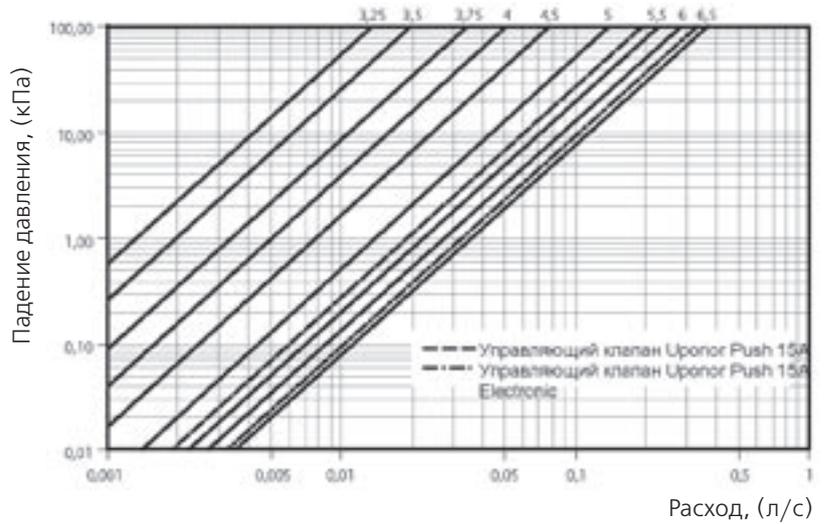


Рис 7.3.4. Принципиальная схема Uronor Push15A.

1. Первичное питающее подключение с помощью термостатического клапана.
2. Первичное возвратное подключение с помощью обратного клапана.
3. Встроенный симметрирующий клапан с обратным клапаном.
4. Ручка для симметрирующего клапана.
5. Циркуляционный насос.
6. Вторичное питающее подключение.
7. Вторичное возвратное подключение.
8. Подпольные нагревательные трубопроводы.
9. Насос первичного контура

Первичное питание и обратный клапан

Предустановка обратного клапана в числе оборотов от закрытого положения клапана.



Встроенный симметрирующий клапан

Предустановка в числе оборотов от закрытого положения клапана.

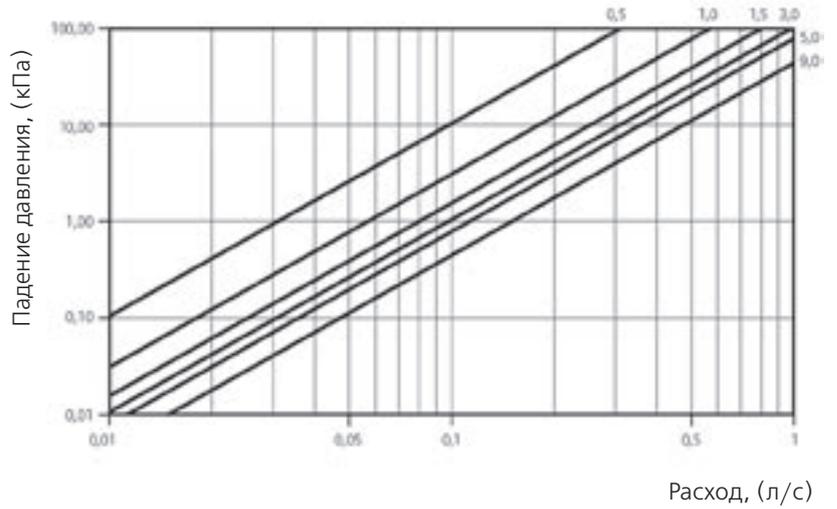


Диаграмма насоса

Разрешенное давление для вторичного контура при полностью открытом встроенном симметрирующем клапане.

