

БИР ПЕКС



**СОВРЕМЕННЫЕ
ИНЖЕНЕРНЫЕ
СИСТЕМЫ**

Исследования
Инновации
Производство
Продажи
Проектирование
Строительство

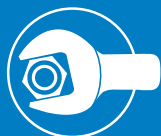


ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ

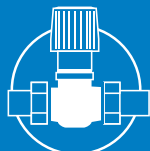
2.0



Общие правила и рекомендации
по монтажу труб БИР ПЕКС



Технологии соединения
труб БИР ПЕКС



Варианты монтажных
узлов и подводок к приборам



Системы поверхностного
отопления — «Теплый пол»
Системы потолочного/стенового
охлаждения — «Холодная панель»

www.byrpex.com

Предлагаем Вашему вниманию яркую инновацию Корпорации БИР ПЕКС –
принципиально новые фитинги ОПТИМА
из молекулярносшитого полиэтилена



Фитинги ОПТИМА, созданные специально для труб БИР ПЕКС Оптима, образуют совместно с ними целостную систему, **которая полностью соответствует наивысшему по ГОСТ 32415-2013 классу 5** и рекомендована для использования в системах холодного/горячего водоснабжения, высокотемпературного отопления, обогрева полов, площадок, стадионов, а также для устройства искусственных катков и набирающих популярность систем охлаждения поверхностей (потолков/стен).

Фитинги ОПТИМА **изготавливаются из литьевого молекулярносшитого полиэтилена**, который обладает всеми лучшими свойствами зарекомендовавшего себя в трубах материала, имеет идентичные физико-химические свойства, лишен проблемных свойств используемого для этих целей сырья (хрупкость), и при этом, конечное изделие стоит меньше латунных аналогов.

Соединение трубы и фитинга производится лишь при помощи ручного расширителя с насадками для различных диаметров труб, а последующая усадка гильз Оптима происходит за счет свойства молекулярной памяти материала. При этом, соединение является неразъемным, а фиксация гильзы на своем месте обеспечивается за счет оригинальной конструкции штуцера фитинга и гарантирует корректность и качество соединения в течении всего срока службы.

Фитинги ОПТИМА являются результатом пятилетних исследований и разработок, проведенных на собственных площадях и производственных мощностях. Этот результат достигнут благодаря комплексу уникальных особенностей Корпорации БИР ПЕКС:

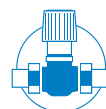
- накопленным за 17 лет знаниям и опыту в области производства и устройства систем с применением полимерных трубопроводов из сшитого полиэтилена и ПЭ-ПТ;
- эффективной прямой и обратной связи между структурными подразделениями Корпорации БИР ПЕКС – от возможностей современного производства до потребностей продавцов, проектировщиков, монтажников и потребителей;
- собственной современной, хорошо оборудованной лабораторной базе по проверке различных параметров систем полимерных трубопроводов в комплексе и каждого элемента в отдельности.

Система труб и фитингов БИР ПЕКС ОПТИМА – оптимальное решение большинства задач. Она обладает следующими замечательными свойствами:

- низкая стоимость специального инструмента;
- низкая стоимость труб и фитингов;
- соответствие эксплуатационных характеристик высшему Классу 5 по ГОСТ 32415-2013;
- высокая устойчивость внешнему воздействию и механическим нагрузкам;
- высокая скорость монтажа.

Для систем с повышенными требованиями к устойчивости температуре и давлению рекомендуем единственную в своем роде систему **БИР ПЕКС Премиум**, которая соответствует классу 6 по ТУ 2248-001-49257437-2011, которая зарекомендовала себя отменным качеством в течение 17 лет производства и применения в системах трубопроводов.

СОДЕРЖАНИЕ



| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Обзор рынка полимерных труб в России..... | 2 |
| | 1.1. Трубы полипропиленовые — PP (ПП)..... | 3 |
| | 1.2. Композитные (металлопластиковые) трубы..... | 4 |
| | 1.3. Трубы из молекулярносшитого полиэтилена — ПЭ-С (ПЕКС, РЕХ)..... | 5 |
| | 1.4. Трубы из полиэтилена повышенной термостойкости — ПЭ-ПТ (PE-RT)..... | 6 |
| 2 | Кислородопроницаемость. Что это?..... | 7 |
| 3 | Молекулярная память..... | 9 |
| 4 | Модифицированный полиэтилен «ISOPLAS» компании Micropl (Великобритания)..... | 10 |
| 5 | Общие правила и рекомендации по монтажу труб БИР ПЕКС..... | 12 |
| 6 | Технологии соединения труб БИР ПЕКС..... | 16 |
| | 6.1. Соединение труб с помощью напрессовочных фитингов..... | 17 |
| | 6.2. Монтаж систем водоснабжения и отопления с использованием фитингов из ПЭ-Сс «Оптима»..... | 18 |
| | 6.3. Соединение труб фитингами компрессионного (цангового) типа со штуцером..... | 19 |
| 7 | Варианты монтажных узлов и подводок к приборам..... | 20 |
| | 7.1. Шкаф коллекторный..... | 20 |
| | 7.2. Коллектор коллективный..... | 21 |
| | 7.3. Отопление..... | 22 |
| | 7.4. Водоснабжение..... | 28 |
| 8 | Системы поверхностного отопления — «ТЕПЛЫЙ ПОЛ» Системы потолочного/настенного охлаждения — «ХОЛОДНАЯ ПАНЕЛЬ»..... | 29 |
| | 8.1. Правила монтажа поверхностного отопления..... | 38 |
| | 8.2. Типы регулировок температуры «Теплого пола»..... | 40 |
| | 8.3. Полезная информация — саморегулирование системы..... | 41 |
| 9 | Таблицы гидравлических сопротивлений труб БИР ПЕКС..... | 42 |

ОБЗОР РЫНКА ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ В РОССИИ

- 1.1. Трубы полипропиленовые — РР (ПП).
- 1.2. Композитные (металлопластиковые) трубы.
- 1.3. Трубы из молекулярно сшитого полиэтилена — ПЭ-С (ПЕКС)
- 1.4. Трубы из полиэтилена повышенной термостойкости — ПЭ-ПТ (PE-RT)

Современный рынок трубопроводов для внутренних и внешних инженерных систем очевидным образом отражает тенденцию последних десятилетий и доминирование труб из полимерных и композитных материалов. И, если двадцать лет назад в сознании наших граждан существовало убеждение, что труба может быть только железной, то сейчас ситуация коренным образом поменялась. За прошедшие годы полимерные трубы заслуженно завоевали большую популярность, подтвердив свое преимущество не только научными изысканиями и теоретическими предпосылками, но и фактами многолетней эксплуатации в различных типах систем и климатических условий.

Трубы из полимерных материалов обладают следующими достоинствами:



Экономичность

Срок службы пластмассовых труб в 3–5 раз выше, чем стальных, а стоимость капитальных вложений на устройство системы полимерных трубопроводов сравнима со стоимостью стальных и это — без учета повышения уровня комфорта.



Экологичность

Полимерные трубопроводы не ржавеют, не зарастают и нейтральны ко многим химически активным элементам. Увы, многие граждане не знают, что творится внутри стальной трубы после 10 лет эксплуатации. При взгляде на срез такой трубы, а лучше – на горы ржавой грязи, которые остаются после прочистки трубопровода, желание пить воду из-под крана пропадает вообще. Кроме того, исследования Института Гигиены им. Эрисмана показали, что внутри металлических труб, помимо продуктов коррозии и внутренних отложений, размножаются бактерии, питающиеся соединениями железа.



Эстетичность

Использование полимерных труб, благодаря их высокому сроку службы, позволяет вести их скрытую прокладку, оставляя снаружи лишь небольшие эстетичные узлы подключения приборов с регуляторами и автоматикой для обеспечения максимально комфортных условий, что также соответствует современным нормам энергосбережения.



Энергоэффективность

Одним из эффективных способов сокращения расхода энергоносителей, а так же рационального использования энергии, является устройство систем отопления/водоснабжения/холодоснабжения с организацией поквартирного/блочного учета потребления, т.е. устройства горизонтальных систем от единого стояка. Подобные системы с единым вводом в квартиру энергоносителя от единого стояка в месте общего пользования, по принципу электрических сетей, позволяют:

- ограничить доступ жильцов с целью защиты всей системы от разбалансировки — на каждом вводе в квартиру устанавливаются клапаны с предварительной настройкой в соответствии с проектным решением, что исключает какое-либо воздействие на остальную часть системы при несанкционированной замене труб, приборов отопления, устройстве теплых полов и т.д. непосредственно жильцом в квартире;
- расположение в месте общего пользования позволяет снимать показания приборов учета без систем диспетчеризации независимо от присутствия жильца, а также, в случае отсутствия оплаты услуг, ограничивать потребление.

Именно потребность в устройстве горизонтальных систем сделала практически невозможным использование стальных, полипропиленовых (ПП) и поливинилхлоридных (ПВХ, Х-ПВХ) труб непосредственно при разводке на этаже, т.к. данные трубопроводы не гнутся и требуют установки дополнительных соединителей и уголков. При этом, стальные трубопроводы нецелесообразно замонтировать ввиду их короткого срока службы, а трубопроводы из ПП, ПВХ, Х-ПВХ обладают недостаточной длительной прочностью при эксплуатации с температурами выше 75 °С. Замонтированные участки имеют низкую ремонтпригодность (высокая сложность замены).

Металлополимерные трубы (на основе сшитого полиэтилена) хоть и обладают гибкостью и большой длиной намотки бухты, не могут быть использованы по причине расслоения, т.е. саморазрушения, вызванного различными коэффициентами линейного теплового расширения слоев, а также ненадежностью соединения трубы и фитинга.

Таким образом, единственными возможными кандидатами на использование в системах с горизонтальным расположением трубопроводов на этаже от единого стояка остаются трубы из молекулярносшитого полиэтилена ПЭ-с (PE-X) и полиэтилена повышенной термостойкости ПЭ-ПТ (PE-RT).

Преимущества и недостатки полимерных труб, используемых в России

1.1. Трубы полипропиленовые — РР (ПП):

Полипропиленовые трубы однородны по своему составу и изготавливаются из полипропилена с добавками, повышающими пластичность.

Преимущества

1. Низкая стоимость фасонных частей.
2. Невысокая стоимость труб.
3. Стыки свариваются — возможность использования трубопровода при работе с агрессивными средами.

Недостатки

1. Ограниченные температурные параметры — до 75 °С.
2. Высокий коэффициент линейного теплового расширения — необходимо устанавливать компенсационные петли; исключается возможность скрытого монтажа (прокладки в каналах или штробах).
3. Труба не эластична и не изгибается — необходимо устанавливать дополнительные соединения.
4. Ненадежное конечное соединение — возникает напряжение между сваренной металлической втулкой-резьбой и пластиковым телом фитинга из-за различных коэффициентов линейного теплового расширения.
5. Необходимость использования специального монтажного оборудования и навыков работы с ним — требуется точное нормирование времени разогрева стыка, что особенно проблематично при переходе на другие диаметры. Бывают случаи, когда смонтированный трубопровод оказывается непроходим по причине смыкания внутреннего прохода из-за чрезмерного нагрева.
6. Труба поставляется прямыми отрезками — значительное количество немерных отходов при монтаже; неудобства при транспортировке.
7. Сложность проведения ремонта скрытого за фальшь-стеной трубопровода при его повреждении (пробой, просверливание и т.д.).
8. Невозможность повторного использования фитингов.

Преимущества и недостатки полимерных труб, используемых в России

1.2. Композитные (металлопластиковые) трубы

PP-Stabil (ПП-Стабил) — модернизированная полипропиленовая труба:

Представляет собой конструкцию из полипропиленовой трубы с нанесенной, ближе к наружному диаметру, перфорированной алюминиевой фольгой. При этом, благодаря перфорации, сохранена «целостность» основной стенки и её толщина, что позволяет эксплуатировать трубы при тех же параметрах температуры и давления, что и «обычные» полипропиленовые. Максимальная температура для нормального функционирования этих труб — 75 °С.

Применение перфорированного алюминия существенно снизило коэффициент линейного теплового удлинения трубы, но не решило остальных вышеперечисленных проблем.

PEX-AL-PEX (ПЕКС — Алюминий — ПЕКС):

В 1979 году в Великобритании было освоено производство труб PEX-AL-PEX, которые представляют собой сложную конструкцию, состоящую из пяти слоев: трубы из «сшитого» полиэтилена (до 0,8 мм), клеевой прослойки, слоя алюминиевой фольги (до 0,4 мм), клеевой прослойки и защитной оболочки из, как правило, обычного, не сшитого полиэтилена (до 0,8 мм.). Возможно, многим это покажется странным, но алюминиевая фольга практически не влияет на эксплуатационные параметры трубы: рабочее давление и температуру. Объясняется это довольно просто: жидкость внутри трубы перемещается не по алюминиевой, а по полиэтиленовой трубе, и поэтому именно свойства сшитого полиэтилена (PEX) определяют эксплуатационные параметры, а они для толщины слоя в 0,8 мм. в несколько раз ниже требуемых значений температуры и давления для систем отопления и водоснабжения серийных и высотных зданий.

Такая конструкция труб была призвана решить три принципиальные задачи:

1. Создание диффузионного барьера, препятствующего проникновению кислорода из атмосферы внутрь трубы. Надуманность проблемы доказана со временем — см. главу «Кислородопроницаемость. Что это?» (стр. 7).
2. Снижение коэффициента линейного теплового расширения и искривления при прогреве при наружной прокладке труб. Однако в процессе эксплуатации, в силу различных коэффициентов линейного расширения полиэтиленовых и алюминиевого слоев, которые невозможно компенсировать клеевой прослойкой, происходит разрушение целостности стенки и ее расслаивание.
3. Сохранение формы после изгиба в процессе монтажных работ. Эта задача решена, хотя удобство монтажника вовсе не означает удобства и спокойствия в будущем у заказчика строительства и, соответственно, проектировщика и подрядчика.

Для обеспечения герметичности соединения трубы и фитинга обязательно наличие резинового кольца (чаще двух) на штуцере. Без него, не удастся равномерно обсадить трубу по всему диаметру. Наличие же дополнительного элемента, тем более резины, не может не сказаться на надежности соединения.

Алюминиевая прослойка подвергается существенной деформации, вплоть до разрыва, вследствие неоднократного изгиба трубы и не влияет на эксплуатационные параметры в виду незначительной толщины.

