



ТРУБЫ PE-RT из полиэтилена повышенной термостойкости

PE-RT новый класс полиэтилена для производства труб для горячего водоснабжения и отопления.

ТОО «СТМС-С.К.» запустила новую линию для производства напорных труб из полиэтилена повышенной термостойкости PE-RT и трёхслойных труб PERT/EVOH/PERT с кислородным барьером (антидиффузионным слоем) из этиленвинилового спирта EVOH, предназначенных для радиаторных и поверхностных систем отопления, водоснабжения и водоподготовки. Трубы стойки к воде с твёрдыми частицами, растворам кислот и щелочей. Трёхслойные трубы PERT/EVOH/PERT состоят из полиэтилена повышенной термостойкости PERT, специального высокопрочного клея и кислородного барьера EVOH. Трубы изготавливаются в диапазоне диаметров от 16 до 32 мм.

Трубы PERT изготовлены из термостабилизированного полиэтилена нового поколения PE-RT тип II DOWLEX 2388, выпускаемого компанией Dow Chemical Company. DOWLEX 2388 - полиэтилен с высоким температурным сопротивлением и устойчивостью к старению.

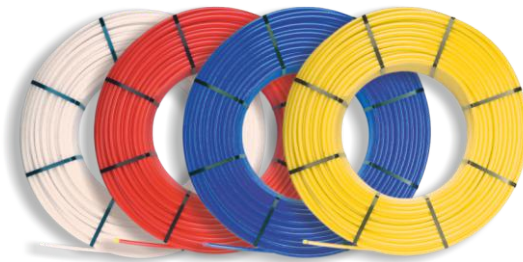
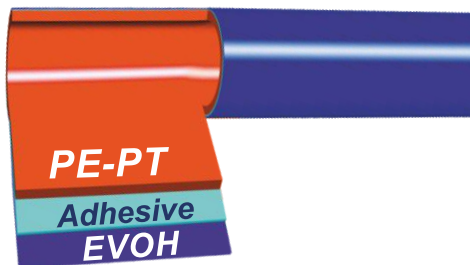
Повышенное, по сравнению со стандартным PEX, число связующих атомов углерода гарантирует высокую степень переплетения (клубковая связка - в переводе на язык PEX - сшивка 100%). Боковые цепи линейной молекулы стандартного PEX-b формируются комбинацией молекул бутена. Для связи основных цепей друг с другом задействуются два атома углерода, поэтому вероятность их переплетения низкая. Мономером для боковой цепи в PE-RT является октен, который и увеличивает число связующих атомов углерода до шести атомов. Это обеспечивает высокую прочность трубам PE-RT. Температурное линейное удлинение труб PE-RT в несколько раз меньше, чем у стандартного PEX.

Кислородный барьер EVOH

EVOH - сополимер этилена и винилового спирта, служит в качестве барьерного слоя в многослойных трубах СТМС. По своим основным характеристикам данный полимер имеет одни из самых высоких показателей по газонепроницаемости.

Гидравлические системы подвергаются диффузии кислорода. Кислород, проникающий в систему в комплексе с другими факторами, может привести к коррозии металлических (железосодержащих) компонентов, что в свою очередь снижает срок службы всей гидравлической системы.

Благодаря среднему слою из EVOH многослойные трубы СТМС значительно сокращают проникновение кислорода в систему. Барьер обеспечивает устойчивость к диффузии не только кислорода, но и других газов, таких как азот, углекислый газ, гелий и др., а также обладает высокой механической прочностью и эластичностью.



В условиях высокого давления и повышенных температур, применение обычного полиэтилена в качестве материала для труб невозможно.

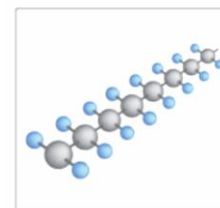
Преимущество труб PE-RT или в чём уступают трубы PEX.

Что такое PEX?

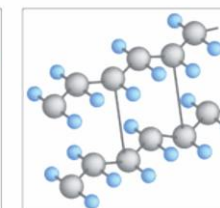
Долгое время альтернативой обычному полиэтилену служил такой материал как «сшитый» полиэтилен PEX, обладающий прочностными свойствами, позволяющими применять его в производстве труб для теплоснабжения.

В обычном (не сшитом) полиэтилене HDPE длинные молекулы не сцеплены друг с другом в полимерной матрице. Такие механические свойства как жесткость, прочность на разрыв и т.п. зависят от взаимного расположения, «запутанности» молекул.