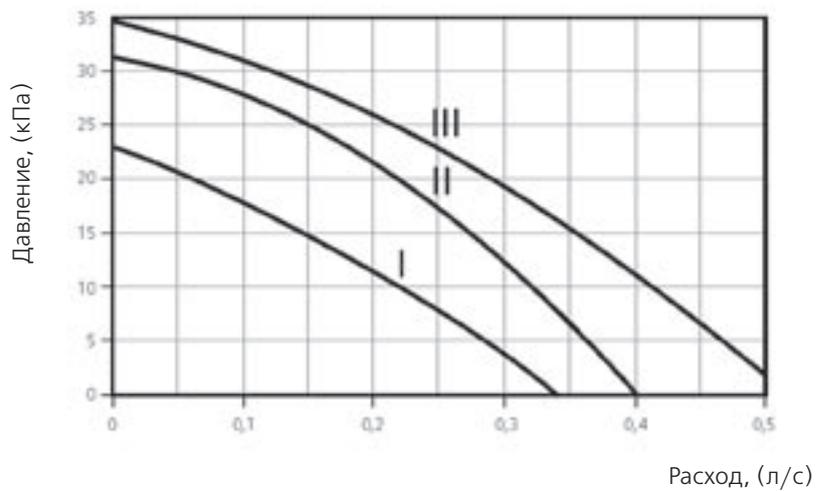


Диаграмма 7.3.2. Параметры Uponor PUSH 15A.

Насосно-смесительный блок Uponor Push 22A

В насосно-смесительном блоке Uponor PUSH 22A (артикул 80594) циркуляционный насос вторичного контура автоматически управляется разностным давлением. Uponor Push 22A имеет производительность для системы напольного отопления площадью до 175 м² при потребности в тепле 50 Вт/м².



Рис. 7.3.5. Uponor Push 22A.

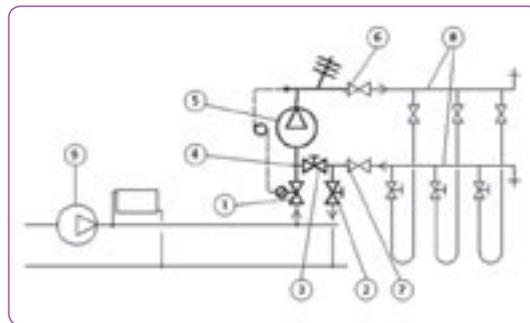
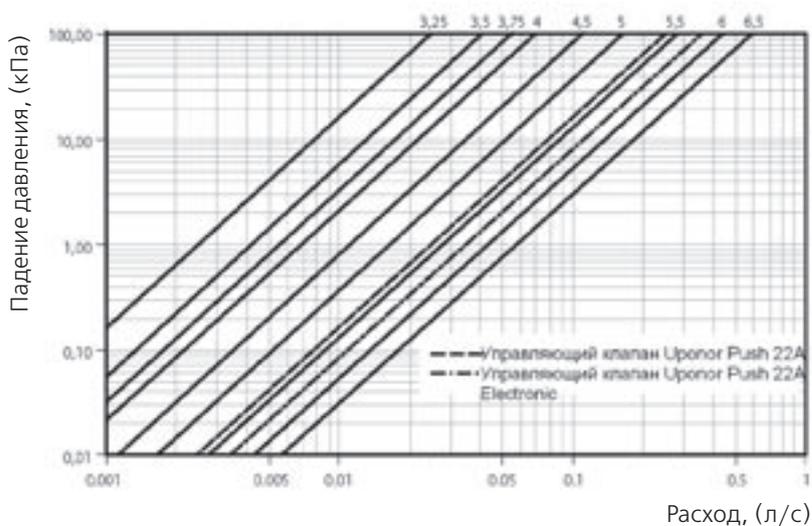


Рис. 7.3.6. Принципиальная схема Uponor Push 22A.

1. Первичное питающее подключение с помощью термостатического клапана.
2. Первичное возвратное подключение с помощью обратного клапана.
3. Встроенный симметрирующий клапан с обратным клапаном.
4. Ручка для симметрирующего клапана.
5. Циркуляционный насос.
6. Вторичное питающее подключение.
7. Вторичное возвратное подключение.
8. Подпольные нагревательные трубопроводы.
9. Насос первичного контура.

Первичное питание и обратный клапан

Предустановка обратного клапана в числе оборотов от закрытого положения клапана.



Встроенный симметрирующий клапан

Предустановка в числе оборотов от закрытого положения клапана.

