Труба из поперечносшитого полиэтилена PEX-B (Intersol)

Технология изготовления и технические характеристики труб из молекулярно-сшитого полиэтилена производства WATTS INDUSTRIES

Материалом для изготовления молекулярно-сшитого полиэтилена является полиэтилен высокого давления – линейный термопластичный полимер, продукт полимеризации этилена (на производстве WATTS Industries используется гранулят LUPOLEN4261A фирмы BASF). Поперечное сшивание меняет химическую структуру материала, соединяя полимерные цепочки между собой трехмерной сетью химических связей. Полученная структура имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с полиэтиленом высокого давления, а также материалами, используемыми в трубах других типов:

1. Повышенная максимальная температура длительной эксплуатации (до 110 °С) при менее выраженном старении под действием высокой температуры
2. Пониженная деформация под давлением (деформация ползучести)
3. Максимальная стойкость к низким температурам среди всех типов полимерных труб, применяемых для отопления и водоснабжения
4. Улучшенная стойкость к истиранию (абразивному износу)
5. Свойство термической памяти
6. Высокая механическая прочность, в том числе при низких температурах
7. Полное отсутствие химической и электрохимической коррозии
8. Повышенная химическая стойкость
9. Повышенное шумопоглощение
10. Минимальное падение давления вследствие высокой гладкости внутренней поверхности трубы
11. Полное отсутствие отложений на внутренней поверхности трубы
12. Трубы PEX имеют максимальную гибкость среди всех видов полимерных труб (полипропилен PP-R, полибутилен PB, поливинилхлорид PVC-C)

Существуют следующие методы поперечного сшивания полиэтилена высокого давления: пероксидный (PEX-a), силановый (PEX-b), метод облучения (PEX-c) и метод сшивания с помощью азо-эфира (PEX-d). При производстве труб из поперечносшитого полиэтилена фирма WATTS Industries использует силановый метод поперечного сшивания (PEX-b). Методика молекулярного сшивания полиэтилена защищена немецким патентом 1963571 и американским патентом 3075948. При этом молекулы разных полимерных цепочек полиэтилена высокого давления соединяются химическими связями кремний-кислород-кремний, аналогичными по прочности связи углерод-углерод. На первом этапе технологического процесса к молекулам полиэтилена приращиваются реактивные группы посредством добавки силанов и очень малого количества пероксида. Процесс поперечного сшивания активируется добавлением воды и

катализатора – олова. Технология силанового поперечного сшивания может использовать один из двух методов:

1. сиоплас
2. моносил

Метод «сиоплас» (двухступенчатый) был разработан в 1968 году британской компанией «Доу-Корнинг» (г. Лондон) и состоит из двух этапов экструзии:

1. Обогащение полиэтилена высокого давления пероксидом, силаном и другими добавками – например, антиоксидантами. На этом этапе получают гранулированный обогащенный полиэтилен высокого давления.
2. Добавление катализатора к обогащенному грануляту и формирование геометрии трубы в стандартном экструдере. После экструзии поперечное сшивание завершается в горячей воде.

Метод «моносил» был разработан в 1974 году компанией швейцарской «Майллефер» (г. Экубленс). Он объединяет два этапа метода «сиоплас» (обогащение, добавление катализатора и экструзия) в один этап. Процесс молекулярной сшивки продолжается в горячей воде. При этом методе особенно важны: конструкция экструдера, который должен иметь особую «винтовую» геометрию с соотношением параметров «винта» от 24 до 30, прецизионное дозирование добавок, система впрыскивания смеси силан-пероксид, автоклав для ускорения процесса сшивания в экструдированной трубе. Метод «моносил» требует более дорогого оборудования, но позволяет уменьшить стоимость производства за счет увеличения объема, сокращает технологический цикл и обеспечивает более полный и непрерывный контроль на всем протяжении технологического цикла. WATTS Industries использует метод «моносил» для изготовления трубы из поперечносшитого полиэтилена (INTERSOL PEX-b). Труба имеет оптимальную для данной технологии степень поперечного сшивания 65%. Высокое качество продукции обеспечивается непрерывным контролем и испытанием каждой бухты на производстве на давление 20 бар, а также внешней контролирующей организацией – Южногерманский Центр Полимерных Материалов в г. Вюрцбург. Применение трубы в системе напольного отопления имеет специальную сертификацию DIN CERTCO Reg.-Nr. 3V223 PE-X и Reg.-Nr. 7 F 015, а также Института RAL, что охватывает весь спектр комплектации «теплого пола». Имеется российский сертификат соответствия ГОСТ Р (ГОСТ 18599-83, 18599-2001, 12.2.063-81, 9544-93, 15763-91). Использование трубы для питьевого водоснабжения подтверждается гигиеническими сертификатами DVGW и ГОССАНЭПИДНАДЗОР.