В силу этих факторов, до сих пор не существует таблицы зависимости срока службы труб PEX-AL-PEX от температуры и давления, которая есть для всех труб из полимерных материалов.

Преимущества

1. Низкий коэффициент линейного теплового расширения.
2. Эластичность — возможность изгибания трубы без установки дополнительных фитингов.
3. Сохранение формы при изгибании.
4. Возможность применения различных типов соединений: компрессионное и обжимное.
5. Минимальное количество немерных отходов при монтаже.
6. Низкие расходы по доставке и хранению.

Недостатки

1. Отсутствие зависимости срока службы от температуры и давления. Такая характеристика обязательна для всех типов трубопроводов.
2. Расслоение стенки трубы вследствие напряжения между её слоями из-за различных коэффициентов линейного теплового расширения. Внутренний слой из полиэтилена ПЕКС толщиной 0,8 мм не в состоянии выдерживать декларируемые рабочие нагрузки трубопровода.
3. Необходимость использования специального инструмента при изгибании трубы в целях предотвращения схлопывания и обязательное соблюдение минимального радиуса.
4. Вторичный изгиб в одном и том же месте деформирует слой фольги.
5. Не допускается повторный монтаж фитинга на одном и том же срезе трубы.
6. Обязательное наличие резинового уплотнения на штуцере фитинга в связи с невозможностью равномерно обжать трубу по всему диаметру. Срок службы резины достаточно ограничен. Удорожание фитинга.
7. Возможность повреждения трубы незначительным физическим воздействием при наружной прокладке.
8. Сложность проведения ремонта скрытого трубопровода при его повреждении (пробой, просверливание и т.д.).
9. Невозможность замены скрытого непрямого участка трубы даже небольшого диаметра, проложенной в гофре, без вскрытия стены/пола.

Преимущества и недостатки полимерных труб, используемых в России

1.3. Трубы из молекулярносшитого полиэтилена — РЕ-Х, РЕХ (ПЭ-сс, ПЕКС)

Разработанная технология производства труб из **молекулярносшитого полиэтилена** обеспечивает образование трехмерных связей между молекулами полиэтилена, тогда как у обычного полиэтилена связи планарные. В результате этого, изготовленные из данного материала трубы не могут быть переработаны вторично, но демонстрируют ряд выдающихся свойств.

Преимущества

1. Высокая устойчивость к температуре и давлению при длительном сроке эксплуатации.
2. Эластичность — возможность изгибания трубы без установки дополнительных фитингов.
3. Молекулярная память — способность к восстановлению формы после размораживания или чрезмерного изгиба.
4. Невысокая, сравнимая со стальными трубами, стоимость.
5. Разнообразие систем соединения — компрессионные, обжимные, напрессовочные фитинги.
6. Широкий ассортимент концевых групп.
7. Минимальное количество немерных отходов при монтаже.
8. Низкие расходы по доставке и хранению.
9. Возможность проведения замены скрытого непрямого участка трубы небольшого диаметра, проложенной в гофре, без вскрытия стены/пола.

Недостатки

1. Не сохраняет форму при изгибе — необходимо производить крепление или использовать фиксатор изгиба.
2. При работе (изгибании) с трубами больших диаметров требуется применение теплового фена.

В серийном производстве труб применяют три способа образования трехмерных молекулярных связей: пероксидный (ПЭ-пс или РЕ-Ха), силановый (ПЭ-сс или РЕ-Хб) и радиационный (ПЭ-рс или РЕ-Хс).

В типовом и высотном строительстве при выборе конкретной марки трубы важно учитывать длительную устойчивость материала к воздействию рабочей температуры теплоносителя. Максимальные температуры, к которым изготовленные тремя перечисленными выше способами трубы устойчивы длительное время, приведены ниже:

- Пероксидный — ПЭ-пс (РЕ-Ха) — до 80 °С;
- Силановый — ПЭ-сс (РЕ-Хб) — до 95 °С;
- Радиационный — ПЭ-рс (РЕ-Хс) — до 70 °С.

Подробное описание причин подобного разделения устойчивости приведено в исследовании кафедры переработки пластмасс РХТУ им. Менделеева, которое было проведено в период 2003 — 2007 годов ввиду отсутствия в мире данных о сроках эксплуатации труб из сшитых полиэтиленов при рабочей температуре 95 °С. Вышедший в России ГОСТ 32415-2013, переписанный с норм DIN, также предусматривает для самого высокого, 5 класса эксплуатации рабочую температуру — 80 °С, а максимальную — 90 °С.

Таким образом, при подборе трубопроводов необходимо понимать, что трубы, соответствующие требованиям ГОСТ 32415-2013, НЕПРИГОДНЫ для использования с теплоносителем с температурой 95/70 или 90/70.

На основании проведенных исследований, а также при учете их корреляции с данными производителя сырья, экспертного заключения института химической физики РАН РФ и по факту более чем 10-летнего опыта эксплуатации, Корпорация БИР ПЕКС внесла соответствующие поправки в собственные технические условия на производство труб, которые выражаются в добавлении 6-го класса прочности, предусматривающего рабочую температуру 95 °С. Введение 6-го класса сделано в целях гармонизации классификации труб с нормами ISO 10508 и ГОСТ. Таким образом, соответствие ТУ 2248-001-49257437-2011 Фирмы БИР ПЕКС подтверждает возможность длительной эксплуатации при температуре 95 °С.

| Класс эксплуатации | T _{раб} °С | Время при T _{раб} год | T _{макс} °С | Время при T _{макс} год | T _{авар} °С | Время при T _{авар} час | Область применения |
|--------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---|
| 1 | 60 | 49 | 80 | 1 | 95 | 100 | Горячее водоснабжение (60 °С) |
| 2 | 70 | 49 | 80 | 1 | 95 | 100 | Горячее водоснабжение (70 °С) |
| 4 | 20 | 2,5 | 70 | 2,5 | 100 | 100 | Поверхностное отопление. Низкотемпературное отопление отопительными приборами |
| | 40 | 20 | | | | | |
| | 60 | 25 | | | | | |
| 5 | 20 | 14 | 90 | 1 | 100 | 100 | Высокотемпературное отопление отопительными приборами |
| | 60 | 25 | | | | | |
| | 80 | 10 | | | | | |
| 6 | 20 | 14 | 100 | 1 | 110 | 100 | Высокотемпературное отопление отопительными приборами |
| | 60 | 10 | | | | | |
| | 80 | 15 | | | | | |
| | 95 | 10 | | | | | |

Примечание: срок службы является суммой времени эксплуатации при различных температурах.

Например, для класса 6: 14 лет при 20 °С + 10 лет при 60 °С + 15 лет при 80 °С + 10 лет при 95 °С + 1 год при 100 °С = 50 лет.

Преимущества и недостатки полимерных труб, используемых в России

1.4. Трубы из полиэтилена повышенной термостойкости — ПЭ-ПТ (PE-RT)

Корпорация БИР ПЕКС с момента своего образования (1999 г.) ставила целью создание, производство и широкое внедрение современных систем полимерных трубопроводов для отопления и водоснабжения, которые бы удовлетворяли любым требованиям эксплуатации в России и СНГ.

Так была создана и по сей день производится единственная в РФ система **БИР ПЕКС Премиум (ПЭ-сс)**, которая одинаково может быть использована в отоплении и водоснабжении, включая длительное использование при рабочих температурах 95 °С.

Однако, развитие типов горизонтальных систем позволяет понизить температуру теплоносителя и давление. Это обстоятельство заставило нас задуматься над производством нового типа продукции, которая соответствовала бы необходимым и достаточным требованиям устойчивости температуре и давлению, и имела оптимальную стоимость. Т.е. стала бы эталоном качества при доступной цене, как в свое время это произошло с системой БИР ПЕКС Премиум.

Материал нового класса полиэтиленов носит название PE-RT (Polyethylene of Raised Temperature resistance – **полиэтилены повышенной термостойкости ПЭ-ПТ**). Трубы БИР ПЕКС Оптима из ПЭ-ПТ (PE-RT) полностью соответствуют типовому классу эксплуатации 5 по ГОСТ 32415-2013, выпускаются в соответствии с ТУ 2248-002-49257437-2012 и демонстрируют идентичные молекулярно-сшитому полиэтилену ПЭ-сс свойства, длительную гидростатическую прочность при температуре до 80 °С.

КИСЛОРОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ. ЧТО ЭТО?

1

Само по себе требование наличия некоего «барьерного» слоя звучит технически неграмотно.

Условно корректно вести речь о некой допустимой величине кислородопроницаемости. Условно – потому что далее надо понять физический смысл этого требования и его объективные преимущества.

Что такое кислородопроницаемость? Это попадание кислорода через стенку трубы и прочих элементов, резьбовые и иные соединения непосредственно в теплоноситель.

При этом мы понимаем, что находящийся в атмосферной среде кислород должен попасть внутрь трубопровода, давление теплоносителя в котором в несколько раз выше. Вытеснить его он явно не сможет.

Для каких частей это вредно? Кислород представляет условную опасность исключительно для стальных элементов систем отопления, т.к. способствует их коррозии.

В «водопроводных» системах, т.е. с постоянным протоком «свежей воды», эта проблема решения не имеет и никто этим не озабочен – при расчете срока службы стали учитывается ее нормальное, т.е. с естественным содержанием растворенного кислорода, старение, коррозия и зарастание. А сами расчеты десятками лет подтверждаются опытом использования стальных трубопроводов и прочих элементов систем отопления.

В закрытых системах отопления современных зданий стальных частей немного и, при грамотном проектировании, они находятся в местах общего пользования, что облегчает доступ и возможность их быстрой замены. Более того, при желании, их реально исключить полностью.

В каких количествах кислород вреден? В любых. Т.е. даже незначительное количество растворенного кислорода ведет к окислению. Соответственно, изобретение любых норм по допустимому количеству проникающего кислорода, как минимум, вводит в заблуждение.

Для снижения количества растворенного кислорода в магистральных трубопроводах теплоцентралей, выполненных только из стали (которая сама по себе вообще не пропускает кислород), используются специальные системы водоподготовки. Но речь идет именно о «снижении», т.к. полностью удалить кислород невозможно.

Откуда берется кислород в системах стальных трубопроводов? Исключительно через резьбовые, фланцевые и прочие соединения! Очевидно, что подобного рода соединения существуют в любых системах трубопроводов. Соответственно, бороться с его проникновением именно через стенку трубы, как минимум, недостаточно, и, по сути, такая борьба является маркетинговым действием.

Исследования проблемы кислородопроницаемости, проведенные еще во времена СССР, показали, что количество растворенного кислорода строго зависит от суммарной мощности отопительной системы и площади поверхности стальных частей в ней, а насыщение и стабилизация (достижение некой расчетной по выведенной формуле величины) происходит уже через несколько часов после запуска системы при отсутствии какой-либо системы водоподготовки и вне зависимости от прочих компонентов и факторов. Более подробно с этой темой можно ознакомиться в статье «К вопросу о кислородопроницаемости пластмассовых трубопроводов отопительных систем» в журнале Сантехника №4/2003.

Вывод: снижение содержания кислорода в теплоносителе возможно только посредством устройства системы водоподготовки. Но здесь возникает вопрос экономической целесообразности капитальных вложений на устройство такой системы и дальнейшее ее обслуживание. В противном случае, стальные части систем отопления следует проектировать и размещать в легкодоступных местах для возможности быстрой замены по истечении их расчетного срока службы.

2

Нанесение «барьерного» слоя из этилвинилового спирта ЕVОН на поверхность труб ПЕКС, используемое многими производителями, не приводит к снижению кислородопроницаемости и теряет всякий смысл по трем основным причинам:

- «Барьерный» слой толщиной 0,1 мм подвержен истиранию и исцарапыванию еще во время монтажа и до заливки стяжки пола.
- Отсутствие адгезии (прилипания) между «барьерным» слоем и материалом стенки трубы приводит к расслоению после непродолжительной эксплуатации трубопровода даже при наличии связующего (клеевого) слоя. Этот слой, ввиду отсутствия эластичности, также не способен компенсировать значительные напряжения, возникающие при эксплуатации, из-за различных коэффициентов линейного расширения.
- Материал «защитного» слоя EVOH обладает великолепными барьерными свойствами в отношении кислорода при нулевой влажности, которая в реальных условиях невозможна, но пропускает кислород в 1000 – 2000 раз больше обычного полиэтилена высокой плотности при влажности 80%.

Устройство «барьерного» слоя в середине конструкции стенки трубы условно защищает его от истирания и влажности, но снижает эксплуатационные параметры:

- давления – ввиду снижения толщины внутреннего несущего теплоноситель слоя;
- температуры – по причине использования ПЭ-РС (радиационно-сшитого), который имеет ограничение температуры в 70 °С для длительного срока службы.

3

В некоторой степени распространение идеи устройства некоего «защитного слоя» усилилось благодаря действиям страховых компаний!

Ни для кого не секрет, что в Европе и Великобритании принято страховать здания. Для оформления страховки требуется описание типа конструкций и описание инженерных систем.

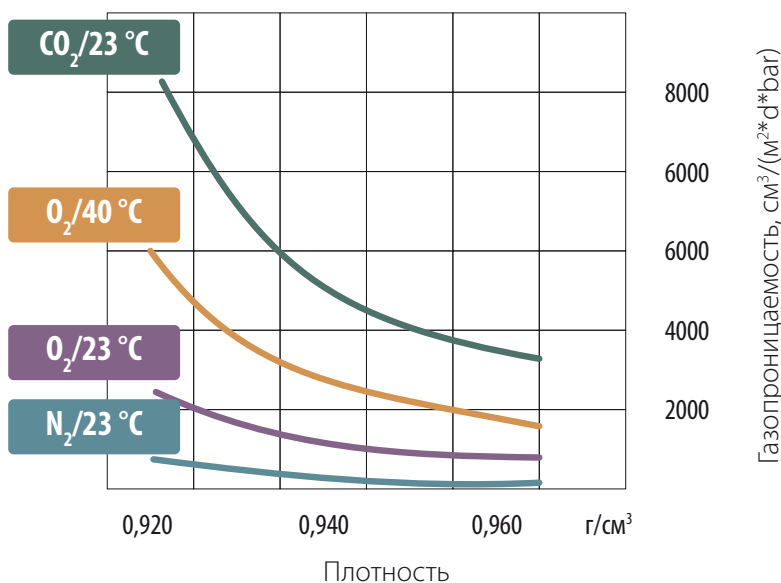
Незнакомые с техническими понятиями и не владеющие соответствующими знаниями юристы и менеджеры охотнее согласовывали страхование зданий, в перечне инженерных систем которых значилась «труба «С защитным слоем». В их понимании «С» значит не «БЕЗ». А от чего он защищает, и защищает ли вообще, им неизвестно и неинтересно.