Химическая сцепка молекул, знакомая как «сшивка», настолько изменила свойства полиэтилена, что стало возможным применять PEX трубы в теплоснабжении.



полиэтилен



сшитый полиэтилен PEX

Существует три технологии производства труб PEX:

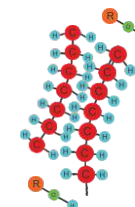
- Пероксидная PEX-a (нагрев в присутствии пероксидов)
- Силановая PEX-b (обработка влагой)
- Радиационная PEX-c (облучение электронами)

Принципиальной разницы между данными способами нет, так как они основаны на одном принципе: в разрыве второстепенных межатомных связей у каждой цепочки и задействовать их для соединения между собой.

Технология PEX-a (пероксидная)

Пероксид - соединение, содержащее два атома кислорода, связанных друг с другом и с третьим химическим элементом.

Полиэтилен перед экструдированием расплавляется вместе с антиокислителями и пероксидами. С повышением температуры до 180–220 °C пероксид разлагается, образуя свободные радикалы. Радикалы пероксидов забирают у атомов полиэтилена по одному атому водорода, что приводит к образованию свободной связи у атома углерода. В соседних макромолекулах полиэтилена атомы углерода, имеющие свободные связи, объединяются. Количество межмолекулярных связей составляет 2–3 на 1000 атомов углерода.



МАКСИМАЛЬНАЯ ДОЛЯ СШИВКИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ КОЛИЧЕСТВОМ ПЕРОКСИДА.

Данный метод самый дорогой, хотя позволяет больше охватывать массу материала воздействием пероксидов, так как они добавляются в исходный расплав. Трубы из данного материала более жёсткие по сравнению с другими способами сшивки.

Технология PEX-a требует применение специализированных экструдеров, особый контроль температуры и давления.





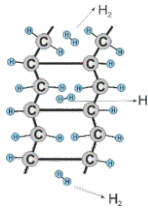
Технология PEX-b (силановая)

1. Monosil - винилсилан вводится в процессе экструзии полиэтиленовой трубы.

2. Sioplas - используется готовая смесь полиэтилена с силаном.

В обоих случаях труба на выходе из экструдера «доходит» до кондиции в паровой бане. Благодаря диффузии влаги внутрь, активные молекулы винилсилана замещают атомы водорода в макромолекулах полиэтилена, используя для этого слабую двойную связь С-С.

Затем, органические радикалы присоединяют молекулу воды, образуя стабильную гидроксильную группу.



а соседние радикалы полимера замыкаются через связь Si – O , формируя пространственную решетку. Для завершения процесса сшивки труба должна пройти обработку в течение не менее 5 часов в водяной ванне с температурой воды 95°C. Вытеснение воды из PEX ускоряется присутствием оловянного катализатора. На длительность окончательной сшивки влияет наличие в исходной смеси различных цветообразующих и пластифицирующих добавок

МАКСИМАЛЬНАЯ ДОЛЯ СШИВКИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ КОЛИЧЕСТВОМ ВИНИЛ-СИЛАНА И ВРЕМЕНЕМ ВЫДЕРЖКИ В ПАРОВОЙ БАНЕ.

Данный метод имеет наиболее серьезные проблемы.

Так, самый распространённый полиэтилен PEX-b изготавливается сшивкой 60%, и процесс никогда не прекращается. То есть трубы из PEX полиэтилена постоянно меняют свои характеристики: со временем труба теряет эластичность, стенки трубы постепенно усаживаются, теряется герметичность механических соединений, что может привести к разрушению соединения в процессе эксплуатации и, соответственно, к крупной протечке.

При сшивке труб PEX-b в процессе эксплуатации в результате реакции силанольного сшивания высвобождаются опасные вещества, которые диффундируют в трубопровод.

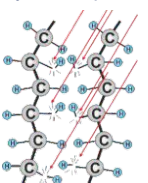
Германский институт стандартизации (DIN) придерживается твердого мнения о том, что эксплуатация труб из сшитого полиэтилена PEX-b должна быть запрещена.

Эти факторы представляют собой значительный и, следовательно, недопустимый риск для безопасности человека и окружающей среды.