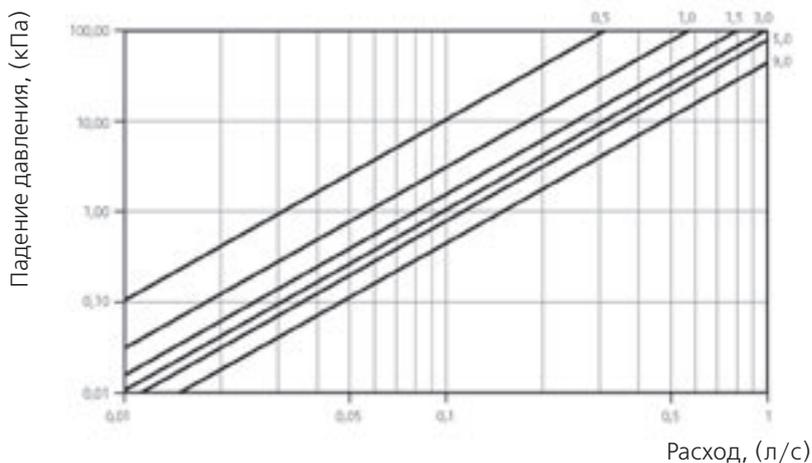


Диаграмма насоса

Разрешенное давление для вторичного контура при полностью открытом встроенном симметрирующем клапане.

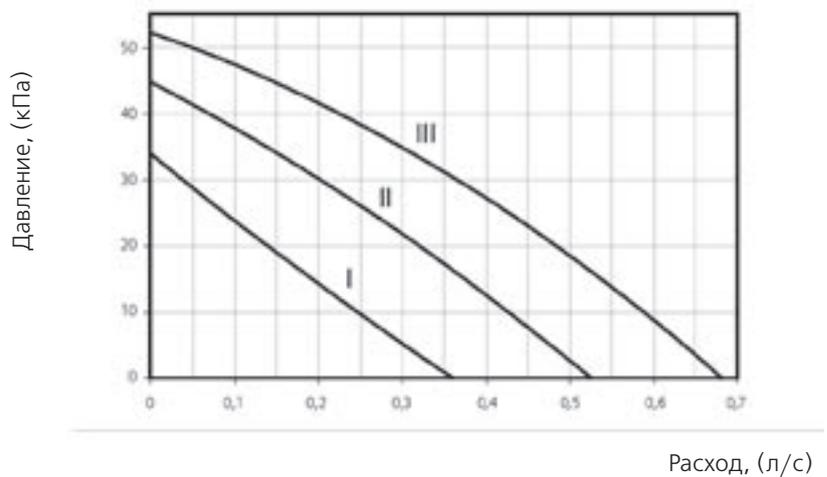


Диаграмма 7.3.3. Параметры Uronor PUSH 22A.

Насосно-смесительный блок Uronor Push 45

В насосно-смесительном блоке Uronor PUSH 45 (артикул 80396) циркуляционный насос вторичного контура автоматически управляется разностным давлением. Uronor Push 45 имеет производительность для системы напольного отопления площадью до 400 м² при потребности в тепле 50 Вт/м².



Рис. 7.3.7. Uronor Push 45.

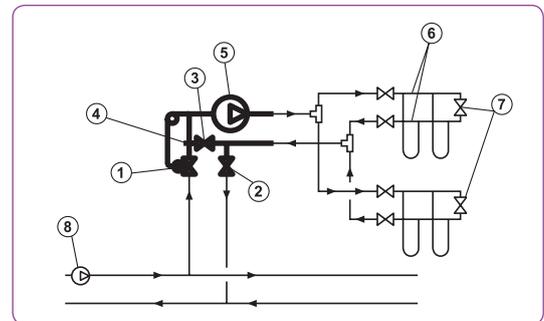


Рис. 7.3.8. Принципиальная схема Uronor Push 45.

1. Первичное питающее подключение с помощью термостатического клапана.
2. Первичное возвратное подключение с помощью обратного клапана.
3. Встроенный балансировочный клапан.
4. Винт балансировочного клапана.
5. Циркуляционный насос.
6. Коллектор системы напольного отопления.
7. Байпас.
8. Насос первичного контура.

Задаваемое число оборотов от положения, соответствующего закрытому вентилю.