Сравнительные характеристики полимерных труб основных типов, применяемых для систем отопления и водоснабжения

Свойства	**PEX**	**PP-R**	**PB**
Стойкость к горячей воде 95 °С	1	3	2
Постоянство характеристик при 95 °С (до 50 лет)	1	3	2
Гибкость	1	2	1
Ударопрочность при низких температурах	1	3	2
Противостояние удлинению (провисанию) в процессе эксплуатации	3	2	3
Гигиеническая безопасность	1	1	1
Противостояние деформации ползучести	1	3	2
Теплопроводность	2	2	2
Гладкость поверхности	1	1	1

1 - Очень хорошо
2 - Хорошо
3 - Удовлетворительно

Технические параметры трубы INTERSOL PEX-b

Механические характеристики	При	Ед. изм.	Значение
Плотность	+20 °С	г/см^3	0,95
Прочность на разрыв	+20 °С	МПа	22-27
Относительное удлинение при разрыве	+20 °С	%	350-550
Модуль упругости	+20 °С	МПа	Более 550
Ударопрочность	+20 °С	кДж/см^2	441
Твердость по Шору	+20 °С		64
Твердость по Вика	ISO 306	°С	124,5
Влагопоглощение	+100 °С	%	0,05

Тепловые характеристики			
Область постоянного применения		°C	-100/+100
Температура размягчения		°C	132
Коэффициент линейного расширения	+20 °C	$°C^{-1}$	$1,4 \times 10^{-4}$
Коэффициент линейного расширения	+100 °C	$°C^{-1}$	$2,0 \times 10^{-4}$
Удельная теплоемкость	+20 °C	кДж/кг °C	2,0
Коэффициент теплопроводности		Вт/м °C	0,35-0,41
Электрические характеристики			
Удельное внутреннее сопротивление	+20 °C	Ωм	10^{15}
Диэлектрическая постоянная	+20 °C		2,2
Напряжение пробоя		кВ/мм	Более 20

Возможность применения трубы INTERSOL PEX-b для различных жидкостей (химическая стойкость)

Вещество	При +20 °C	При +60 °C
Вода	+	+
Молоко	/	**X**
Вино	+	/
Этиловый спирт	+	+
Этиловый эфир уксусной кислоты	+	/
Бутиловый эфир уксусной кислоты	+	/
Ацетон	+	-
Уксусная кислота 10%	+	+
Бензойная кислота	+	+
Жирные кислоты	+	/
Лимонная кислота	+	+
Муравьиная кислота	+	+
Хлористоводородная кислота	+	+
Хромовая кислота 50%	+	**X**
Гидрофтористая кислота 70%	+	/
Фосфорная кислота 95%	+	/
Фталевая кислота 50%	+	+
Азотная кислота 30%	+	+
Азотная кислота 50%	/	**X**
Оксалиевая кислота 50%	+	+
Серная кислота 50%	+	+
Серная кислота 98%	/	**X**
Водный раствор аммиака	+	+
Двуокись углерода (угольный ангидрид)	+	+
Керосин	+	+
Бензин	+	/
Бензол	/	**X**
Дизельное топливо	+	-
Нефть	+	/
Моторные масла	+	/
Льняное масло	+	/
Парафиновое масло	+	/
Изоляционное масло	+	/
Силиконовое масло	+	+
Растительное масло	+	/
Бром	**X**	**X**
Бутанол	+	+
Бутиндиол	+	+
Циклогексанол	+	/
Циклогексанон	+	+
Хлороформ	**X**	/
Хлористый метил	**X**	**X**
Хлористый калий	+	**X**
Синтетические моющие средства	+	+
Бензол-дихлорид	+	**X**