Технология PEX-c (радиационная)

Метод заключается в воздействии на С-Н связи полиэтилена потоком электронов или гамма-лучей. При воздействии часть связей С-Н разрушается. Углерод становится обладателем



свободной связи, которая реализуется, объединившись с такой же свободной связью в соседней молекулярной цепочке. Благодаря этому, отдельные макромолекулы полиэтилена объединяются сетью межмолекулярных связей. Облучение изделия потоком частиц проводится уже после его формования, в твердом состоянии.

МАКСИМАЛЬНАЯ ДОЛЯ СШИВКИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ДОЗОЙ ОБЛУЧЕНИЯ.

К недостаткам данного метода можно отнести неизбежную неравномерность сшивки по толщине полиэтиленового слоя. Невозможно расположить электрод так, чтобы он был равноудален от любой точки трубного рулона, поэтому труба получается неравнопрочной и по длине и по толщине стенки.



Из всего сказанного можно сделать вывод: основной недостаток при производстве труб PEX - это невозможность полностью контролировать процесс сшивки полиэтилена, ухудшение со временем потребительских свойств.

Высокое соотношение обжимных и пресс фитингов, зачастую в разы увеличивающую стоимость системы.

Низкую экологичность (невозможность повторной переработки).

Преимущество труб PE-RT.

Полиэтилен PERT (resistance temperature) последняя разработка в технологии производства полиолефинов (направленное пространственное формирование боковых связей в макромолекулах полимера).

Получившийся полиэтилен получил название PERT (термостойкий) или DOWLEX*2344E. Вместо обычного бутена в качестве сопутствующего мономера используется октен (октилен) имеющий формулу C8H16. В отличие от «плоского» бутена октен имеет протяженную пространственно развитую структуру. Образуя боковые ветви основного полимера, кополимер создает вокруг главной цепи область взаимопереплетенных цепочек комономера. Эти «ветви» соседних макромолекул взаимно переплетаются, образуя пространственное сцепление не за счет образования межатомных связей, а за счет сцепления и переплетения своих «ветвей». Получившийся материал приобретает ряд свойств, присущих PEX, таких как повышенная долговременная термостойкость и увеличение прочности. PERT сохраняет присущую обычному полиэтилену гибкость. Самым главным приобретением PERT является увеличение стойкости к ультрафиолетовым лучам.

- ✓ Хорошая гибкость труб. Минимальный радиус изгиба – 5 диаметров трубы.
- ✓ Отсутствие токсичных выделений у труб PERT.
- ✓ Меньший температурный коэффициент линейного расширения (меньшие нагрузки на склеивающие слои) и, как следствие, больший срок службы.
- ✓ Гарантированно высокая степень переплетения молекул PE-RT труб (100% сшивка) при производстве методом экструзии. В трубах PEX сложно в условиях производства обеспечить оптимальную сшивку (60-70%), при невыполнении данного условия качество трубы резко снижается.
- ✓ Высокая прочность материала вследствие наличия большого количества углеродных связей в молекулах.
- ✓ Возможность применения диффузионно-сварных фитингов и стыковой сварки (что значительно снижает затраты на монтаж системы и повышает надежность стыковки труб).
- ✓ Выдерживают высокие давления и температуру. Срок эксплуатации труб PERT определяется в зависимости от температуры и давления рабочей среды.
- ✓ Стыковка труб стала значительно дешевле и проще.
- ✓ Отсутствие шумов в напольных водяных отопительных системах. Бесшумны при любой скорости потока.
- ✓ Морозоустойчивы и способны выдерживать несколько циклов замораживания.
- ✓ Обладают высокой ремонтпригодностью.
- ✓ Могут применяться для транспортировки пищевых продуктов, агрессивных жидкостей и газов.
- ✓ Согласно тестам SKZ (Suddeutsches Kunststoff Zentrum) срок службы труб PERT составляет 490 лет с фактором надежности 2.5.
- ✓ Согласно тестам SKZ, труба со слоем OXYDEX не подвержена кислородной диффузии (не пропускает воздух).
- ✓ Гарантийный срок 3 года.

Трубы PERT можно монтировать с помощью пресс-фитингов, латунных обжимных соединений, стыковой и раструбной сварки.