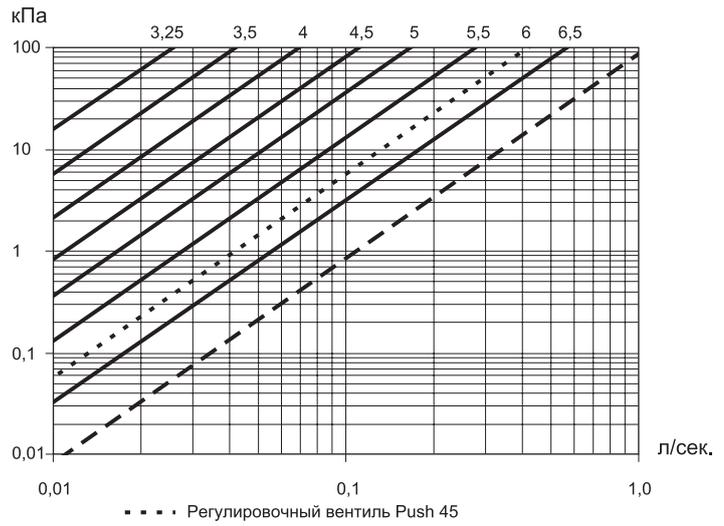


Диаграмма 7.3.4. Установки регулировочного вентиля первичного контура.

Задаваемое число оборотов от положения, соответствующего закрытому клапану.

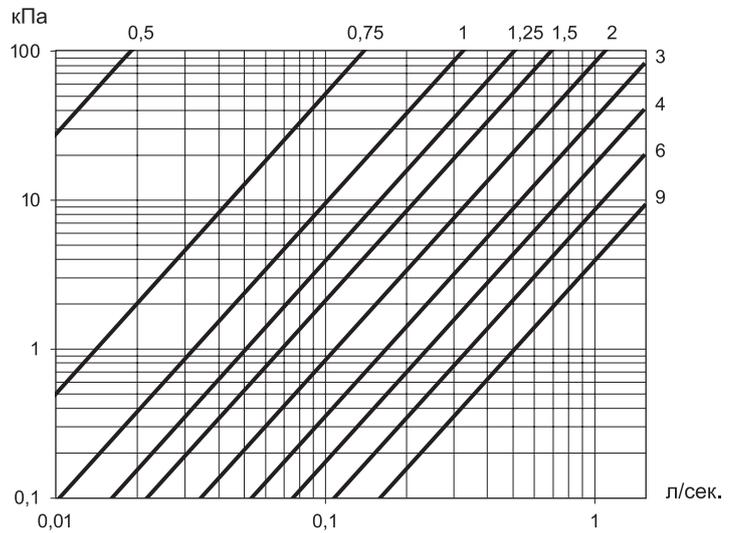


Диаграмма 7.3.5. Встроенный балансировочный клапан.

Давление вторичного контура при полностью открытом встроенном балансировочном клапане.

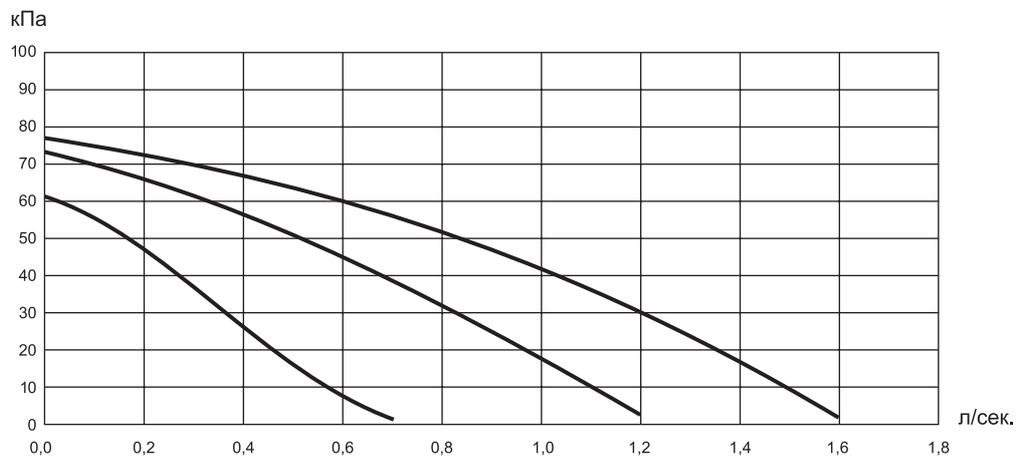


Диаграмма 7.3.6. Характеристики насоса.