Этилен-дихлорид	+	+
Эфир алифатической кислоты	+	+
Ароматический эфир	/	**X**
Диэтил-эфир	/	**X**
Нефтяной эфир	+	+
Фенол	+	/
Формальдегид 40%	/	/
Водный раствор соли фосфорной кислоты	/	/
Глицерин	+	/
Гликоль (двухатомный спирт)	+	+
Бисульфат	+	-
Гипохлорит калия	+	/
Консистентная (маслянистая) смазка	+	/
Метанол (метиловый спирт)	+	+
Метил-фенол	+	+
Дымящая серная кислота	+	+
Озон	/	**X**
Перекись водорода 30%	+	+
Перекись водорода 100%	+	**X**
Пропанол	+	/
Натуральное мыло	+	+
Гидроокись натрия (едкий натр)	+	+
Водный раствор сернокислого алюминия	+	+
Водный раствор сернокислого аммония	+	+
Четыреххлористый углерод (тетрахлорметан)	+	+
Тетрагидрофуран	+	+
Тетрагидронафтален	+	+
Толуол	+	+
Трихлорэтилен	/	**X**
Трехокись серы (серный ангидрид)	/	**X**
Вазелин	+	/

+ Допустимо постоянное использование
/ Допустимо временное использование
X Использование недопустимо

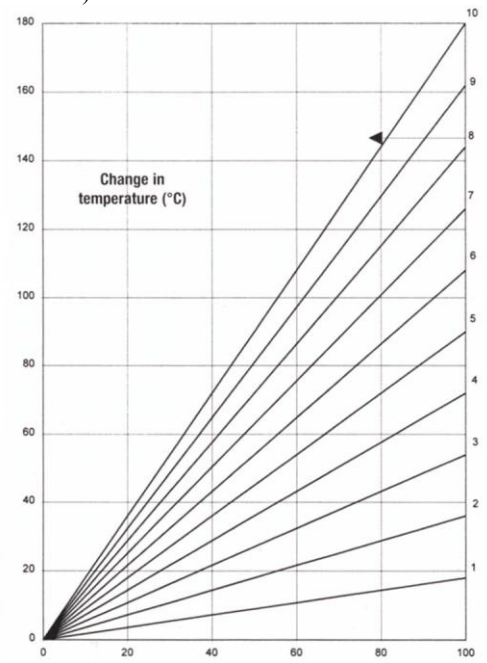
Минимальный радиус сгиба трубы INTERSOL PEX-b

Труба может сгибаться в холодном состоянии до радиуса сгиба, равного пяти наружным диаметрам. Для получения меньшего радиуса сгиба следует нагревать трубу горячим воздухом (использование открытого огня недопустимо). Минимально допустимые радиусы сгиба трубы INTERSOL PEX-b приведены в таблице.

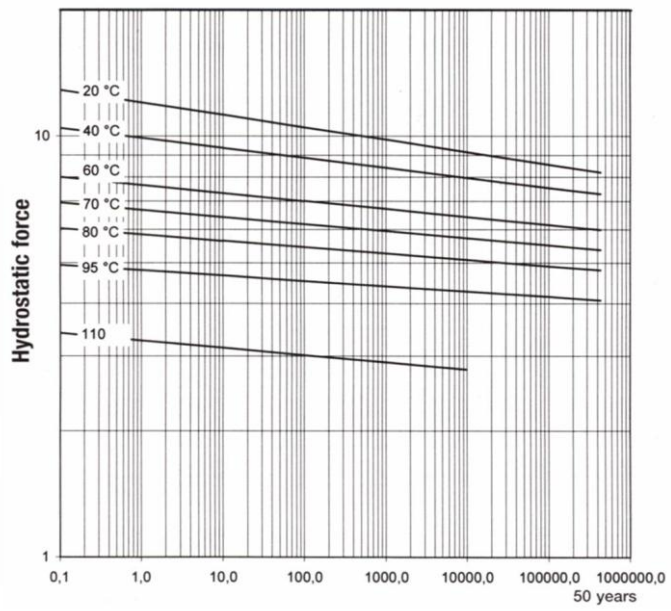
Наружный диаметр трубы INTERSOL PEX-b	Сгибание в холодном состоянии (радиус, мм)	Сгибание в нагретом состоянии (радиус, мм)
12	более 60	более 27
14	более 70	более 31
15	более 75	более 34
16	более 80	более 36
17	более 85	более 38
18	более 90	более 40
20	более 100	более 45
25	более 125	более 56