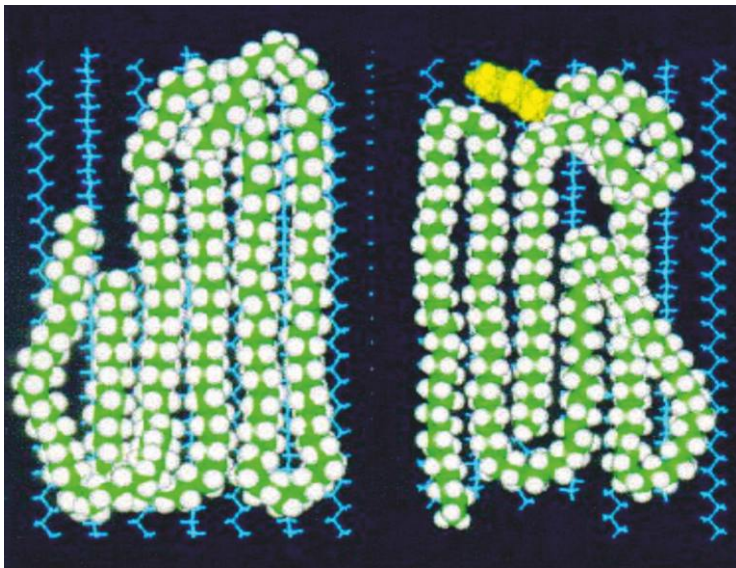


СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРОВ

	Сварка	Гибкость трубы	Стоимость произв. / материала	Питьевая вода	Радиаторное отопление	Теплый пол
PEХа	--	+/-	- / -	++	+/-	+/-
PEХb	-	+/-	+/- / +/-	+/-	+/-	--
PEХc	--	-	-- / +	++	+	+
PPR	++	--	+ / ++	-	+/-	--
PВ	++	+	+/- / --	+	+	-
PE-RT тип II	++	+	++ / +	++	+	+

++ оч. хорошо, + хорошо, +/- удв., - плохо, --оч. плохо

МИКРОСТРУКТУРА ПОЛИМЕРА DOWLEX™



Трубы PE-RT зависимость срока службы от температуры и давления

Температура теплоносителя, С	Рабочее давление, МПа	Срок службы, Годы
20	1,0	Более 100
40	1,0	Более 100
60	1,0	Более 75
95	0,5	Более 10
95	1,0	Более 8000 часов

Технические характеристики		
Наружный диаметр, мм	16	20
Внутренний диаметр, мм	12	16
Толщина стенки трубы, мм	2,0	2,0
Стандартное размерное соотношение SDR	9	11
Длина бухты, м	160/100	160/100
Масса 1 п.м. трубы, г	82	131
Объем жидкости в 1 п.м. трубы, л	0,113	0,201
Рабочая температура, °С	20x80	
Аварийная температура (не более 100 часов), °С	100	
Максимальное рабочее давление, МПа 1, 2, 4 классы эксплуатации	0,8	0,6
Максимальное рабочее давление при температуре 20°С, МПа	1,0	
Коэффициент теплового линейного расширения, К ⁻¹	1,95x10 ⁻⁴	
Изменение длины трубы после прогрева при температуре 110°С в течение 60 мин, %	<2	
Коэффициент эквивалентной равномерно-зернистой шероховатости	0,004	
Диффузия кислорода, г/м ³ в сутки, не более	0,1	
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,4	
Гарантийный срок, лет	3	
Срок службы при соблюдении правил монтажа и эксплуатации, лет	50	

ПРИМЕРНЫЙ РАСХОД ТРУБЫ ДЛЯ УКЛАДКИ ВОДЯНОГО ТЕПЛОГО ПОЛА:

Шаг, мм	Расход трубы на 1м ² , мп
100	10
150	6,7
200	5
250	4
300	3,4

* Подводящие трубопроводы учитываются отдельно

Трубы PERT можно монтировать с помощью пресс-фитингов, латунных обжимных соединений, стыковой и раструбной сварки.



УКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ (ТЕПЛЫЙ ПОЛ)

Контуры трубопроводов в системах напольного водяного отопления могут укладываться «змейкой» или «улиткой».

Способ укладки «змейкой» привлекает простотой. Одним из главных недостатков «змейки» являются заметные перепады температуры на разных участках пола или же так называемая «температурная полосатость», вызванная неравномерным прогревом всей поверхности пола в помещении. Это происходит из-за того, что температура теплоносителя в начале и конце контура значительно отличается и соответственно отличается интенсивность нагрева пола на этих участках.