7.4. Обозначение символов

Символ	Единица измерения	Наименование
P	Вт	Теплопотери
$P_{\text{пом.1}}$	Вт	Теплопотери для помещения 1
$P_{\text{пом. 1...8}}$	Вт	Теплопотери для помещения 1...8
P_{S11}	Вт	Теплопотери для петли S11
Q	л/сек	Расход воды
$Q_{\text{пом.1}}$	л/сек	Расход воды для помещения. 1
$Q_{\text{пом. 1...8}}$	л/сек	Расход воды для помещения. 1...8
Q_{S11}	л/сек	Расход воды в петле S11
$q_{\text{расч}}$	Вт/м ²	Расчетная тепловая нагрузка q Вт/м ² Тепловая нагрузка
$A_{\text{пол}}$	м ²	Площадь пола
$A_{\text{пот}}$	м ²	Площадь потолка
$A_{\text{дом}}$	м ²	Площадь пола в доме
$A_{\text{стн}}$	м ²	Площадь стен
$A_{\text{окн}}$	м ²	Площадь окон
$A_{\text{двр}}$	м ²	Площадь дверей
$A_{\text{пом 1}}$	м ²	Площадь пола в помещений 1
$A_{\text{пом 1...8}}$	м ²	Площадь пола в помещении 1...8
$U_{\text{пол}}$	Вт/м ² К	Общий коэффициент теплопередачи пола
$U_{\text{пот}}$	Вт/м ² К	Общий коэффициент теплопередачи потолка
$U_{\text{стн}}$	Вт/м ² К	Общий коэффициент теплопередачи стен
$U_{\text{окн}}$	Вт/м ² К	Общий коэффициент теплопередачи окон
$U_{\text{двр}}$	Вт/м ² К	Общий коэффициент теплопередачи дверей
V	м ³	Объем
$V_{\text{трб}}$	л/м	Объем воды на метр трубы
V	л	Объем воды
C_p	кДж/кг К	Сдельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении около 1,0 к Дж/кг К
ρ	кг/ м ³	Плотность воздуха, 1,2 кг/м ³ при 20°C
N	раз/час	Кратность воздухообмена
$T_{\text{вн}}$	°С	Внутренняя температура
$T_{\text{нар}}$	°С	Наружная температура
ΔT	°С	Разница температуры ($T_{\text{вн}} - T_{\text{нар}}$)
$\Delta t_{\text{вод}}$	°С	Разница температуры воды (подающий поток - обратный поток)
ΔT_{α}	°С	Разница температуры (поверхность - воздух)
$\Delta T_{\text{пок}}$	°С	Разница температуры через покрытие пола
$\Delta T_{\text{кнс}}$	°С	Разница температуры в конструкции пола
$\Delta T_{\text{пет}}$	°С	Разница температуры в петле(температура воды)
$\Delta T_{\text{пет}}$	°С	Разница температуры, в направлении вниз через конструкции пола.

Символ	Единица измерения	Наименование
T	$^{\circ}\text{C}$	Разница температуры
$t_{\text{пол}}$	$^{\circ}\text{C}$	Температура пола
$t_{\text{под}}$	$^{\circ}\text{C}$	Температура подающей воды
$t_{\text{обр}}$	$^{\circ}\text{C}$	Температура обратной воды
$t_{\text{срд}}$	$^{\circ}\text{C}$	Средняя температура воды
$t_{\text{внз}}$	$^{\circ}\text{C}$	Температура внизу
$T_{\text{вен}}$	$^{\circ}\text{C}$	Разница температуры воздуха в системе вентиляции
$t_{\text{вн}}$	$^{\circ}\text{C}$	Температура воздуха внутри помещения
R	$\text{м}^2 \text{К}/\text{Вт}$	Термическое сопротивление
$1/R$	$\text{Вт}/\text{м}^2 \text{К}$	Коэффициент теплопередачи
$\lambda_{\text{пол}}$	$\text{Вт}/\text{м К}$	Коэффициент удельной теплопроводности
d	м	Толщина
α	$\text{Вт}/\text{м}^2 \text{К}$	Коэффициент теплоотдачи (теплопотока) пола
v	$\text{м}/\text{сек}$	Скорость потока воды
p	кПа	Потери давления
L	м	Длина трубы
Kv	Значение Kv .	Расход воды через вентиль при перепаде давления на 1 бар.