4

Высокая плотность и особенности кристаллической структуры материала, используемого для производства труб БИР ПЕКС Премиум и Стандарт, снижает количество проникающего кислорода на 60% по сравнению с другими марками материалов, используемых при производстве труб ПЕКС.

Многочисленные испытания, проведенные сертификационными органами, подтвердили, что значение кислородпроницаемости труб БИР ПЕКС без каких-либо «барьерных» слоев ниже существующего норматива, и равно 0,08 г/(м³ × сут).

График зависимости газопроницаемости от плотности материала



3 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ПАМЯТЬ

Все типы сшитых полиэтиленов обладают молекулярной памятью — способностью возвращаться в исходное состояние после прекращения воздействия, вызывающего деформацию. Другими словами, если трубу сильно перегнуть или заморозить в ней воду, то когда лед растает или труба перестанет подвергаться изгибанию, она вновь примет форму, которую имела до деформации.

Необходимо заметить, что любая труба ПЕКС, как показывают испытания, рвется именно в том месте, на которое приходится избыточное давление.

Для ускорения процесса восстановления формы трубу нужно нагреть строительным феном до прозрачного состояния. Для ПЭ-пс (пероксидносшитого полиэтилена) и ПЭ-рс (радиационносшитого) потребуется температура около 140 °С, а для ПЭ-сс (силановосшитого) — около 160 °С. Если трубу не нагревать, то в процессе нормальной эксплуатации с рабочими параметрами теплоносителя, или просто при хранении, восстановление займет больше времени, но окончательный результат будет идентичен: визуально Вы не сможете обнаружить место сильного перегиба.

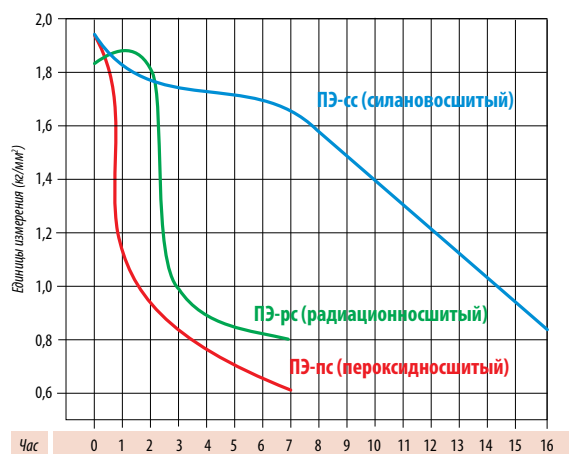
Нагревание до прозрачного состояния не приводит к каким-либо деструктивным последствиям, и после остывания труба может эксплуатироваться с рабочими параметрами.

От замерзания воды внутри трубы из молекулярносшитого полиэтилена, системы не страдают совсем: на эксплуатационные характеристики деформация и возврат в прежнюю форму (благодаря молекулярной памяти) не влияют. Однако, это обстоятельство не распространяется на стальные части системы.

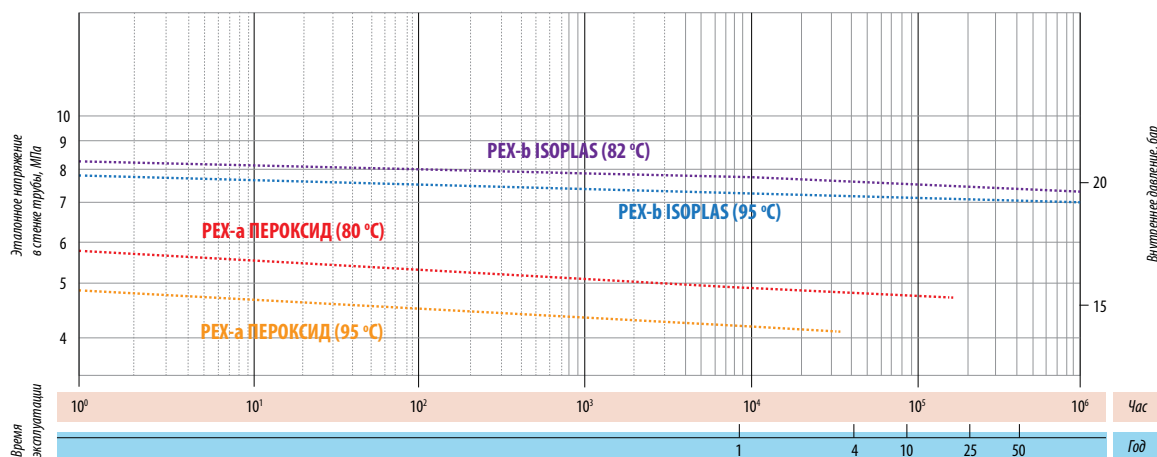
Тем не менее, необходимо понимать, что трубы предназначены для длительного использования в системах отопления/водоснабжения/холодоснабжения при вполне определенных температурах (от -50 °С до 95 °С для ПЭ-сс, до 70 °С для ПЭ-рс и до 80 °С для ПЭ-пс) и давлении, соответствующем выбранному классу прочности. Другими словами, нормальная эксплуатация трубы не предполагает ее нагрева до прозрачного состояния с последующим многократным изгибанием или разрывом путем приложения линейных усилий.

Эксплуатационные характеристики трубы при заданных параметрах температуры и давления были изучены в процессе испытаний. Оценивались термическая и гидравлическая устойчивость, процессы накопления напряжений, их релаксация и многое другое. Подробное описание результатов испытаний содержится в исследовании РХТУ им. Менделеева (см. на сайте byrpex.com).

Время термической деструкции при температуре 200 °С



Номограмма расчетного срока службы полимерных трубопроводов



МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ПОЛИЭТИЛЕН «ISOPLAS» КОМПАНИИ MICROPOL (ВЕЛИКОБРИТАНИЯ)

Развитие технологий производства полиэтиленов привело к появлению материала с высокой плотностью (более 0,950 г/см³). Кроме того, были разработаны способы образования молекулярных связей для целей создания более прочных «цепочек» молекул типа «гроздь». Выдающихся достижений в этой области добилась английская компания «MICROPOL». Специалисты фирмы разработали действительно уникальный материал ISOPLAS P-501 (высокой плотности 0,950 г/см³) с добавкой катализатора ISOPLAS P-511/FW-CMB — поперечно-сшитый полиэтилен, который производится по методу графт-сополимеризации органосиланов к полиэтилену. Именно этот материал использует при производстве труб БИР ПЕКС Премиум. В соответствии с технологией, после изготовления трубы подвергаются обработке снаружи водяным паром, а внутри – водой температурой 95°C. В процессе такой обработки происходит поперечное связывание молекул, а в результате получается труба, обладающая уникальными свойствами:

- Повышенной температурной устойчивостью (стойкость к термоокислению при температуре 180°C);
- Повышенной устойчивостью к давлению (давление разрыва при температуре 20°C – не менее 6,0 МПа (в трубах PN20 или SDR 7,4), а при 95°C – 2,4 МПа.
- Повышенной устойчивостью к внешним физическим нагрузкам;
- Низкой величиной кислородопроницаемости, не превышающей нормативных показателей без дополнительной обработки.

Трубы из материала ISOPLAS хорошо зарекомендовали себя в трубопроводах систем центрального и индивидуального отопления, включая «теплый пол», и горячего/холодного водоснабжения. ISOPLAS – один из немногих материалов, отвечающих всем требованиям для длительного использования в современных высокотемпературных (в т. ч. центральных) отопительных системах, применяемых в РФ, с параметрами теплоносителя 90°x 70°C или 95°x 70°C (см. таблицу классов стр. 12).

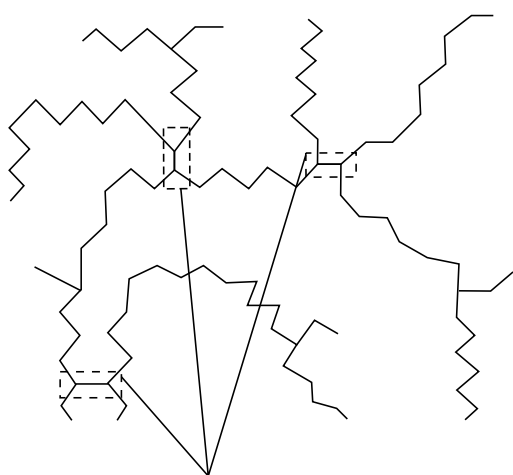
Материал отвечает требованиям международных стандартов на пригодность к контактам с питьевой водой, что подтверждено сертификатами лабораторий Англии, США, Германии, Швейцарии, Италии, России, Украины и другие стран.

Ниже приведена таблица сравнения ISOPLAS с другими видами термопластов и другими типами сшитых полиэтиленов. Данные, указанные в таблице, взяты из экспертного заключения «Технология и свойства поперечносшитого полиэтилена PEX-b из сырья компании MICROPOL (Великобритания)», выданного институтом химической физики им. Н. Н. Семенова РАН.

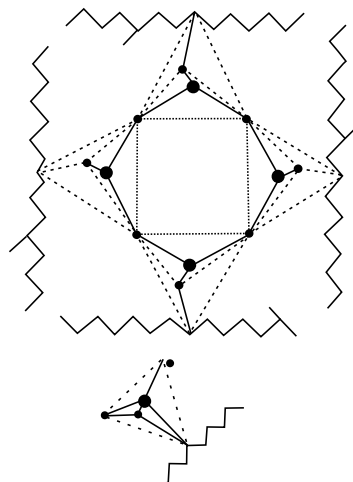
| Свойства | Молекулярносшитый полиэтилен | | | | ХПВХ CPVC NIBCO | ПП - Рандом сополимер PPRC BOREALIS |
|--|--|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| | PE-Xb БИР ПЕКС Премиум (Класс 6) ISOPLAS | PE-RT БИР ПЕКС ОПТИМА (Класс 5) | PE-Xa UPONOR | PE-Xa REXAU | | |
| Плотность, г/см ³ | 0,950 | 0,942 | 0,938 | 0,930 | 1,570 | 0,910 |
| Коеф. линейного расширения, м/(м·К) | 1,2·10 ⁻⁴ | 1,9·10 ⁻⁴ | 1,4·10 ⁻⁴ | 1,5·10 ⁻⁴ | 6,2·10 ⁻⁵ | 1,8·10 ⁻⁴ |
| Удлинение при растяжении на разрыв, % | 200 | > 400 | 400-500 | 450-500 | — | 1100 |
| Модуль упругости, МПа | 800 | 670 | 550 | 550 | 2900 | 900 |
| Теплопроводность, Вт/(м·К) | 0,40 | 0,46 | 0,40 | 0,41 | 0,16 | 0,22 |
| Время термической деструкции при 200 °С, час | 10-15 | 1-3 | 1-3 | 1-3 | 0 | 0 |
| Рабочая температура, °С / рабочее давление, МПа. | 95/0,8 | 90/0,6 | 90/0,6 | 90/0,8 | 93/0,49 | 75/0,6 |
| Проницаемость кислорода, г/(см ² ·с·бар) | 1,5·10 ⁻¹¹ | 1,5·10 ⁻¹¹ | 1,7·10 ⁻¹¹ | 1,7·10 ⁻¹¹ | — | 9·10 ⁻⁶ |

Сравнительный анализ физико-химических параметров труб показывает, что для достижения одинаковых значений важнейших эксплуатационных характеристик, степень поперечной сшивки полиэтилена PE-Xb (ISOPLAS) может быть на 15–20% меньше, чем степень поперечной сшивки PE-Xa с использованием пероксидной сшивки, без снижения значений эксплуатационных параметров. Происходит это вследствие уникального свойства полиэтилена PE-Xb (ISOPLAS) — графт-сополимерной трехмерной сетчатой структуры молекул из цепей полиэтилена типа «пучков» или «гроздей» за счет силановой сшивки – Si – O – Si –, в отличие от планарной, т.е. плоской структуры поперечносшитого полиэтилена (с C – C – связями), изготовленного по пероксидному методу сшивки.

Структура сшитого полиэтилена



полиэтилена PE-Xa
(пероксидная сшивка)



ISOPLAS P501 PE-Xb
(силановая сшивка)

ОБЩИЕ ПРАВИЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОНТАЖУ ТРУБ БИР ПЕКС



Трубы **БИР ПЕКС Премиум** пригодны для эксплуатации по 6-му (наивысшему по ТУ 2248-001-49257437-2011, что выше требований ГОСТ 32415-2013) классу, что означает возможность длительного использования при температуре 95 °С и давлении до 1,0 МПа (для серии SDR 7,4; PN22,4).

Линейка труб **БИР ПЕКС Премиум** рекомендована для применения в системах отопления и водоснабжения при высотном и серийном строительстве. Эти трубы используются в системах со скрытой разводкой. Цвет трубы – белый.

Для открытой прокладки необходимо использовать трубы **БИР ПЕКС УФ-стоп**. SDR 7,4; Класс 6. Цвет трубы – черный.

Трубы **БИР ПЕКС Стандарт** пригодны для эксплуатации по 5-му классу (наивысшему по ГОСТ 32415-2013) термической устойчивости и могут длительно использоваться при температурах до 80 °С и давлении 1,0 МПа (для серии SDR 7,4; PN20,0). Цвет трубы – белый.

Трубы **БИР ПЕКС Оптима** пригодны для эксплуатации по 5-му классу термической устойчивости и могут длительно использоваться при температуре 80 °С и давлении 0,6 МПа (для серии SDR11; PN12,5). Они могут применяться в большинстве случаев – при высотной и низкоэтажной застройке при монтаже радиаторного отопления, систем «теплый пол», «холодная панель», в системах водоснабжения, подогрева открытых площадок и футбольных полей, а также в системах охлаждения катков и системах полива. Монтаж скрытый. Цвет трубы – зеленый.