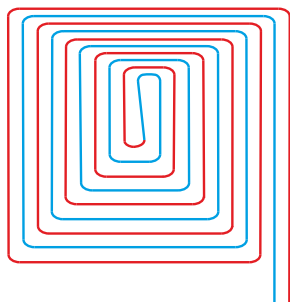
Неравномерный нагрев приводит к снижению комфорта в помещении, а при больших теплопотерях поверхность пола может нагреваться выше допустимых значений. При проектировании отопительных систем с использованием теплых полов в случае укладки трубопроводов «змейкой» максимальный перепад температуры между входом и выходом отопительного контура принудительно ограничивают не более чем 5°C, за счет чего снижается эффект «температурной полосатости», однако при этом уменьшается предельная тепловая мощность системы.

Метод укладки «змейкой» незаменим при использовании теплых полов в помещениях, имеющих линейный уклон. В помещениях с уклоном распределительный шкаф ставится на самой возвышенной стене и воздух из «змейки» беспрепятственно удаляется из греющей петли.

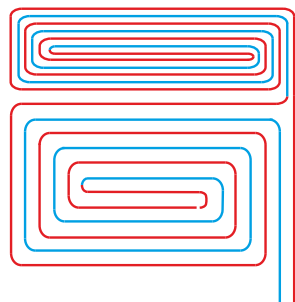
Способ укладки трубопроводов «улиткой» обычно применяется на объектах промышленного назначения либо в помещениях с небольшими теплопотерями. Этот вариант сложнее в расчете и проектировании, однако обеспечивает более равномерное распределение тепла по поверхности пола. При укладке «улиткой» происходит последовательное чередование обратных и подающих труб, а бетонная стяжка в «мокрых» системах либо алюминиевые пластины в «сухих» обеспечивают равномерное распределение потоков тепла и усреднение температуры.

При укладке «улиткой» перепад температур между входом и выходом контура может составлять 10°C, благодаря чему с нагреваемой поверхности пола снимается гораздо большая тепловая мощность. Укладка улиткой снижает гидравлические потери, что позволяет применять менее мощные насосы.

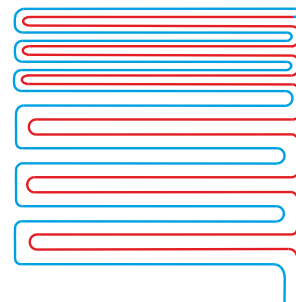
- Трубопроводы сетки теплого водяного пола в наиболее прохладной части комнаты обычно укладывают плотнее. Около окон и наружных стен разбег между укладываемыми ветками трубопроводов лучше делать меньше, а в центре комнаты и около внутренних стен можно класть трубопроводы через большие интервалы.
- Укладывая трубопровод около стен, необходимо сделать отступ порядка 15см.
- Минимальный разбег между трубопроводами ограничивается 10см, более плотная укладка ведет к возможному появлению эффекта теплового моста, когда температура подачи теплоносителя сравняется с температурой обратки.
- Расстояние между греющими трубами не должно быть более 25 см, для обеспечения равномерного распределения температуры по поверхности пола. Чтобы "температурная зебра" не воспринималась ногой человека, максимальный перепад температуры по длине стопы не должен превышать 4°C.
- Не рекомендуется укладывать греющие контуры (петли) длиной более 80 м для труб 16-го диаметра и 120 м для труб 20-го диаметра. Это приводит к высоким гидравлическим потерям.
- Нельзя укладывать трубы на стыке плит перекрытий. В таких случаях надо положить два отдельных контура по разные стороны от стыка. А трубы, пересекающие стык, должны быть уложены в металлические гильзы длиной 30 см.
- Необходимо обратить внимание на то, что если устройство водяных теплых полов предусматривает создание нескольких контуров, то необходимо предусмотреть в помещении место для установки распределительного шкафа, где будет находиться подключение всех контуров.
- После монтажа и подключения к источнику теплоснабжения необходимо произвести «опрессовку» трубопровода, другими словами, гидравлическую проверку теплого водяного пола. Для таких целей через коллекторную систему в каждый контур поочередно подается горячая вода. Заливка бетонного раствора происходит при рабочем давлении в трубопроводе!
- Во избежании попадания строительного мусора в автоматические воздухоотводы, необходимо применять специальные краны для слива воды.