7.5. Рисунки

Номер Рисунка	Текст	Стр.
1.	Нуросауст	4
1.2.1	Идеальное отопление	5
1.2.2	Напольное отопление Uronor	5
1.2.3	Отопление радиаторами	5
1.2.4	Отопление конвекторами	5
1.2.5	Потолочное отопление	6
1.2.6	Принудительное воздушное отопление	6
2.3	Арматурная сетка	7
2.4	Фиксирующие пластины	8
2.5	Деревянные полы	8
2.8.1	Разделение площади деформационными швами	10
2.8.2	Укладка петель при прохождении через деформационные швы	10
2.15.1	Конфигурация А, одиночный змеевик	13
2.15.2	Конфигурация В, параллельная укладка подающей и обратной трубы	14
2.15.3	Конфигурация С, трубы поступающей и обратной воды уложены параллельно спиралью	14
3.2.1	Кислородный диффузионный барьер на трубе Uronor rePEX	20
4.3.1	Распределение потерь тепла	24
5.1.1	Архитектурный чертеж дома	35
5.1.2	План стен и перегородок	35
5.1.3	Чертеж дома с петлями труб и коллекторами	36
5.1.4	Форма 1, заполненная в соответствии с примером расчета для коллектора М1	38
5.1.5	Форма 1, заполненная в соответствии с примером расчета для коллектора М2	39
5.1.6	Форма 2, заполненная в соответствии с примером расчета	39
6.1.1	Труба Uronor MLCР	41
7.3.1	Uronor Push 12	52
7.3.2	Схема подключения Uronor Push 12	52
7.3.3	Uronor Push 15А	53
7.3.4	Принципиальная схема Uronor Push 15А	53
7.3.5	Uronor Push 22А	55
7.3.6	Принципиальная схема Uronor Push 22А	55
7.3.7	Uronor Push 45	56
7.3.8	Принципиальная схема Uronor Push 45	56

7.6. Таблицы

Номер Таблицы	Текст	Стр.
3.2.1	Характеристика трубы Uponor rePEX 20x2,0	19
4.10.1	Предустановка вентилей	32
6.1.1	Характеристика трубы Uponor MLCP	41

7.7. Диаграммы

Номер Диаграммы	Текст	Стр.
2.16.1	Зависимость температуры воды от диаметра трубы	15
2.17.1	Зависимость температуры воды от глубины укладки трубы	16
2.18.1	Зависимость температуры воды от шага укладки трубы	17
3.2.1	Тепловое удлинение труб Uponor PEX	20
3.2.2	Номограмма потерь давления в трубах Uponor rePEX и Uponor evalPEX	21
4.4.1	Теплоотдача поверхности пола	25
4.5.1	Понижение температуры через покрытие пола	26
4.6.1	Понижение температуры в полах различной конструкции	27
4.9.1	Номограмма вентилей коллектора Uponor WGF	31
6.3.1	Потери давления в трубе Uponor MLCP 16x2,0	46
6.4.1	Настройка запорно-регулирующих клапанов на обратном коллекторе Uponor Profi с расходомерами	47
6.5.1	Тепловое удлинение металлопластиковых труб Uponor MLCP	48
6.5.2	Удельное гидравлическое сопротивление труб Uponor MLCP 14-40 мм	49
6.5.3	Удельное гидравлическое сопротивление труб Uponor MLCP 50-110 мм	49
7.1.1	Толщина теплоизоляции	51
7.3.1	Диаграмма производительности насоса Uponor Push 12	53
7.3.2	Параметры Uponor Push 15A	54
7.3.3	Параметры Uponor Push 22A	55
7.3.4	Установки регулировочного вентиля первичного контура	57
7.3.5	Встроенный балансировочный клапан	57
7.3.6	Характеристика насоса	57

Uponor Сервис Центры
www.uponor.ru

129085, Москва
ул. Годовикова, д. 9-1
(495) 789 69 82
(495) 789 69 83
msk@uponor.ru

199026, С-Петербург
В. О., ул. Детская, д. 5 А
(812) 327 56 88
(812) 327 56 90
spb@uponor.ru

620100, Екатеринбург
ул. Сибирский тракт, д. 12
здание 8, оф. 305,
(343) 379 41 93
ekt@uponor.ru

420111, Казань,
ул. Миславского, д. 9
оф. 313
(843) 292-33-87
(843) 297-64-11
kazan@uponor.ru

350000, Краснодар
ул. Кирова, д. 141,
оф. 502, 505
(861) 210 45 75
(861) 210 45 76
krasnodar@uponor.ru

443099, Самара
ул. Водников, д. 60
оф. 619, 620
(846) 267 53 23
(846) 267 54 31
samara@uponor.ru