Рабочее давление для разных классов эксплуатации труб БИР ПЕКС и фитингов к ним определяется по таблице, исходя из срока службы не менее 50 лет.

| Серия труб | Класс 1 | Класс 2 | Класс 4 | Класс 5 | Класс 6 |
|-----------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | Рабочее давление, МПа | | | | |
| S6,3 (SDR 13,6) PN 10 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,4 |
| S5 (SDR 11) PN 12,5 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,6 | 0,6 |
| S4 (SDR 9) PN 16 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,6 |
| S3,2 (SDR 7,4) PN 20 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 |

S — серия труб; **SDR** — стандартное размерное отношение; **PN** — номинальное давление

| Класс эксплуатации | T _{раб} °C | Время при T _{раб} год | T _{макс} °C | Время при T _{макс} год | T _{авар} °C | Время при T _{авар} час | Область применения |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | 60 | 49 | 80 | 1 | 95 | 100 | Горячее водоснабжение (60 °C) |
| 2 | 70 | 49 | 80 | 1 | 95 | 100 | Горячее водоснабжение (70 °C) |
| 4 | 20 | 2,5 | 70 | 2,5 | 100 | 100 | Поверхностное отопление. Низкотемпературное отопление отопительными приборами |
| | 40 | 20 | | | | | |
| | 60 | 25 | | | | | |
| 5 | 20 | 14 | 90 | 1 | 100 | 100 | Высокотемпературное отопление отопительными приборами |
| | 60 | 25 | | | | | |
| | 80 | 10 | | | | | |
| 6 | 20 | 14 | 100 | 1 | 110 | 100 | Высокотемпературное отопление отопительными приборами |
| | 60 | 10 | | | | | |
| | 80 | 15 | | | | | |
| | 95 | 10 | | | | | |

Примечание: срок службы является суммой времени эксплуатации при различных температурах.

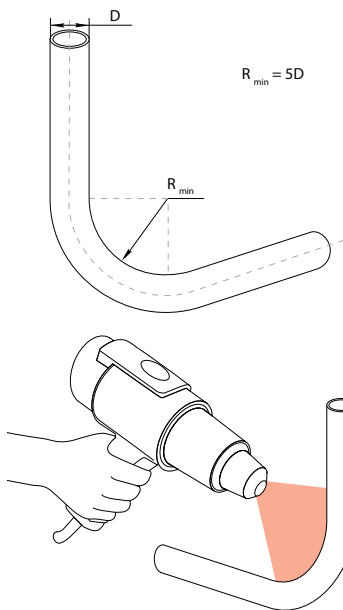
Например, для класса 6: 14 лет при 20 °C + 10 лет при 60 °C + 15 лет при 80 °C + 10 лет при 95 °C + 1 год при 100 °C = 50 лет.

Монтажные работы допускается проводить при любой температуре, однако из соображений практичности рекомендуется делать это при температуре воздуха не ниже +5 °С. При необходимости проведения монтажных работ в более низких температурах необходимо прогреть трубу в месте установки фитинга до +20 °С — +50 °С.

Следует учитывать, что при необходимости срочного проведения работ при отрицательных температурах, Вы можете ограничиться проведением подготовительных работ и укладкой труб, не устанавливая фитинги. Соединения можно сделать позже — это не займет много времени.



Рез трубы может осуществляться любым режущим инструментом перпендикулярно её продольной оси без образования заусенцев. Для этой операции рекомендуется использовать ножницы — секатор АРТ 8032. Какая-либо дополнительная обработка внутреннего диаметра (калибровка, снятие фаски) не требуется.



Минимальный радиус изгиба труб БИР ПЕКС — 5 внешних диаметров выбранного типоразмера. Для диаметров Ø16 и 20 мм изгиб может осуществляться без предварительного прогрева тепловым пистолетом, путем плавного изгибания трубы. Для фиксации изгиба 90° трубы Ø16 или 20 мм с минимально допустимым радиусом рекомендуется использовать «фиксатор изгиба» АРТ 2450 и АРТ 2451 соответственно. Изгиб труб диаметром Ø25 и 32 мм рекомендуется осуществлять при помощи теплового пистолета (монтажного фена). Фиксация изгиба осуществляется при помощи монтажных скоб или креплений непосредственно на монтажном участке.

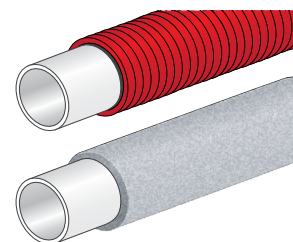
Минимальное расстояние от места устройства изгиба до места установки фитингов должно быть не менее 10 диаметров.

Прогрев трубы рекомендуется производить при помощи теплового пистолета или горячей водой. Не допускается производить нагрев трубы открытым огнем.

Следует учитывать, что чрезмерный нагрев труб из сшитого полиэтилена БИР ПЕКС Премиум и Стандарт тепловым пистолетом, сопровождаемый изменением ее цвета (бурый цвет), приводит к изменению физических свойств материала. Такой участок трубы необходимо заменить. Для труб БИР ПЕКС эта точка более -180 °С. При этом, нагрев трубы до прозрачного состояния (160 °С) не приводит к каким-либо изменениям свойств материала, и, после остывания, допускается дальнейшее использование данного отрезка трубы.

Трубы БИР ПЕКС, проходящие в толще пола (стены), должны быть проложены в гофрированной трубе или теплоизоляции для целей компенсации линейного удлинения вследствие прогрева и уменьшения потерь тепла. Это также позволит произвести замену трубопровода в случае механического повреждения без вскрытия поверхности пола (стены). Исключением является прокладка трубы в системе «теплый пол/холодная панель» или в специальном плинтусе. Размер требуемой гофры подбирается в соответствии с приведенной таблицей:

| БИР ПЕКС | Гофра |
|----------|-------|
| Ø16 | Ø25 |
| Ø20 | Ø32 |
| Ø25 | Ø40 |
| Ø32 | Ø50 |



При устройстве системы поверхностного отопления/холодоснабжения «теплый пол/холодная панель» прокладка ведется без гофроканала и теплоизоляции, за исключением мест пересечения деформационных швов стяжки (см. «Устройство системы поверхностного отопления/холодоснабжения»; глава 8 настоящего руководства).

Линейное удлинение труб БИР ПЕКС вычисляется из расчета $0,12 \cdot \Delta T$ мм/м, т.е. при увеличении температуры на 70°C (с 20°C до 90°C) удлинение одного погонного метра составит 8,4 мм.

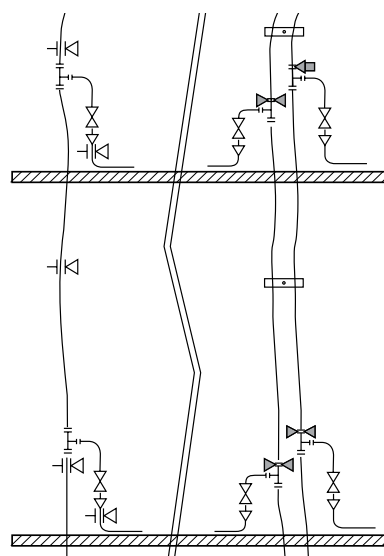
При прокладке магистральных трубопроводов следует устанавливать крепления АРТ 9920-9929 или АРТ 9970-9979 через каждые 1,5 метра. При наличии на закрепляемом участке установленного фитинга следует произвести установку крепежа «неподвижная опора» АРТ 9820-9829 в канавке упорной бровки фитинга, что зафиксирует участок трубы, предотвратив «движение» в результате линейных расширений при эксплуатации трубопровода.




Прокладку труб рекомендуется проводить вдоль капитальных стен здания на расстоянии 10-15 см, с небольшим S-образным изгибом (для лучшей компенсации удлинений). Это, упростит изготовление исполнительной схемы и, как следствие, снизит риск повреждения замоноличенного участка.

Перед подъемом труб к коллектору внутри коллекторного шкафа/ниши (в образующийся угол при переходе от горизонтального расположения к вертикальному) необходимо установить угольник или фиксатор изгиба, а также жестко (крепежом типа «неподвижная опора») прикрепить это место к полу.

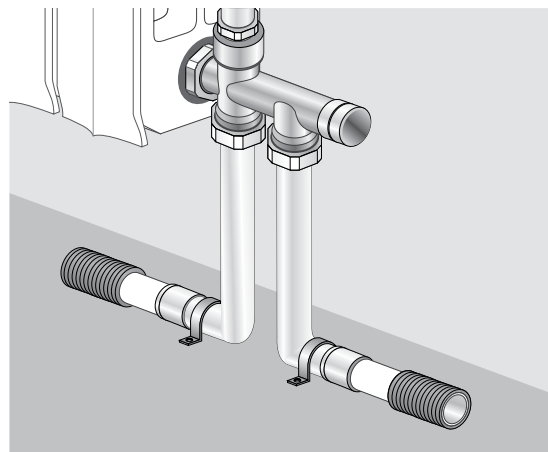
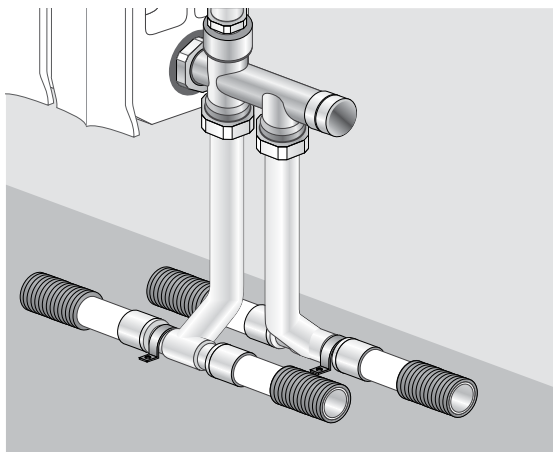
Это необходимо для предотвращения линейного давления труб при прогреве непосредственно на коллектор. Так как обратный конец у прибора (см. схемы в п. 7.3) прикреплен плотно фиксатором «неподвижной опоры», то удлинение происходит в сторону коллектора. Если оба конца трубы, поворот перед коллектором и прибор надежно закреплены, то удлинение будет нормально компенсироваться искривлением внутри гофры/теплоизоляции.

При прокладке в плинтусе крепление следует проводить через 0,5 метра.



-  — Хомут крепежный на опоре «дюбель-винт»
-  — Фиксатор «неподвижная опора» (АРТ 9870 – 9899)
-  — Крепеж для труб в гофре (АРТ 9920 – 9999)

При установке Т и Г — образных приборных трубок необходимо произвести их фиксацию хомутами «неподвижная опора». Таким образом, компенсация линейного удлинения трубы будет происходить за счет искривления ее внутри канала (гофра, теплоизоляция и т.д.) и тем самым исключит стороннюю механическую нагрузку на узел подключения отопительного прибора.



Перед началом производства работ с трубами БИР ПЕКС убедитесь:

- в целостности и оригинальности заводской упаковки (черная полиэтиленовая пленка и/или картонная коробка), а также в наличии товарной этикетки с отметкой ОТК и номером партии продукции, соответствующим маркировке на самой трубе;
- в наличии оригинальной заводской маркировки на каждом метре трубы, которая содержит информацию о наименовании, типоразмере (классе прочности), основных рабочих параметрах, дате изготовления и номере партии;
- в отсутствии видимых дефектов и следов повреждения поверхности трубы, вследствие транспортировки.

Выбор типа соединения:

- в месте со свободным доступом целесообразно использовать фитинги компрессионного (цангового) типа АРТ1000 — АРТ2299;
- соединения, которые впоследствии будут залиты бетоном, или к которым не будет свободного доступа, следует монтировать фитингами напрессовочного и обжимного типов АРТ5000 — АРТ7999;
- допускается проводить монтаж системы с использованием разных типов фитингов.

Перед началом сборки соединения любого типа необходимо убедиться:

- в соответствии класса прочности трубы и выбранного фитинга. Использование в одном соединении трубы и фитинга разных классов недопустимо.
- в отсутствии деформаций и иных повреждений фитинга.
- в наличии всех частей фитинга.

Монтаж

Монтаж напрессовочных соединений следует проводить только оригинальным или рекомендованным производителем фитингов инструментом. Допускается монтаж труб и фитингов различных производителей при условии выбора изделий одного класса прочности/типоразмера. При этом, должен использоваться инструмент, рекомендованный производителем фитингов. Расширение конца трубы следует производить плавно за 3 – 4 раза без рывков, прокручивая расширитель на 10–45°.

При установке фитингов компрессионного типа следует закручивать обжимную гайку при помощи двух гаечных ключей, обеспечив следующие номинальные усилия:

для труб 16 мм – $2 \div 2,5$ кгс·м;

для труб 20 мм – $3 \div 3,5$ кгс·м;

для труб 25 мм – $5 \div 5,5$ кгс·м;

для труб 32 мм – $6 \div 6,5$ кгс·м.

После сборки системы следует произвести ее опрессовку давлением, в 1,5 раза превышающим номинальное рабочее давление для данного объекта, но не менее 0,6 МПа.

Таблица химической устойчивости, гидравлических сопротивлений труб и модуль расчета доступны на сайте byrpex.com в разделе «Документация / Для скачивания».

Не допускается:

- После сборки фитинга изгибать трубу ближе, чем 10 диаметров от места соединения, прикладывая боковое усилие на сам фитинг;
- Закручивать гайку компрессионного соединения с большим усилием, чем указано в рекомендации по его монтажу;
- Производить нагрев трубы открытым огнем.

ТЕХНОЛОГИИ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ БИР ПЕКС



- 6.1. Соединение труб фитингами компрессионного (цангового) типа со штуцером.
- 6.2. Соединение труб с помощью напрессовочных фитингов.
- 6.3. Соединение труб с помощью цанговых фитингов без штуцера.

Трубы БИР ПЕКС соединяются при помощи специальных латунных соединительных элементов (фитингов), а также элементов из литьевого ПЭ-сс, которые представляют собой широкий ассортимент изделий и делятся на 2 основные категории:

- фитинги ПЕКС-ПЕКС (для соединения труб между собой);
- фитинги ПЕКС-резьба (для соединения с другими частями системы через традиционную трубную резьбу).

Существует три типа соединения непосредственно трубы и фитинга:

- **компрессионное** (цанговое) — разборное соединение со штуцером и разрезным кольцом;
- **напрессовочное** (неразборное) — соединение с цельной гильзой, натягиваемой прессом;
- **обжимное** (неразборное) — соединение с использованием свойства молекулярной памяти.

Трубы БИР ПЕКС не требуется калибровать, паять, сваривать, клеить, что позволяет сэкономить время и снизить стоимость монтажа.