Рабочие параметры трубы INTERSOL PEX-b в процессе эксплуатации

Линейное расширение трубы можно определить расчетным путем (на основе коэффициента линейного расширения для соответствующей температуры – см. таблицу выше) или по диаграмме (по горизонтальной оси – длина участка трубы в метрах, по вертикальной оси – искомое линейное расширение в мм, кривые соответствуют увеличению температуры (°C) относительно исходного значения):



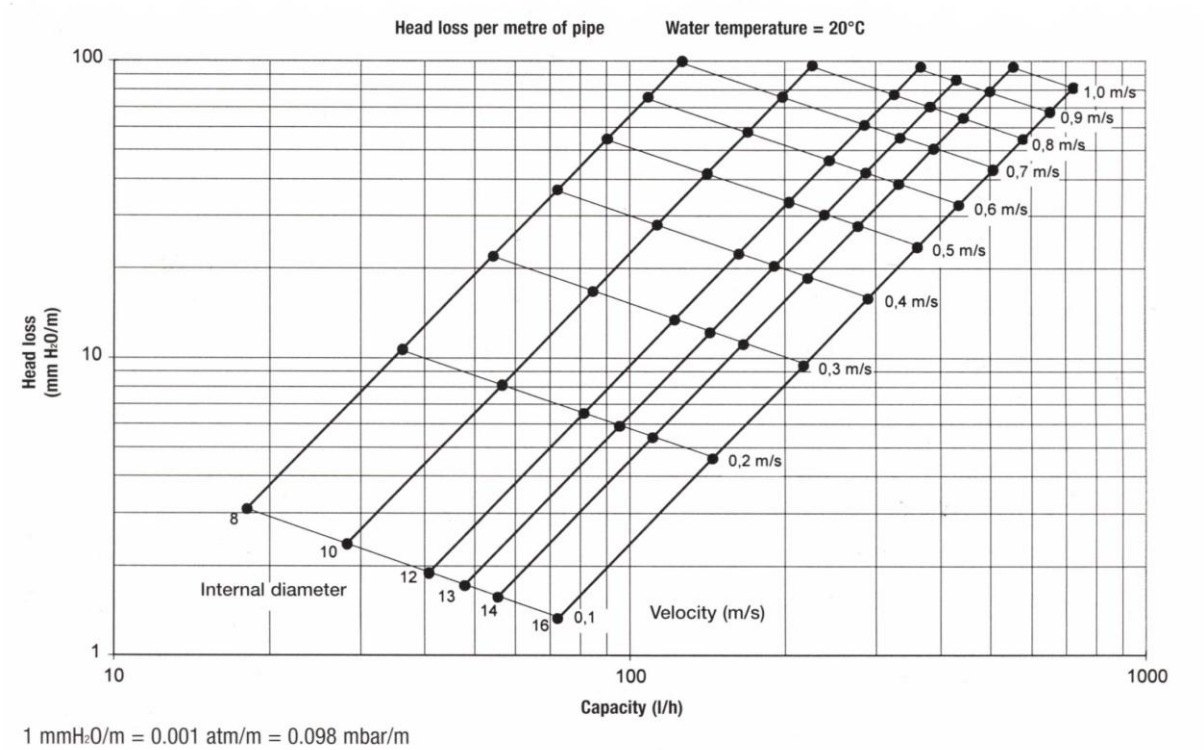
Старение полимерной трубы определяется падением ее «длительной прочности», т.е. уменьшением прочности материала трубы под действием температуры теплоносителя – см. диаграмму (по горизонтальной оси – время эксплуатации в часах, по вертикальной оси – длительная прочность в Н/мм^2, кривые – для различных температур теплоносителя):



В результате воздействия высокой температуры возникает гидростатический стресс, значение которого зависит от диаметра, толщины стенки и давления. При температуре 70, давлении 3 бара и сроке эксплуатации 50 лет гидростатический стресс трубы INTERSOL PEX-b составляет 1,05 МПа, а длительная прочность согласно диаграмме составляет 5,4: коэффициент безопасности для трубы 16x2 равен 5,1. В таблице приведены максимальные значения давления и температуры постоянной эксплуатации трубы INTERSOL PEX-b, обеспечивающие требуемый уровень трубопровода 16x2 в течение более 50 лет.