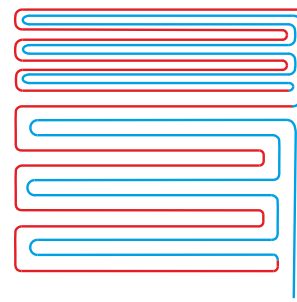
■ Метод укладки УЛИТКА с более плотной укладкой в граничной зоне



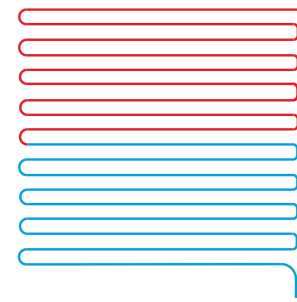
■ Метод укладки УЛИТКА с последовательно подсоединенным контуром граничной зоны



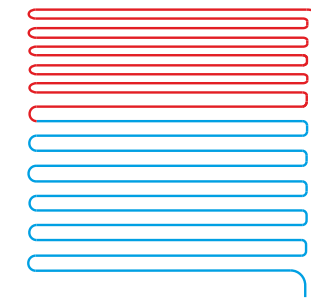
■ Метод укладки двойной ЗМЕЕВИК с более плотной укладкой в граничной зоне



■ Метод укладки двойной ЗМЕЕВИК с последовательно подсоединенным контуром граничной зоны



■ Метод укладки ЗМЕЕВИК

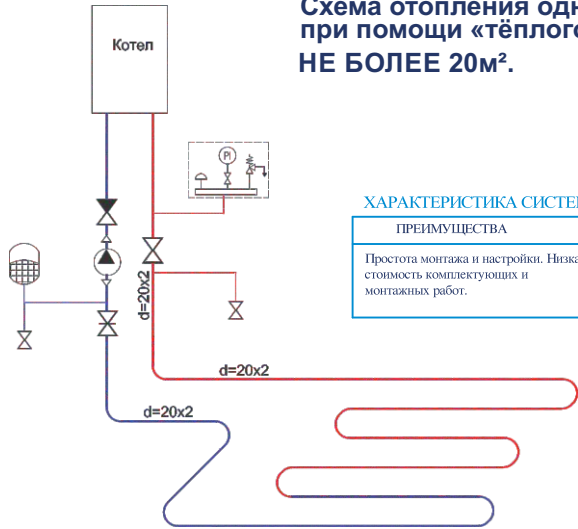


■ Метод укладки ЗМЕЕВИК с более плотной укладкой в граничной зоне



ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

**Схема отопления одного этажа
при помощи «тёплого пола»
НЕ БОЛЕЕ 20м².**



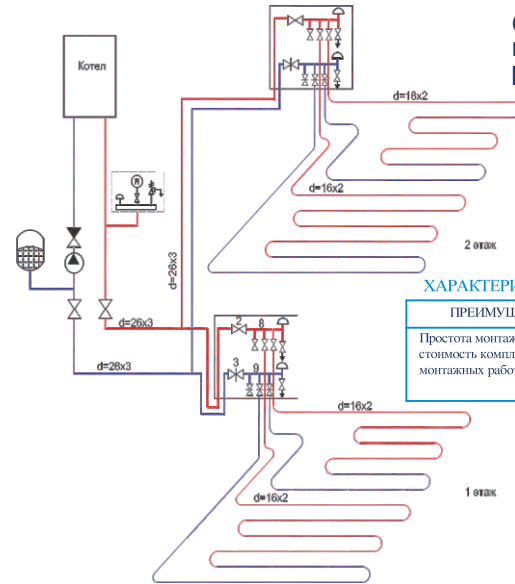
УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

$P_{раб}$	до 2,5 бар	Котел должен иметь возможность работать в низкотемпературном режиме (предпочтительнее-электродотел)
$t_{раб}$	до 60 °С	
ΔT	5 °С	
$S_{от}$	до 20 м ²	
$Q_{от}$	до 2 кВт	

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ

ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ
Простота монтажа и настройки. Низкая стоимость комплектующих и монтажных работ.	Котел должен работать в низкотемпературном режиме. Возможно только ручное регулирование. Насос не защищен от перегрузки. Может обогревать помещение не более 20 м ² .