Фирма БИР ПЕКС является официальным партнером компании SCE (Гонконг), совместно с которой выпускаются латунные фитинги торговой марки EAGLE-BYRPEX. Фасонные детали изготавливаются из пищевой, стойкой к обесцинкиванию латуни методом горячей штамповки, что делает их исключительно прочными и долговечными.

Фитинги из ПЭ-сс Фирма БИР ПЕКС производит на собственных мощностях.

Механическое соединение (компрессионное, напрессовочное, обжимное) гарантирует высокое качество и надежность системы на весь срок службы по целому ряду причин:

- соединительные элементы изготавливают из латуни, стойкой к обесцинкиванию или из специальной марки сшитого полиэтилена для термопластавтоматов.
- исключаются дефекты, возникающие при длительном сроке службы из-за наличия:
 - дополнительных уплотнений в виде резиновых колец,
 - клеевых прослоек или соединений,
 - закладных (вварных) элементов из разнородных материалов;
- однородность стенки трубы позволяет произвести обжим равномерно по всему диаметру трубы, а специальные кольцевидные нарезки на штуцере фитинга и на разрезном кольце или подвижной гильзе укрепляют соединение, «врезаясь» в стенку трубы;
- высокая усталостная прочность и молекулярная память сшитого полиэтилена постоянно стремятся вернуть его к исходному (не деформированному механически) положению;
- большой ассортимент редуцированных фитингов позволяет обходиться без лишних соединений и вести быстрый, высококачественный монтаж;
- использование разных вариантов концевых подводок позволяет смонтировать систему, отвечающую высочайшим эстетическим требованиям:
 - лишь незначительные части системы остаются незамурованными;
 - все концевые элементы хромированы или имеют декоративное покрытие.

Мы предлагаем только то, что будет надежно и красиво! Мы не предлагаем «урезанных» или незаконченных решений. Порой это приводит к незначительному удорожанию, но это — оправданное вложение средств. Мы ведем речь не о замене металлических или иных труб на трубы ПЕКС. Мы предлагаем новое качество систем водоснабжения и отопления.

Полный каталог фитингов БИР ПЕКС и сертификаты на них можно найти на сайте byrpex.com.

6.1. Соединение труб с помощью напрессовочных фитингов



Такой тип соединения является неразъемным, так как нельзя разобрать соединение, не разрушив фитинг/ гильзу или трубу, поэтому он может быть **замоноличен в бетон**.

Выполнение напрессовочного соединения требует от монтажника некоторых навыков обращения со специальным инструментом, однако практически исключает ошибку или недоработку (недозатяжку) соединения.

Для напрессовки может применяться ручной, электрический или гидравлический инструмент. Инструмент выполнен из легкого, высокопрочного металла, а его конструкция позволяет выполнить соединение быстро и без особых усилий. Поставляется инструмент в транспортировочном чемоданчике.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ФИТИНГА



Принцип соединения: расширенный специальным инструментом конец трубы надевают на штуцер, после чего, благодаря молекулярной памяти, происходит усадка трубы, а для гарантированно надежного соединения на трубу надвигают напрессовочную гильзу, которая обеспечивает плотное прижатие трубы к штуцеру фитинга.

МОНТАЖ НАПРЕССОВОЧНОГО ФИТИНГА



6.2. Соединение труб с использованием фитингов из ПЭ-сс



1 РЕЗ ТРУБЫ



Отрежьте трубу ОПТИМА нужной длины.

2 УСАДОЧНАЯ ГИЛЬЗА



Наденьте гильзу ОПТИМА на трубу до упора.

3 ПРОЦЕСС РАСШИРЕНИЯ



3.1

Установите на инструмент расширительную головку, соответствующую диаметру трубы. Полностью разведите в стороны рукоятки инструмента и вставьте сегменты расширительной головки как можно дальше вглубь трубы.



3.2

Медленно и равномерно полностью сведите рукоятки инструмента, зафиксировав их в этом положении на 3-5 секунд. Затем снова полностью разведите в стороны рукоятки инструмента и провернув его по кругу на 10-45°, введите глубже в расширенное отверстие трубы и вновь сведите рукоятки инструмента. Повторите несколько циклов расширения, погружая каждый раз сегменты головки как можно дальше вглубь трубы.



3.3

Циклы расширения трубы необходимо проводить до тех пор, пока труба не упрется в ограничительный выступ на расширительной головке инструмента. Прделайте еще один, последний цикл расширения, зафиксировав сведенные рукоятки в этом случае на 5-7 секунд.



3.4

Извлеките инструмент из трубы и немедленно вставьте штуцер фитинга ПЭ-сс «Оптима» в расширенное отверстие трубы, так чтобы гильза плотно, без зазора, уперлась в ограничительные выступы фитинга. Удерживайте фитинг в этом положении несколько секунд, пока труба под действием усадочной гильзы не сожмется вокруг штуцера фитинга.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНОГО МОНТАЖА



3.5

Пример правильно выполненного монтажа соединения трубы и фитинга



3.6

Не соблюдение перечисленных выше правил проведения монтажа соединения с применением фитинга ПЭ-Сс «ОПТИМА», т.е. быстрое, рывком расширение трубы с усадочной гильзой или отсутствие необходимого времени фиксации между циклами расширения (п. 3.2), приведет к быстрому сжатию отверстия трубы что не позволит правильно выполнить требования пункта 3.4

Монтаж соединения завершен. Через **60 минут** можно проводить испытания соединений опрессовкой. Для скорейшего результата рекомендуем прогреть собранное соединение горячим воздухом **до +50 °С**.

Монтажные работы рекомендуется проводить при температуре окружающего воздуха не ниже **+5 °С**. При необходимости проведения монтажных работ в более низких температурах, необходимо прогреть усадочное кольцо, предварительно надетое на трубу, горячим воздухом до температуры **+ 20 °С ... +50 °С**.

6.3. Соединение труб фитингами компрессионного (цангового) типа со штуцером



Соединение труб с помощью компрессионных фитингов является наиболее простым по исполнению и не требует высокой квалификации монтажников. Такой тип соединения применяется при монтаже систем холодного/горячего водоснабжения и отопления. В процессе устройства таких соединений не требуется применять специальный инструмент. Для работы с фитингами компрессионного типа необходимы лишь два гаечных ключа и ножницы-секатор.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ФИТИНГА



Принцип соединения: при закручивании гайки происходит сжатие разрезного кольца благодаря коническим фаскам с двух его сторон, а также внутри тела гайки и на теле фитинга. Кольцевые насечки на внутренней поверхности разрезного кольца производят фиксацию трубы и ее уплотнение на штуцере, который также имеет кольцевые насечки.

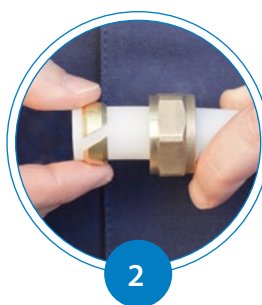
Таким образом, функция резьбы в данном соединении – лишь обеспечение цангового зажима (обжать трубу разрезным кольцом на штуцере фитинга), а не создание непосредственно резьбового соединения. Монтаж соединения не требует какой-либо подмотки или уплотнения. При применении данного типа фитинга в массовом строительстве следует считать его разборным, поэтому не рекомендуется монолитить его в конструкции пола или стен.

МОНТАЖ КОМПРЕССИОННОГО ФИТИНГА



1

Отрезать секатором участок трубы требуемой длины.



2

В месте установки фитинга:

- Надеть на трубу обжимную гайку резьбой в сторону соединителя.
- Надеть на трубу разрезное кольцо. Край кольца должен отстоять от среза трубы на 1 мм.



3

Насадить трубу на штуцер фитинга до упора. Снимать фаску с трубы и проводить какие-либо дополнительные действия не требуется.



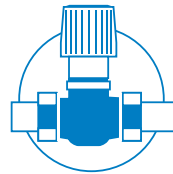
4

Закрутить обжимную гайку при помощи двух гаечных ключей, обеспечив следующие номинальные усилия:

для труб 16 мм – $2 \div 2,5$ кгс·м;
для труб 20 мм – $3 \div 3,5$ кгс·м;
для труб 25 мм – $5 \div 5,5$ кгс·м;
для труб 32 мм – $6 \div 6,5$ кгс·м.

ВАРИАНТЫ МОНТАЖНЫХ УЗЛОВ И ПОДВОДОК К ПРИБОРАМ

- 7.1. Шкаф коллекторный.
- 7.2. Коллектор коллективный.
- 7.3. Отопление.
- 7.4. Водоснабжение.



7.1. Шкаф коллекторный



Коллекторные шкафы применяются при устройстве систем водоснабжения, отопления, холодоснабжения с возможностью размещения в них необходимой запорно-регулирующей арматуры и узлов поквартирного учета воды/тепла (при необходимости).

Это выгодно при устройстве системы:

- разводка к санприборам происходит от коллекторной гребенки непосредственно по полу, до заливки бетона, что практически полностью исключает необходимость устройства штроб;
- сборку типовых вариантов узлов и их размещение на креплении для коллектора можно производить в стационарных условиях — на базе; навеска собранного узла займет незначительное время;
- Вы можете максимально обезопасить себя от хищения, навешивая собранные узлы и подключая уже проложенные трубы непосредственно перед сдачей объекта, т.е. предварительно монтируется короб шкафа без лицевой панели, в который выводятся подводящие и распределяющие трубы с небольшим, в 15–20 см., запасом.

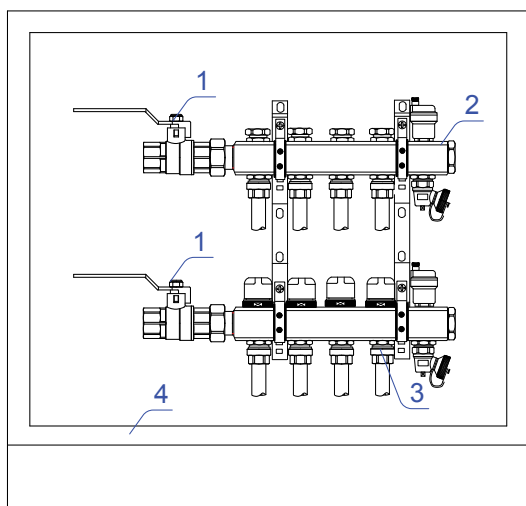
А также удобно при дальнейшей её эксплуатации:

- шкаф может быть скрыт в конструкции стены, а его наружные панели покрыты качественным декоративным покрытием;
- быстрый и удобный доступ к запорной и иной арматуре, размещенной на коллекторе;
- возможность дальнейшей модернизации или замены узлов, расположенных внутри шкафа.

Данный узел используется для разводки систем отопления/охлаждения внутри квартиры либо в индивидуальном загородном доме.

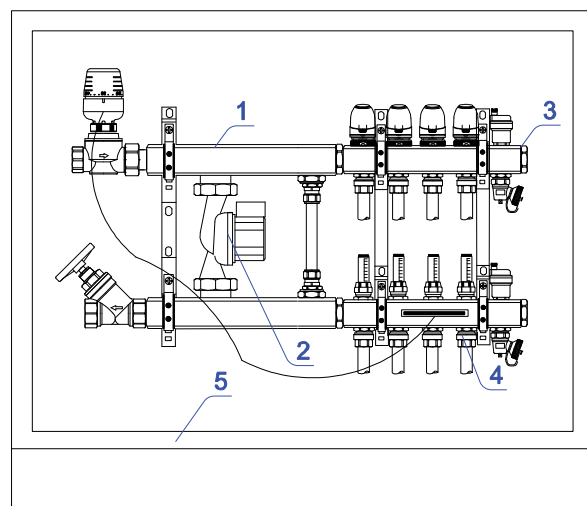
Коллекторная группа радиаторов

1. Кран шаровой с накидной гайкой
2. Коллекторная группа с регулировочными вентилями
3. Уплотнительный фитинг для ПЕКС труб
4. Коллекторный шкаф



Коллекторная группа теплого пола

1. Смесительный узел для теплого пола
2. Циркуляционный насос
3. Коллекторная группа с расходомерами
4. Уплотнительный фитинг для ПЕКС труб
5. Коллекторный шкаф



7.2. Коллектор коллективный (этажный)



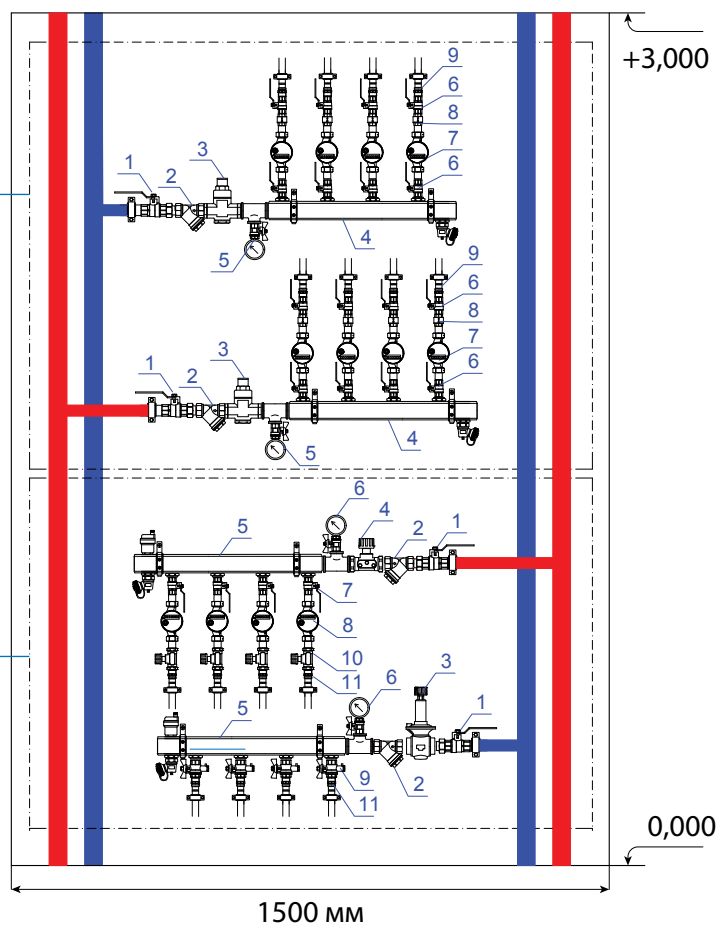
Пример размещения распределительных этажных коллекторов системы отопления и водоснабжения на 4-х потребителей в единой коммуникационной нише

Коллекторная группа системы холодного и горячего водоснабжения

1. Кран шаровой с накидной гайкой
2. Фильтр грубой очистки
3. Редуктор давления
4. Коллектор с межосевым расстоянием выходов 100 мм
5. Манометр с краном
6. Кран шаровой в.р.
7. Счетчик воды
8. Обратный клапан
9. Соединитель прямой ПЕКС

Коллекторная группа системы отопления

1. Кран шаровой с накидной гайкой
2. Фильтр грубой очистки
3. Автоматический балансировочный клапан
4. Запорный клапан
5. Коллектор с межосевым расстоянием выходов 100 мм
6. Термоманометр с краном
7. Кран шаровой в.р.
8. Теплосчетчик
9. Кран для подключения датчика температуры
10. Ручной балансировочный клапан
11. Соединитель прямой ПЕКС



Данный узел используется для организации системы с единым вводом/выводом энергоносителя в конкретное помещение или группу помещений (квартиру), а также для возможности модернизации (объединения/разъединения) узла учета в зависимости от смены собственников. Такие коллективные коллекторы целесообразно устанавливать в типовом и элитном многоэтажном строительстве, располагают их в местах общего пользования (подъезды, лестничные клетки, коридоры).