Температура (° С)	Давление (бар)
20	12,5
60	8,1
70	7,1
90	5,4

Гидравлические характеристики трубы INTERSOL PEX-b (для соответствующих диаметров) приведены на диаграмме:



Гидравлические характеристики трубы INTERSOL PEX-b (внутренний диаметр 8, 10, 12, 13, 14, 16 мм соотв. наружный диаметр 12, 14, 16, 17, 18, 20 мм) – это зависимость потери давления (мм водяного столба) на 1 метр трубы от расхода (литр/час) для различных скоростей теплоносителя (м/с) при температуре 20 °С. Ниже указаны коэффициенты пересчета для более высоких значений температуры:

Температура (°С)	Коэффициент пересчета
30	0,95
40	0,92
50	0,88
60	0,85
80	0,82

Трубы INTERSOL из молекулярно-сшитого полиэтилена PEX-b, благодаря своим высоким показателям термостойкости, химической стойкости, механической прочности, гибкости, высокому шумопоглощению, неподверженности коррозии и долговечности, имеют преимущественное, по сравнению с другими типами полимерных труб, применение для систем напольного отопления, радиаторного отопления, водоснабжения и различных технологических систем. Труба PEX-b продолжает процесс молекулярной сшивки и после выхода из экструдера (под воздействием влаги), в результате чего приобретает более высокие прочностные характеристики по сравнению с трубами PEX других типов, обеспечивая максимальную стойкость к случайным механическим повреждениям при монтаже и эксплуатации (удары, царапины, деформирующие воздействия) как при максимальных, так и при минимальных температурах окружающей среды. Поэтому труба INTERSOL PEX-b – наиболее предпочтительный выбор для систем напольного отопления. Она также успешно конкурирует с популярной многослойной трубой во всех областях применения, благодаря своей однородности (в металлопластиковой трубе возможно смещение слоя алюминия относительно слоев полиэтилена при резких колебаниях температуры из-за разности коэффициентов теплового расширения алюминия и полиэтилена). Труба INTERSOL PEX-b имеет наиболее высокую

плотность (0,95 г/см) по сравнению с полиэтиленовыми трубами других типов сшивания (пероксидный PEX-a, электронно-лучевой PEX-c и азо-эфирный PEX-d), а также по сравнению с другими типами однородных полимерных труб (полипропилен, полибутилен, ПВХ), что делает ее наиболее привлекательной с точки зрения прочностных характеристик. Предохранение от диффузии кислорода в теплоноситель через стенки трубы (опасность коррозии металлических поверхностей котла и радиаторов) обеспечивается нанесением на наружную поверхность трубы слоя 0,1 мм этиленвинилового спирта EVOH, стойкого к истиранию и непроницаемого для молекул кислорода.

Область применения трубы INTERSOL PEX-b из молекулярно-сшитого полиэтилена производства WATTS INDUSTRIES

Производство труб из молекулярно-сшитого полиэтилена PEX-b (MTR-INTERMES) вошло в состав WATTS Industries в 1992 году (06.11.1992), и за прошедшее десятилетие произошло его существенное технологическое переоснащение, были многократно увеличены объемы производства, модернизированы его организация и контроль качества продукции. Труба INTERSOL PEX-b в настоящее время поставляется во все страны Европы, а также в США и Канаду, где используется для монтажа инженерных сетей и в качестве технологических трубопроводов в промышленности. Основной областью ее применения являются внутренние системы напольного и радиаторного отопления зданий и внутренние системы горячего и холодного водоснабжения. Труба INTERSOL поставляется стандартно в бухтах 120 и 200 м. Принятое обозначение типоразмера указывает тип трубы VPE (молекулярно-сшитый полиэтилен PEX-b), наружный диаметр, толщину стенки и наличие слоя, предотвращающего диффузию кислорода (DD). Маркировка по всей длине трубы включает в себя следующие данные: торговая марка трубы INTERSOL PEX-b, торговая марка сертифицированной системы напольного отопления Arttherm, наружный диаметр и толщина стенки трубы в мм, дата выпуска трубы, разметка длины (в метрах), номер партии, стандарты и сертификационные номера для Германии.