**Схема отопления нескольких этажей
при помощи «тёплого пола»
Ручное регулирование**



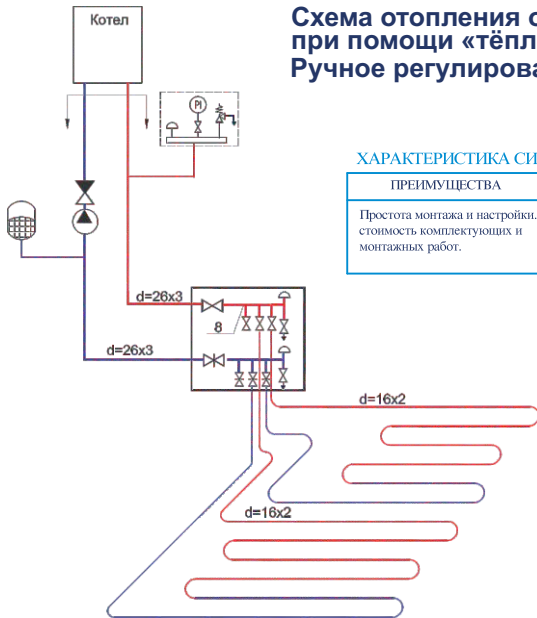
УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

$P_{раб}$	до 2,5 бар	Котел должен иметь возможность работать в низкотемпературном режиме (предпочтительнее-электродотел)
$t_{раб}$	до 60 °С	
ΔT	10 °С	
$S_{от}$	до 200 м ²	
$Q_{от}$	до 20 кВт	

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ

ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ
Простота монтажа и настройки. Низкая стоимость комплектующих и монтажных работ.	Котел должен работать в низкотемпературном режиме. Насос не защищен от перегрузки. Температура в помещениях регулируется только вручную.

**Схема отопления одного этажа
при помощи «тёплого пола»
Ручное регулирование**



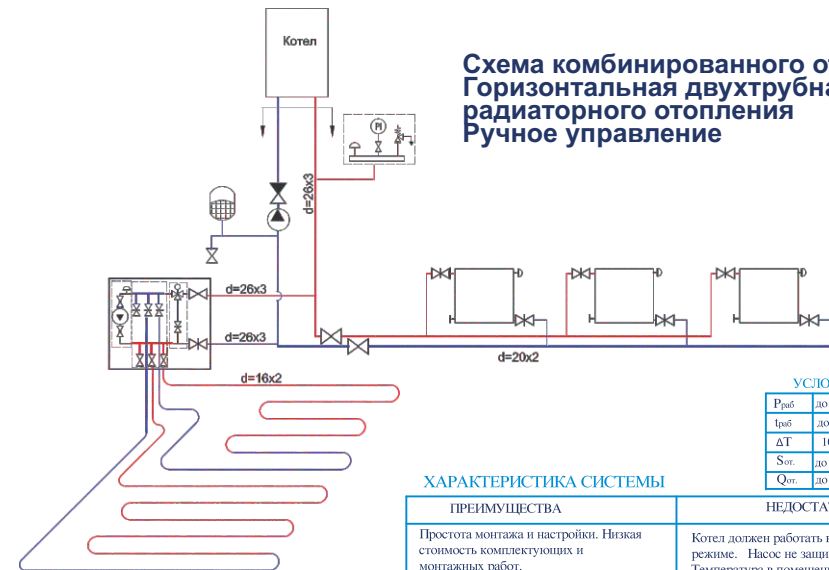
УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

$P_{раб}$	до 2,5 бар	Котел должен иметь возможность работать в низкотемпературном режиме (предпочтительнее-электродотел)
$t_{раб}$	до 60 °С	
ΔT	10 °С	
$S_{от}$	до 200 м ²	
$Q_{от}$	до 20 кВт	

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ

ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ
Простота монтажа и настройки. Низкая стоимость комплектующих и монтажных работ.	Котел должен работать в низкотемпературном режиме. Возможно только ручное регулирование. Насос не защищен от перегрузки.

**Схема комбинированного отопления
Горизонтальная двухтрубная разводка
Радиаторного отопления
Ручное управление**



УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

$P_{раб}$	до 2,5 бар	Котел должен иметь возможность работать в низкотемпературном режиме (предпочтительнее-электродотел)
$t_{раб}$	до 60 °С	
ΔT	10 °С	
$S_{от}$	до 200 м ²	
$Q_{от}$	до 20 кВт	

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ

ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ
Простота монтажа и настройки. Низкая стоимость комплектующих и монтажных работ.	Котел должен работать в низкотемпературном режиме. Насос не защищен от перегрузки. Температура в помещениях регулируется только вручную.