Минимальное отчуждение площади для общедомовых коммуникаций на каждом этаже — средний размер ниши, которая может быть выполнена как в строительной, так и в монтажной готовности, не превышает 300x1500 мм. При этом, в ней можно разместить и стояки отопления с разводкой к потребителям в полу, а также водоснабжения — с разводкой к потребителям по потолку и последующим опуском непосредственно в квартире.

7.3. Отопление



Все перечисленные ниже варианты подключения приборов отопления выполнены с применением:

- труб БИР ПЕКС класса прочности PN20,0;
- вентиля терморегулирующего углового В.Р. – Н.Р. АРТ 8331

При необходимости использования трубы класса PN 12,5 (Ø16x1,8 или Ø20x2,0) необходимо заменить АРТ 2010, 2112 на АРТ 2000, 2102 или другие по аналогии.

Для увеличения уровня комфорта заменить вентиль угловой АРТ 8331 на клапан терморегулятора угловой и дополнить термостатическим элементом.

Для удешевления узла подключения заменить АРТ 8331 и 8231 на два разъемных соединения (угловые) с накидной гайкой АРТ 4261.

В узлах подключения радиаторов применяются два стандартных типа фитингов. Рассмотрим их особенности

Компрессионные фитинги:

Это один из наиболее экономичных способов обвязки радиатора. Место размещения установочных угольников определяется после сборки всего узла и подключения его к радиатору. Подготавливаются углубления (не менее 40 мм. в глубину) в месте предположительного монтажа кожухов и навешивается радиатор (с соблюдением уровня горизонта). Кожухи/водорозетки фиксируются быстросохнущим раствором, после чего, допускается провести демонтаж радиатора, предотвратив его повреждение при проведении работ. Зафиксированные кожухи/водорозетки сохраняют направления и межосевое расстояние, позволяя быстро подключить прибор отопления непосредственно перед сдачей объекта. При серийном строительстве рекомендуется использовать шаблон — макет радиатора.

При устройстве данного типа подключения необходимо учесть требуемые, согласно проекту, тройники (возможно редуцированные) для:

- устройства короткозамыкающего участка — при однотрубной системе;
- ответвления от магистральных трубопроводов — при устройстве двухтрубной системы.

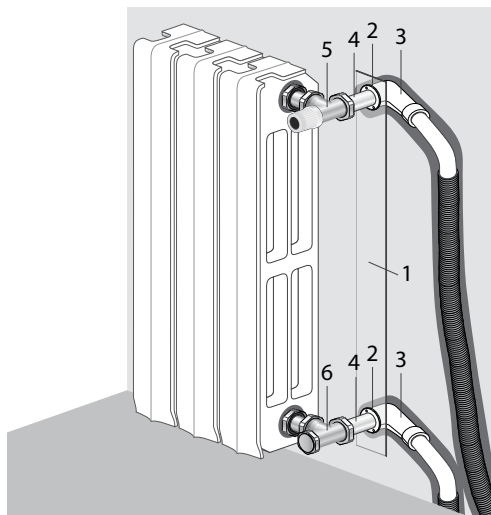
Напрессовочные фитинги:

При данном способе обвязку радиатора можно производить не только открыто, но и полностью скрыто, не боясь протечек. Это самый надёжный способ, однако он несколько дороже варианта с компрессионными фитингами.

Подключение радиатора «КОЖУХ С ПЛАНКОЙ/КОЖУХ БЕЗ ПЛАНКИ»

(с угольником в пластиковом кожухе)

Использование монтажной планки с фиксированным межосевым расстоянием 80, 150, 500 мм значительно упрощает монтаж узла и избавляет от ошибок.

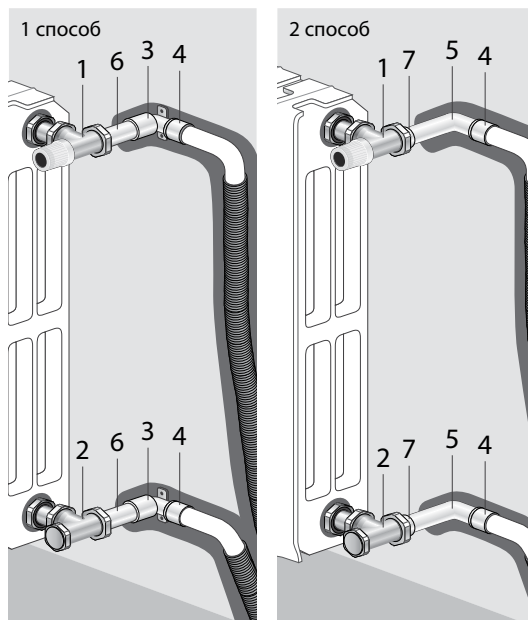


| Наименование | Артикул | «Базис» | |
|---|---------|---------|---------|
| | | Ø16x1,8 | Ø20x2,0 |
| 1. Планка монтажная L=500 | 2058 | 1 шт. | 1 шт. |
| 2. Угольник установочный 1050 1/2"x16(1,8) | 2000 | 2 шт. | |
| Угольник установочный 1000 1/2"x20 (2,0) | 2102 | | 2 шт. |
| 3. Пластиковый кожух д/угольника установочного 105° | 2050 | 2 шт. | |
| Пластиковый кожух д/угольника установочного 100° | 2150 | | 2 шт. |
| 4. Удлинитель 1/2"* | | 2 шт. | 2 шт. |
| 5. Вентиль терморегулирующий угловой В.Р.-Н.Р. 1/2" | 8331 | 1 шт. | 1 шт. |
| 6. Вентиль настроечный угловой В.Р.-Н.Р. 1/2" | 8231 | 1 шт. | 1 шт. |

Подключение радиатора «ВОДРОЗЕТКА» / с Г-образной приборной трубкой

Водорозетка используется при ровной монтажной поверхности, крепится к стене. В начале производится разметка на стене. Собирается прибор с узлом подключения навешивается на место. Подключаются трубы и само соединение фиксируется гипсовым или другим быстросохнущим раствором. После высыхания прибор снимается для отделочных работ.

Вместо отопительного прибора можно использовать шаблон.



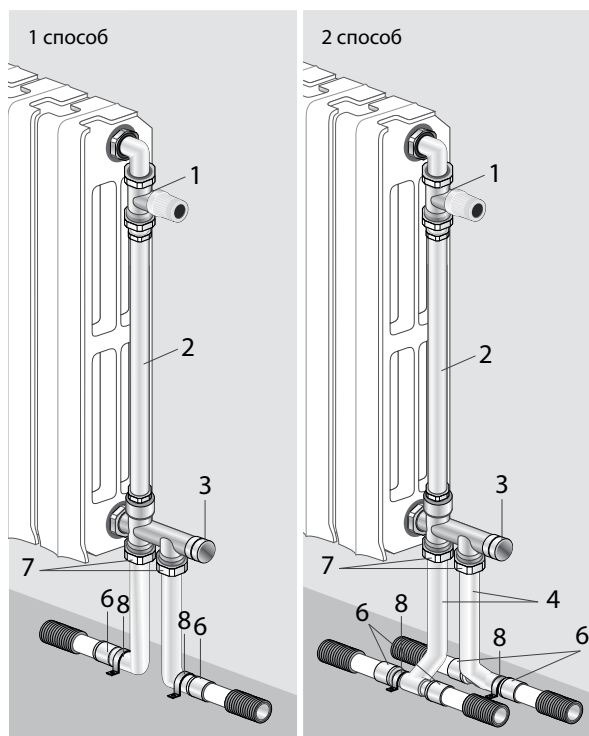
| Наименование | Артикул | 1 способ | 2 способ |
|--|---------|----------|----------|
| 1. Вентиль терморегулирующий угловой В.Р.-Н.Р.1/2" | 8331 | 1 шт. | 1 шт. |
| 2. Вентиль настроечный угловой В.Р.-Н.Р.1/2" | — | 1 шт. | 1 шт. |
| 3. Водорозетка 1/2"x16 (2,2) | 6610 | 2 шт. | |
| 4. Гильза для гибкой трубы 16 | 5510 | 2 шт. | |
| 5. Трубка приборная Г-образная 15xL300x16** | 7210 | | 2 шт. |
| 6. Удлинитель 1/2"* | | 2 шт. | |
| 7. Цанга для медной трубки универсальная 15x1/2" | 4050 | | 2 шт. |

*Длина удлинителя варьируется в зависимости от типа радиатора и его крепления, т.е. от фактического расстояния между поверхностью стены и радиатором (АРТ 9850-60- длина 60 мм, АРТ 9850-70-длина 70 мм).

** Возможно изготовление трубок длиной 100 мм.

Подводка через Г-образные трубки 300 мм / Т-образные трубки 300 мм

ПЕКС-трубами 16 x 2,2



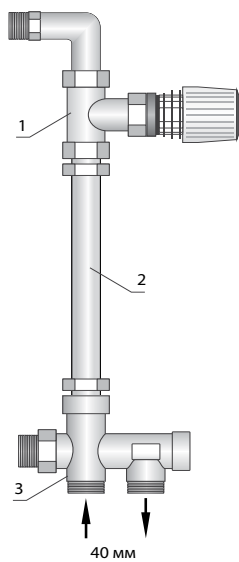
| Наименование | Артикул | 1 способ | 2 способ |
|---|---------|----------|----------|
| 1. Клапан с уплотнительной втулкой и отводом с накидной гайкой, Ру = 10 бар, R= 1/2"; R= 1/2" | — | 1 | 1 |
| 2. Соединительная трубка, длина 950 мм, диаметр 15 мм | — | 1 | 1 |
| 3. Распределительная деталь с запорным краном, Ру = 10 бар, G= 3/4", R= 1/2" | — | 1 | 1 |
| 4. Трубка приборная Т-образная, L= 300 мм | 7240 | 2 | |
| 5. Трубка приборная Г-образная, L= 300 мм | 7210 | | 2 |
| 6. Гильза напрессовочная 16 ПЕКС | 5510 | 2 | 2 |
| 7. Фитинг компрессионный для стальных и медных труб Ру = 10 бар, G= 3/4" | — | 4 | 4 |
| 8. Фиксатор «неподвижная опора» | 9870 | 2 | 2 |

Универсальный узел для бокового подключения радиатора

(с любым межосевым расстоянием)

Данный узел может использоваться в качестве универсального элемента для монтажа любых типов приборов отопления с боковым подключением — межосевое расстояние варьируется стальной (хромированной) трубкой, которая фиксируется цанговыми зажимами с термостатическим клапаном сверху. Непосредственно подключение трубы фиксируется цанговыми зажимами с термостатическим клапаном сверху. Непосредственно подключение трубы к данному модулю может быть выполнено разными способами, которые будут перечислены ниже. Комплектацию конечного (полного) узла следует определять, суммируя комплектацию элемента подключения прибора отопления и выбранного типа проводки трубы к самому элементу.

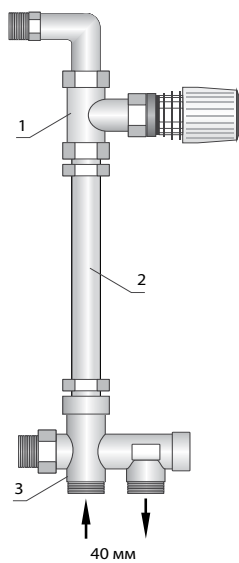
Радиаторные элементы предназначены для присоединения к отопительным приборам соответственно двухтрубных и однотрубных систем водяного отопления подводящих трубопроводов из различных материалов при их подпольной прокладке. Такие элементы применяются преимущественно в подквартирных системах отопления и в системах коттеджей.



Узел для однотрубной системы отопления,

$T_{\text{макс}} = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta P_{\text{макс}} = 0,6 \text{ бар}$, $P_{\text{у}} = 10 \text{ бар}$

| Наименование | вход /выход" | Описание | Артикул |
|--|--------------|---------------------------------------|---------|
| 1. Клапан с уплотнительной втулкой и отводом с накидной гайкой | 1/2" – 1/2" | без предварительной настройки | — |
| 2. Соединительная трубка | — | длина 950 мм, диаметр 15 мм | — |
| 3. Распределительная деталь с запорным краном | 3/4" – 1/2" | для нижнего подключения трубопроводов | — |



Узел для двухтрубной системы отопления,

$T_{\text{макс}} = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta P_{\text{макс}} = 0,6 \text{ бар}$, $P_{\text{у}} = 10 \text{ бар}$

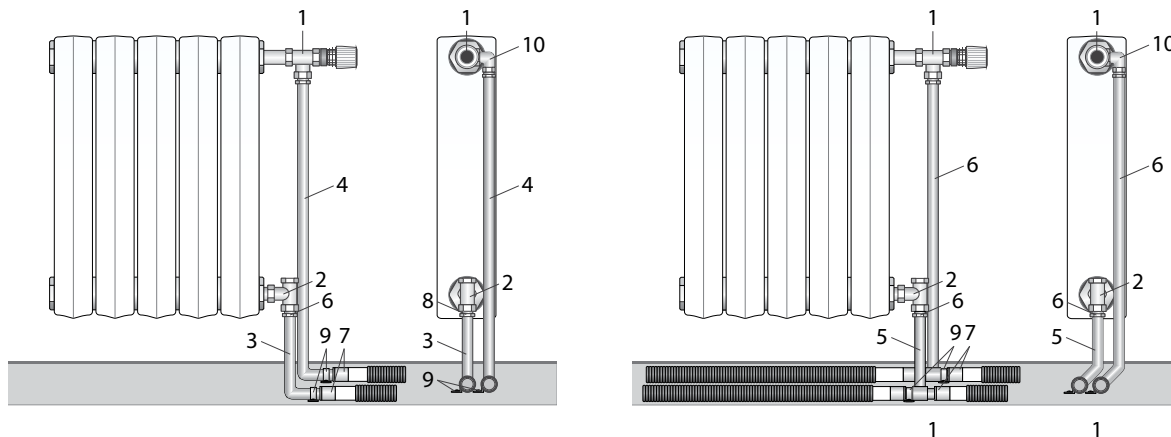
| Наименование | вход /выход" | Описание | Артикул |
|--|--------------|---------------------------------------|---------|
| 1. Клапан с уплотнительной втулкой и отводом с накидной гайкой | 1/2" – 1/2" | без предварительной настройки | — |
| 2. Соединительная трубка | — | длина 950 мм, диаметр 15 мм | — |
| 3. Распределительная деталь с запорным краном | 3/4" – 1/2" | для нижнего подключения трубопроводов | — |

Боковое подключение радиатора Г- и Т-образными трубками

Рекомендуется при устройстве коллекторно-лучевой схемы разводки, т.е. фактически для двухтрубных систем. Направление подающих трубопроводов может быть различным.