Рекомендуемые типоразмеры для монтажа системы напольного отопления Arttherm

Типоразмеры трубы INTERSOL PEX-b	Вес трубы для теплого пола (кг/м)	Объем воды в трубе (л/м)
14x2 DD	0,083	0,074
16x2 DD	0,097	0,109
17x2 DD	0,102	0,126
20x2 DD	0,122	0,193

Полная комплектация для системы «теплого пола» включает в себя набор фитингов (обжимное соединение для подключения к коллектору, переходная муфта и т.д.), латунные коллекторы в сборе с расходомерами, гидравлическими и терморегулирующими вентилями, теплоизоляционные материалы различной толщины и характеристик (полистирол, полиуретан), разнообразные элементы крепежа. Технологию монтажа могут существенно улучшить специальные маты с фиксаторами для быстрого монтажа трубы, окантовочная лента, разделительные профили для поглощения теплового расширения цементно-песочной стяжки, гофрированный полиэтиленовый кожух для локальной защиты трубы, присадка (эмульсия, пластификатор), добавляемая к бетонной или цементной стяжке для улучшения текучести (заполнение пустот), однородности, теплопроводности, прочностных характеристик и стойкости к напряжениям, возникающим вследствие теплового расширения. Имеется широкий спектр термостатов и сервоприводов для автоматического регулирования теплоотдачи каждой отдельной петли «теплого пола», а также группы автономной циркуляции с терморегулированием, обеспечивающие подачу на коллекторы «теплого пола» теплоносителя более низкой температуры, чем для радиаторного отопления.

Рекомендации по применению трубы INTERSOL PEX-b из молекулярно-сшитого полиэтилена производства WATTS INDUSTRIES при монтаже внутренних инженерных сетей напольного отопления (система Arttherm)

1. Во время транспортировки трубы должны все время находится в своей фабричной упаковке и размещаться на гладких и плоских поверхностях. Рекомендуется перевозить трубы в закрытых транспортных средствах и хранить их в закрытых помещениях. Подготовка горизонтальной поверхности для укладки труб: необходимо проверить, что поверхность является ровной и свободной от посторонних предметов. Распакованные трубы не должны быть доступны воздействию прямых солнечных лучей.
2. Под слоем труб обязательно необходимо укладывать теплоизоляционный материал, толщина и тип которого рассчитываются исходя из температуры под полом. После завершения монтажных работ поверх слоя труб укладывается цементно-песочная стяжка (либо производится заливка пола) толщиной не менее 45 мм, что предполагает общую высоту всех слоев укладки, включая теплоизоляционную плиту, трубу 16х2 и стяжку, не менее 11 см. В соответствующей документации представлены различные характеристики материалов теплоизоляции, конструкции и толщины слоев для различных типов стяжки и покрытий пола, для различных температурных условий под полом и т. д., тепловой расчет и выбор которых осуществляется на стадии проектирования.
3. Имеются два основных типа укладки трубы: спираль («улитка») и меандр («катушка»), с шагом укладки 5, 10, 15, 20, 25 и 30 см (возможна также комбинация обоих типов на одном участке укладки). В зависимости от конфигурации помещения при проектировании укладка трубы разбивается на несколько участков, в каждом из которых труба укладывается по избранному типу и с избранным шагом, в целях оптимизации трудозатрат, улучшения равномерности нагрева пола и достижения заданной температуры поверхности. Следует также оптимизировать длину каждой петли, следя за тем, чтобы длина каждой петли не превышала 120 м для обеспечения гидравлической балансировки всей системы. Следует избегать соединений по длине петли. Укладка трубы осуществляется от «подачи» коллектора, в направлении, противоположном намотке, при разматывании труба не нуждается в нагревании. Необходимо обеспечивать постоянство уровня укладки и тщательно избегать изломов, учитывая минимальный радиус сгибов.
4. Минимально допустимый радиус сгиба без нагревания составляет пять наружных диаметров. При нагревании соответствующего участка трубы горячим воздухом (феном) минимальный радиус сгиба может быть уменьшен (например, если для трубы с наружным диаметром 16 мм минимально допустимый радиус сгиба в холодном состоянии составляет 80 мм, то в нагретом состоянии – 36 мм). Необходимо следить за равномерностью нагрева всего сгибаемого участка. Использование открытого пламени для нагревания трубы недопустимо! При нагревании труба становится полупрозрачной и существенно более гибкой. Форма, приобретенная трубой в нагретом состоянии, фиксируется после остывания. В случае возникновения заломов или любых ошибок при сгибе, они могут быть устранены посредством нагревания трубы горячим воздухом. Рекомендуется использование температуры до 130 °С. При температурах выше 140 °С, происходит размягчение и оплавление материала трубы.
5. Для устранения теплоотдачи и защиты трубы на отдельных участках труба укладывается в гофрированном полиэтиленовом кожухе. Укладка трубы для напольного отопления (без кожуха) требует особого внимания к отсутствию тяжелых и острых предметов (битый кирпич и т.д.), которые могут стать причиной механического повреждения трубы. Тепловое расширение трубы в продольном направлении не играет никакой существенной роли при длине петли напольного отопления до 200 метров. Тепловое расширение в радиальном направлении компенсируется слоем бетонной стяжки обогреваемого пола, покрывающей трубу, равной не менее 1,5 диаметра трубы, что также решает проблему отпотевания (конденсации).
6. При монтаже напольного отопления следует обратить особое внимание на горизонтальность укладки трубы, что обеспечит одинаковое расстояние от трубы до поверхности пола после заливки. Площадь обогреваемого пола разбивается (в соответствии с оптимальной длиной одной петли до 120 м) на отдельные (обычно прямоугольные, площадью не более 40 м^2, сторонами не более 8 м) участки, разделяемые специальными пластичными вставками (фугами), что компенсирует деформации, возникающие при тепловом расширении бетонной или цементно-песочной стяжки. Один такой участок должен соответствовать площади укладки одной или двух соседних петель. Крепление трубы напольного отопления может выполняться различными способами: с помощью металлической сетки, на которую крепится труба, с помощью специальных «гарпунов», которыми труба крепится к полистироловым плитам покрытым фольгой с разметкой, с помощью клипсов или дюбелей различного типа, а также с помощью «матов с

фиксаторами», максимально упрощающих и ускоряющих процесс монтажа. Крепление труб осуществляется с интервалом не более одного метра по длине трубы.

7. Точка установки коллектора должна обеспечивать по возможности сходную длину каждой петли. Желательна установка коллектора ближе к центру системы. Наиболее оптимально использование коллекторов от 6 до 10 точек. Наличие воздушного клапана на коллекторе обеспечивает отвод воздуха из системы, а запорный и сливной краны на коллекторе обеспечивают возможность автономного опорожнения участка системы на данном коллекторе. Регулирование температуры поверхности пола осуществляется терморегулирующим вентилем соответствующей петли на «обратке» коллектора, вручную либо посредством установленного на этом вентиле сервопривода, управляемого комнатным термостатом, который монтируется на стене соответствующего помещения. Выбор способа терморегулирования – ручной или автоматический – индивидуален для каждой петли и зависит от желания заказчика.
8. Гидравлическая балансировка осуществляется регулированием расхода в каждой петле посредством гидравлических вентилей на «подаче» коллектора (совмещенных с расходомерами), число оборотов каждого из которых рассчитывается заранее. Монтаж фитингов не требует специального инструмента, но должен выполняться квалифицированным и опытным персоналом. До опрессовки системы необходимо визуально проверить качество монтажа и промыть систему водой комнатной температуры для удаления сора и воздуха. Гладкая внутренняя поверхность трубы обеспечивает высокую скорость протока при условии правильно рассчитанных параметров циркуляционного насоса и гидравлических сопротивлений всех элементов системы. Скорость протока определяется в первую очередь температурой теплоносителя и максимальной требуемой теплоотдачей. Падение давления на изгибах трубы ничтожно мало и может быть проигнорировано. При первоначальной промывке системы необходима скорость протока не менее 0,45 м/с для полного удаления воздуха из трубы. После завершения монтажа и промывки системы следует осуществить опрессовку на давление не ниже 1,3PN (PN - рабочее давление) в течение 24 часов с последующей тщательной проверкой герметичности системы и возможным дополнительным затягивании резьбовых соединений.
9. Заливка пола или укладка цементно-песочной стяжки осуществляется при заполненной системе под рабочим давлением. При заливке пола недопустимо использование легкого бетона и бетона с изолирующими добавками. Рекомендована добавка 1% присадки (пластификатора) WATTS-MTR (0,125 кг/м^2 пластификатора при высоте бетонной или цементно-песочной стяжки 62 мм), что улучшает физико-механические свойства стяжки (отсутствие сгустков, пузырей воздуха, неравномерностей) и ускоряет процесс затвердения после укладки или заливки пола. По действующим в России строительным нормам и правилам время полного затвердения стяжки не менее 28 суток (по правилам, принятым в Германии, ходить по уложенному полу можно через 4-5 дней после укладки или заливки, время полного затвердевания 21 день, после чего осуществляется технологический прогрев пола 3-4 дня.
10. В зимнее время следует избегать замораживания системы (особенно до заливки пола или укладки цементно-песочной стяжки: объем замерзшей воды в трубе увеличивается, что может привести к нарушению герметичности или разрыву трубы). Если существует возможность замораживания системы отопления, необходимо предварительно слить воду или использовать антифриз. Следует учитывать то, что труба становится более жесткой при низкой температуре при монтаже, однако укладка вручную возможна даже в зимнее время, с использованием теплого воздуха при необходимости улучшения гибкости трубы.
11. До и после монтажа открытая труба не должна длительное время подвергаться воздействию солнечных лучей. Воздействие тропических условий (высокая температура и влажность воздуха, повышенное содержание морской соли) не вызывает никаких отрицательных эффектов.
12. Труба INTERSOL PEX-b имеет наиболее высокую максимально-допустимую температуру эксплуатации по сравнению с полимерными трубами других типов: 110 °С, что позволяет их использовать для различных участков систем отопления и водоснабжения. При проектировании системы «теплого пола» следует задавать температуру подающего трубопровода 35 – 50 °С, а температуру на поверхности пола не выше 29 °С (жилая зона), 35 °С (краевая зона - периметр помещения, зона у окон и стен), 33 °С (ванная/душевая). Максимальная теплоотдача пола будет соответственно 100 Вт/м^2 (жилая зона), 175 Вт/м^2 (краевая зона - периметр помещения, зона у окон и стен), 100 Вт/м^2 (ванная/душевая), что соответствует требованиям международного стандарта ISO7733. Для паркетных полов максимальная температура поверхности не должна превышать 27 °С, что соответствует максимальной теплоотдаче 70 Вт/м^2. Равномерность распределения комнатной температуры при напольном отоплении, создающем температуру в комнате 20 °С, обеспечивает уровень комфорта, соответствующий уровню радиаторного отопления, создающего температуру в комнате 22 °С. Для напольного отопления характерно более благоприятное для человека