Односторонняя подводка верх-низ Г-образными трубками 300 и 800 мм.

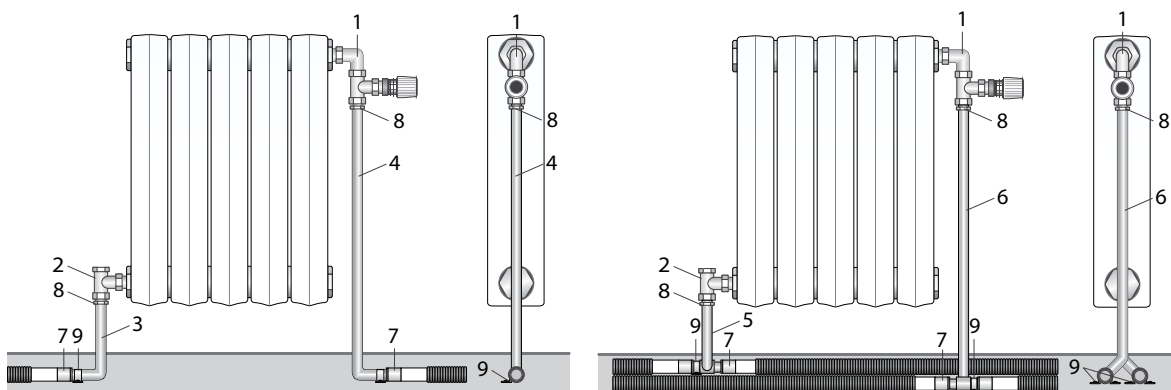
Одностороннее подключение позволяет в дальнейшем произвести замену прибора на другой тип.



| Наименование | Артикул | 1 способ | 2 способ |
|---|---------|----------|----------|
| 1. Клапан терморегулятора осевой, Ру= 10 бар, Ду= 15 мм | — | 1 | 1 |
| 2. Вентиль настроечный угловой В.Р.-Н.Р.1/2" | — | 1 | 1 |
| 3. Трубка приборная Г-образная, L=300 | 7210 | 1 | |
| 4. Трубка приборная Г-образная, L=800 | 7220 | 1 | |
| 5. Трубка приборная Т-образная, L=300 | 7240 | | 1 |
| 6. Трубка приборная Т-образная, L=800 | 7260 | | 1 |
| 7. Гильза напрессовочная | 5510 | 4 | 4 |
| 8. Фитинг компрессионный для RA-N-15, RLV-15 для стальных и медных труб Ру = 10 бар, G= 1/2"А | — | 1 | 1 |
| 9. Фиксатор «неподвижная опора» | 9870 | 2 | 2 |
| 10. Угольник НР 1/2" для медной трубки 15 мм | 4052 | 1 | 1 |

Разносторонняя подводка верх-низ Г-образными и Т-образными трубками 300 мм и 800 мм

Для труб ПЕКС 16 x 2,2 и 20 x 2,8, т.е. класса прочности PN 20,0.

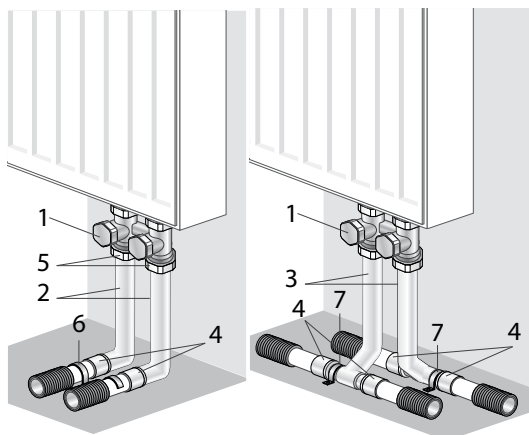


| Наименование | Артикул | 1 способ | 2 способ |
|---|---------|----------|----------|
| 1. Клапан с уплотнительной втулкой и отводом с накидной гайкой, Ру = 10 бар, R=1/2", R=1/2" | — | 1 | 1 |
| 2. Вентиль настроечный угловой В.Р.-Н.Р.1/2" | — | 1 | 1 |
| 3. Трубка приборная Г-образная, L=300 | 7210 | 1 | |
| 4. Трубка приборная Г-образная, L=800 | 7220 | 1 | |
| 5. Трубка приборная Т-образная, L=300 | 7240 | | 1 |
| 6. Трубка приборная Т-образная, L=800 | 7260 | | 1 |
| 7. Гильза напрессовочная | 5510 | 2 | 2 |
| 8. Фитинг компрессионный для стальных и медных труб Ру = 10 бар, G= 1/2"А | — | 2 | 2 |
| 9. Фиксатор «неподвижная опора» | 9870 | 2 | 2 |

Нижнее подключение конвекторов и стальных панельных радиаторов через клапан запорный Н – образный

Подводка Г-образными и Т-образными трубками 300 мм. Система — двухтрубная.

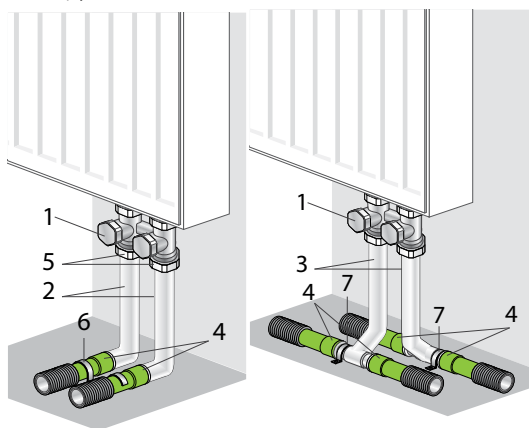
Для труб ПЕКС 16 x 2,2, класс прочности PN 20,0.



| Наименование | Артикул | 1 способ | 2 способ |
|--|---------|----------|----------|
| 1. Клапан запорный Н-образный прямой, Ру=10 бар | — | 1 | 1 |
| 2. Трубка приборная Г-образная 300 мм | 7210 | 2 | |
| 3. Трубка приборная Т-образная 300 мм | | | 2 |
| 4. Гильза напрессовочная | 5510 | 2 | 4 |
| 5. Фитинг компрессионный для стальных и медных труб, Ру=10 бар, G=3/4" | 4062 | 2 | 2 |
| 6. Фиксатор «неподвижная опора» | 9881 | 1 | |
| 7. Фиксатор «неподвижная опора» | 9870 | | 2 |

Подводка Т-образными трубками 300 мм. Система — двухтрубная.

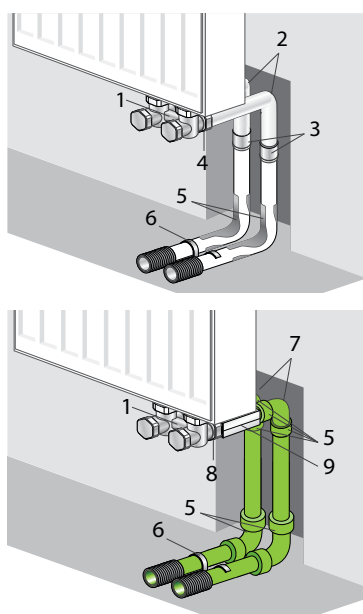
Для труб ПЕКС 16 x 1,8 и 20 x 2,0.



| Наименование | Артикул | 1 способ | 2 способ |
|--|---------|----------|----------|
| 1. Клапан запорный Н-образный прямой, Ру=10 бар | — | 1 | 1 |
| 2. Трубка приборная Г-образная 300 мм | 7200 | 2 | |
| 3. Трубка приборная Т-образная 300 мм | 7290 | | 2 |
| 4. Гильза напрессовочная | 5550 | 2 | 4 |
| 5. Фитинг компрессионный для стальных и медных труб, Ру=10 бар, G=3/4" | 4062 | 2 | 2 |
| 6. Фиксатор «неподвижная опора» | 9881 | 1 | |
| 7. Фиксатор «неподвижная опора» | 9870 | | 2 |

Подводка Г-образными трубками 300 мм «ИЗ СТЕНЫ». Система — двухтрубная.

Для труб ПЕКС 16 x 2,2.



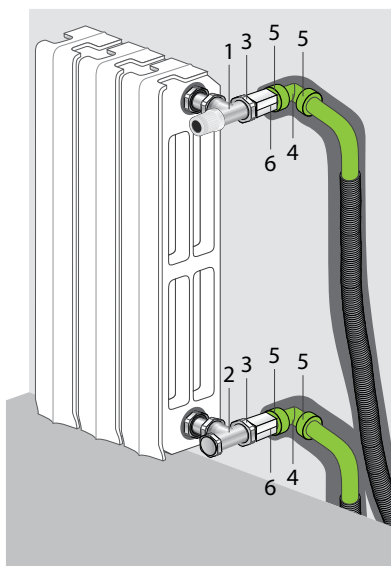
| Наименование | Артикул | 1 способ | 2 способ |
|--|---------|----------|----------|
| 1. Клапан запорный Н-образный угловой, Ру=10 бар | — | 1 | 1 |
| 2. Трубка приборная Г-образная 300 мм | 7210 | 2 | |
| 3. Гильза напрессовочная | 5510 | 2 | |
| 4. Фитинг компрессионный для стальных и медных труб, Ру=10 бар, G=3/4" | 4062 | 2 | |
| 5. Гильза ПЕКС | 5550 | | 8 |
| 6. Крепеж для труб | 9920 | 1 | 1 |
| 7. Угольник ПЕКС 90 | 6050 | | 4 |
| 8. Фитинг уплотнительный G 3/4" | 2501 | | 2 |
| 9. Трубка декоративная | 2066 | | 2 |
| Накладка декоративная для примыкания к стене или полу | 2 | | 2070 |

Подключение радиатора «УГОЛЬНИК»



Для труб ПЕКС 16 x 1,8 и 20 x 2,0

Открытые участки труб рекомендуется защищать кожухами (защитными трубками).



Глубина штроб для труб 16x1,8 - 50 мм
Глубина штроб для труб 20x2,0 - 60 мм

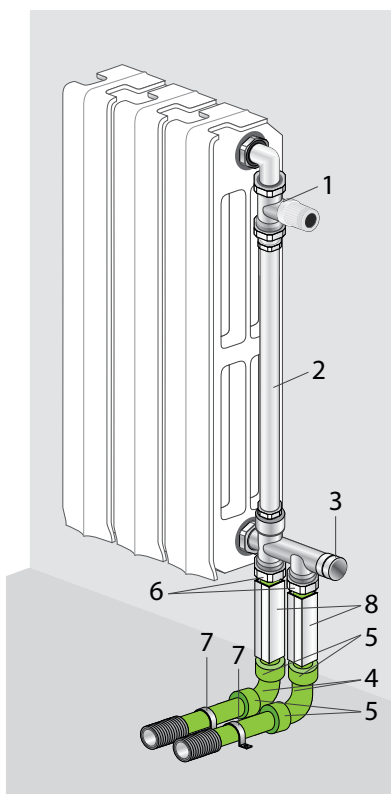
| Наименование | Кол-во | Артикул | |
|---|--------|---------|-------|
| | | 16 мм | 20 мм |
| 1. Вентиль терморегулирующий угловой В.Р.-Н.Р.1/2" | 1 | 8331 | |
| 2. Вентиль настроечный угловой В.Р.-Н.Р.1/2" | 1 | 8231 | |
| 3. Соединитель прямой Н.Р. 1/2"x16 (1,8) никель | 1080 | 2 шт. | |
| 3. Соединитель прямой Н.Р. 1/2"x20 (2,0) никель | 1082 | | 2 шт. |
| 4. Угольник ПЕКС 90 | 2 | 6050 | 6051 |
| 5. Гильза ПЕКС | 4 | 5550 | 5551 |
| 8. Трубка декоративная | 2 | 2066 | 2067 |
| Накладка декоративная для примыкания к стене или полу | 2 | 2070 | |

Нижнее подключение радиаторов



Подводка непосредственно ПЕКС-трубой 16 x 1,8 или 20 x 2,0.

Открытые участки труб рекомендуется защищать кожухами (защитными трубками).



| Наименование | Кол-во | Артикул | |
|---|--------|---------|-------|
| | | 16 мм | 20 мм |
| 1. Клапан с уплотнительной втулкой и отводом с накидной гайкой, P _y = 10 бар, R= 1/2", R= 1/2" | 1 | - | |
| 2. Соединительная трубка, длина 950 мм, диаметр 15 мм | 1 | - | |
| 3. Распределительная деталь с запорным краном, P _y = 10 бар, G= 3/4", R= 1/2" | 1 | - | |
| 4. Угольник ПЕКС 90 | 2 | 6050 | 6051 |
| 5. Гильза ПЕКС | 4 | 5550 | 5551 |
| 6. Фитинг уплотнительный G 3/4" | 2 | 2501 | 2503 |
| 7. Крепеж для ПЕКС-труб | 2 | 9970 | 9971 |
| 8. Трубка декоративная | 2 | 2066 | 2067 |
| Накладка декоративная для примыкания к стене или полу | 2 | 2070 | |

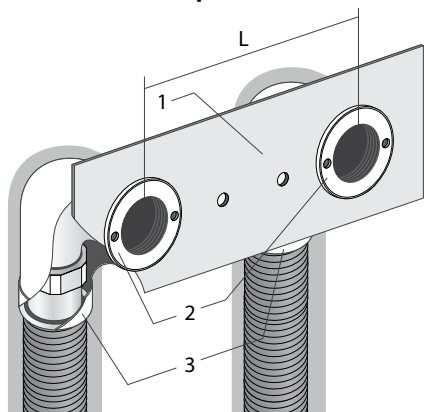
7.4. Водоснабжение



Монтажный узел для подключения смесителя на планке

Планка надежно фиксирует фитинги на стене, сохраняя требуемое межосевое расстояние. В случае компрессионного соединения — помогает избежать непосредственного замоноличивания фитинга, который устанавливается в пластиковом кожухе, зафиксированном на планке. В пластиковом кожухе также предусмотрено место фиксации гофры.