распределение температуры воздуха по вертикали, чем для радиаторного отопления: более теплый воздух на уровне ног и туловища, более прохладный в верхней части объема помещения. Кроме того, отсутствие принудительной циркуляции воздуха (конвекции) при напольном отоплении уменьшает необходимость вентиляции (проветривания) до одной полной смены воздуха в час. При напольном отоплении благодаря максимальной отопительной поверхности достигается около 60% теплоотдачи излучением, а не конвекцией, что создает идеальное для человека температурное распределение и минимальное движение воздуха в помещении: 0,05-0,12 м/с, что сводит осаждение пыли в помещении к минимуму.

Дополнительные рекомендации по монтажу и проектированию на основе трубы INTERSOL PEX-b и других комплектующих могут быть предоставлены официальными партнерами WATTS Industries в России, осуществляющими поставку, сбыт и гарантийное обслуживание по соответствующему спектру продукции WATTS Industries.

Тип		Артикул	Упак.	Ед. изм.
VPE-DD 14x2/200	Диаметр 14 мм x 2 мм/200 м	1001146	200	м
VPE-DD 14x2/600	Диаметр 14 мм x 2 мм/600 м	1001148	600	м
VPE-DD 16x2/120	Диаметр 16 мм x 2 мм/120 м	1001167	120	м
VPE-DD 16x2/200	Диаметр 16 мм x 2 мм/200 м	1001168	200	м
VPE DD 16x2/600	Диаметр 16 мм x 2 мм/600 м	1001169	600	м
VPE-DD 17x2/120	Диаметр 17 мм x 2 мм/120 м	1001175	120	м
VPE-DD 17x2/200	Диаметр 17 мм x 2 мм/200 м	1001176	200	м
VPE-DD 17x2/600	Диаметр 17 мм x 2 мм/600 м	1001267	600	м
VPE-DD 18x2/120	Диаметр 18 мм x 2 мм/120 м	1001185	120	м
VPE-DD 18x2/200	Диаметр 18 мм x 2 мм/200 м	1001186	200	м
VPE-DD 20x2/120	Диаметр 20 мм x 2 мм/120 м	1001205	120	м
VPE-DD 20x2/200	Диаметр 20 мм x 2 мм/200 м	1001206	200	м
VPE-DD 25x2,3/120	Диаметр 25 мм x 2,3 мм/120 м	1001225	120	м