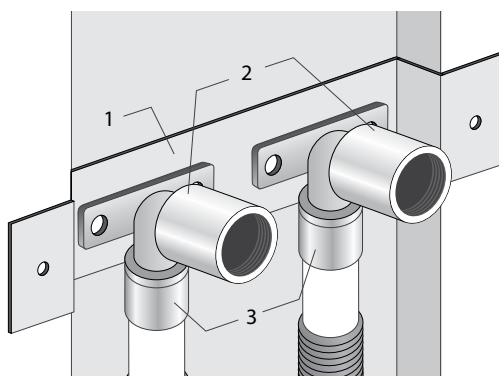
Фитинги компрессионного типа.



Глубина монтажного узла 45 мм.
Необходимая подготовка — углубление в стене 40x200 мм.
Подающая труба Ø16 мм*; межосевое расстояние 150 мм.
1. Планка монтажная** — 1 шт. — АРТ 2056
2. Угольник установочный 105° — 2 шт. — АРТ 2000
3. Пластиковый кожух — 2 шт. — АРТ 2050

* Для труб PN12,5 заменить АРТ 2010 на 2000. ** Для L=80мм. заменить АРТ2056 на 2055.

Фитинги напрессовочного типа.



Глубина монтажного узла 45 мм.
Возможно использование прямой планки АРТ 6651.
Подающая труба * Ø16 мм. / Ø20 мм.
1. Планка монтажная** — 1 шт. — АРТ 6652/6652
2. Водорозетка — 2 шт. — АРТ 6610/6612
3. Гильза напрессовочная — 2 шт. — АРТ 5510 / 5511

* Только для труб PN20,0. ** Планка АРТ 6652 универсальна для L=150 и 80 мм.

Подключение санитарных приборов без монтажной планки



Водорозетка.

Подключения санприбора (смесителя, радиатора, гибкие шланги и т.д.) без использования монтажной планки, непосредственно на стену (монтажную поверхность), рекомендуется производить при помощи водорозетки с креплением:

| | Для Ø16 мм | Ø20 мм |
|---|----------------------|----------------------|
| Компрессионного типа: концевые PN12,5 концевые PN20,0 | АРТ 1900 АРТ 1910 | АРТ 1902 АРТ 1912 |
| Напрессовочного типа: концевые PN20,0 проходные PN20,0 | АРТ 6610 АРТ 6710 | АРТ 6612 АРТ 6712 |

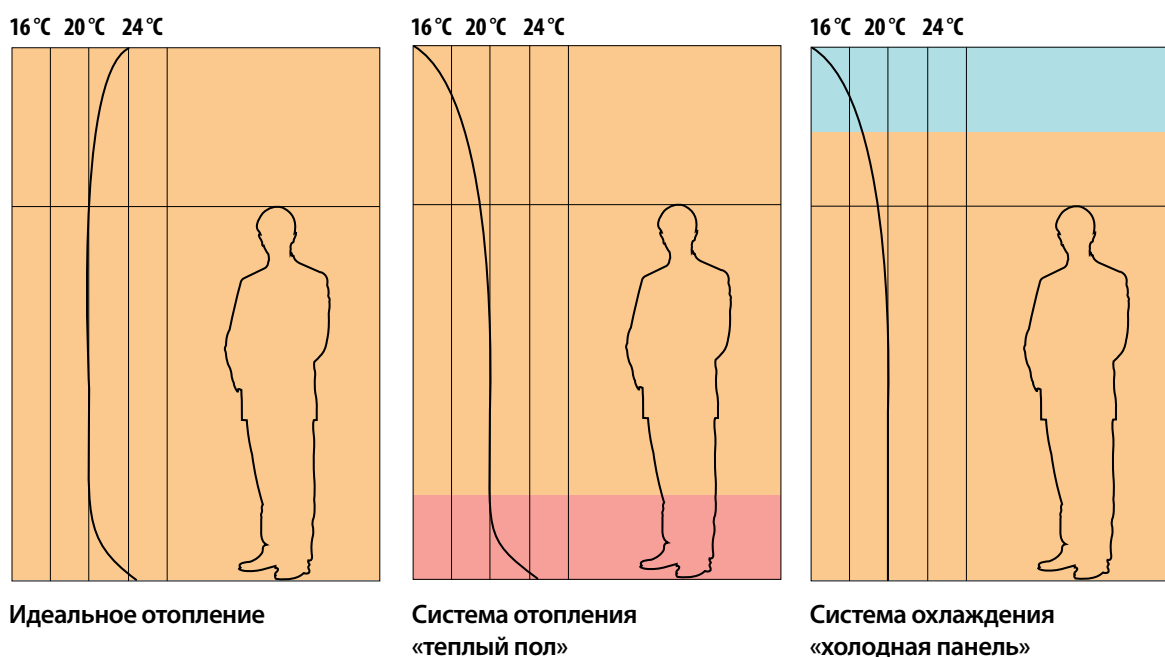
* Для водорозеток напрессовочного типа (АРТ 6610, 6612, 6710, 6712) возможно использовать «одиночную» планку АРТ6650.

СИСТЕМЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ОТОПЛЕНИЯ — «ТЕПЛЫЙ ПОЛ» СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО/НАСТЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ — «ХОЛОДНАЯ ПАНЕЛЬ»



- 8.1. Правила монтажа поверхностного отопления.
- 8.2. Типы регулировок температуры «Теплого пола».
- 8.3. Полезная информация — саморегулирование системы.

По данным медицинских исследований, наиболее комфортным распределением тепла является такое, при котором температура на уровне ног несколько выше, чем на уровне головы (22–25 °С и 19–20 °С соответственно). Исходя из этих требований, можно увидеть, что поверхностное отопление наиболее близко к идеальному, по вертикальному распределению температур.



При выборе способа подогрева пола преимущество обычно отдается водяным системам. Вода легко разогревается любым источником энергии (уголь, газ, электричество, нефть и т.д.). Это экологичнее электрического подогрева пола ввиду отсутствия электромагнитного излучения.

«Теплый пол» — энергоэффективная система. Она относится к низкотемпературным — расчетная t° теплоносителя не должна превышать 55 °С. Следовательно, снижается расход энергии на подогрев и поддержание высокой температуры и потери при транзите.

Система «теплый пол» относится к саморегулируемым, так как при поступлении тепла извне (например, при нагреве прямыми солнечными лучами) прекращается отбор тепла с пола, температура которого находится в заданном диапазоне (от 18 до 28 °С для разных типов помещений).

Преимущества данной системы дополняются ее невидимостью и трудной повреждаемостью. Поверхностное отопление не требует отчуждения для него полезной площади помещения.

Теплый пол имеет также преимущества и в гигиеническом плане. Пыль в помещении не циркулирует, т.к. значительно уменьшается конвекция воздуха. Это является особенно важным условием при отоплении медицинских учреждений, общественных зданий, а также производственных помещений для точного приборостроения.

Использование системы теплых полов позволяет значительно снизить энергозатраты в зданиях с большой высотой потолков (спортивные, промышленные сооружения), так как прогревается именно «обитаемая» зона.

По аналогии с «теплым полом» работает и «холодная панель». Отличие – в месте прокладки труб: потолок или стена. Таким образом, прохлада также без существенных воздушных потоков спускается с потолка, обеспечивая при этом равномерность распределения температуры.

Так, при температуре теплоносителя 16 – 18 °С в комнате будет 18 – 20 °С, что вполне достаточно.

Система «холодная панель» энергоэффективна, так как требует меньшей мощности холодильной машины (чиллера). Это достигается за счёт инертности системы: работая ночью, она охлаждает конструкции, которые днем начнут отдавать холод в помещение.

При расчете температуры теплоносителя следует внимательно рассчитывать точку росы для предотвращения образования конденсата. Также следует проектировать систему таким образом, что бы даже при попытке установки на комнатном регуляторе более низких значений температура в контуре не была ниже 14 °С.

Для снижения возможности образования росы следует качественно замоноличивать трубы, предотвращая их контакт с воздухом, тем самым добиваясь лучшей теплопередачи на всю охлаждаемую поверхность.

Для обеспечения стабильной работы чиллера желательно предусматривать гидравлический аккумулятор холода – бак определенного объема (рассчитывается в зависимости от мощности системы), в который отдельным контуром врезаны один или несколько чиллеров. Отдельно в этом баке сделаны врезки на распределительные коллектора. В результате получается гидравлическая стрелка – насос чиллера и насосы коллекторов работают независимо, а также аккумулятор для сглаживания запусков/остановок чиллера.

Системы «теплый пол» и «холодная панель» легко интегрируются в единую и современную систему «умный дом». Они подключаются к одному и тому же терморегулятору в комнате и имеют оппозитные сервоприводы на коллекторах. Таким образом, при изменении температуры в комнате один привод уменьшает расход тепло/холодоносителя, а другой – увеличивает расход холодо/теплоносителя.

Система холодноснабжения «Холодная панель»

Преимущества данного вида охлаждения заключаются в бесшумности, незначительной подвижности воздуха, а значит и пыли, а также отсутствии сквозняков, создаваемых привычными кондиционерами. Воздух, при этом, не осушается и имеет естественную влажность. Принципиально, идея заключается в охлаждении комнатного воздуха в результате теплообмена с поверхностью потолка или стен, в которую смонтирована труба – панель охлаждения, которая, в свою очередь, охлаждается за счет циркуляции холодоносителя (вода или водный раствор пропиленгликоля) по трубопроводам в конструкции панели (по аналогии с системой «теплый пол»).

Источником холода системы «холодная панель» является чиллер (холодильная машина с гидравлическим модулем) со стандартной предустановкой температур 7-12 °С. При такой температуре холодоносителя от чиллера на поверхности «холодной панели» будет 16-18 °С, что позволяет избежать образования конденсата, т.к. в обычном случае (для большинства климатических зон) это выше температуры образования «точки росы». В регионах с высокой влажностью возможно потребуется расчет температуры образования «точки росы».

В результате теплообмена холодный воздух естественным образом опускается от потолка/стены к полу. Такой непрерывный естественный круговорот и позволяет поддерживать комфортную температуру в рабочей зоне помещения от 18 °С и выше.

К объективным преимуществам данного рода систем относится снижение затрат на электроэнергию в отличие от использования привычных кондиционеров в каждой комнате, т.к. в ночной период происходит охлаждение «холодных панелей» при наиболее низкой температуре на улице, а значит незначительном перепаде температур и, как следствие, более эффективной работе чиллера. В дневное время происходит лишь поддержание заданных в помещениях температур.

К недостаткам можно отнести удельную дороговизну самого чиллера для устройства систем охлаждения в доме/квартире с небольшими площадями. Стоимость чиллера незначительно повышается в зависимости от его мощности, что в расчете на квадратный метр существенно уменьшается для больших площадей.

Технология охлаждения потолка включает несколько взаимосвязанных основных элементов:

1. Основной источник холодноснабжения - Холодильная установка (Чиллер – моноблок);
2. Система трубопроводов для обвязки основного оборудования (распределительные гребенки, насосы);
3. Система трубопроводов РЕ-Хв или ПЕКС для укладки контуров в конструкции поверхности охлаждения по аналогии с системой «теплый пол»;
4. Комнатная автоматика (термостат + сервопривод на гребенки).

Опционально между чиллером и распределительными гребенками может устанавливаться буферный бак-накопитель для оптимизации работы чиллера при низком теплопритоке, а также для гидравлической увязки системы с двумя и более насосами.

Система холодо/теплоснабжения

Система потолочного охлаждения и напольного отопления интегрируются в единую систему от единого комнатного термостата, который одновременно управляет клапанами на распределительных гребенках «холодной панели» и «теплого пола» (если открывается клапан «холодной панели», то закрывается «теплого пола»). Таким образом, получается система «умный дом» по управлению микроклиматом в каждом отдельном помещении без устройства серверов и шин данных.

В обычном случае устройство таких систем не требуют дополнительных приборов тепла/холода (радиаторов, кондиционеров), т.к. «холодная панель» и «теплый пол» позволяет снимать около 70Вт холода/тепла с одного квадратного метра поверхности.

В случае если мощность поверхностных систем тепло/холодоснабжения не перекрывает теплопотери/теплопоступления помещения, целесообразно предусмотреть установку фанкойлов, совместив с системой приточно-вытяжной вентиляции.

При разработке таких систем необходимо учитывать, что основной теплообмен в помещении будет происходить с поверхностью потолка/стены или пола, а фанкойлы будут доводить заданную температуру воздуха в случае кратковременного повышения теплопритока/теплопотерь (например, в летнее время избыточное поступление солнечного света или пребывания в помещении большого количество людей).

Применение фанкойлов в местах с минимальным поступлением внешнего тепла и мало проветриваемых помещениях помогает избежать выпадения конденсата на охлаждающей поверхности, что позволяет отказаться от устройства дополнительных систем осушения и датчиков влажности.



Монтаж системы холодоснабжения

Монтаж систем «холодная панель» и «теплый пол» в высокой степени идентичны за исключением некоторых различий. В случае устройства «холодной панели» рекомендуется провести дополнительную теплоизоляцию от конструкции потолка или стен во избежание избыточного теплопритока от помещения сверху (см. ниже), как и в случае с устройством «теплого пола» требуется изолировать конструкцию пола от избыточных теплопотерь через перекрытие.

Важным моментом в выборе в пользу систем «холодная панель» и «теплый пол» является достаточная высота и конструкция потолков в помещениях где планируется такая система, т. к. общая толщина конструкции каждой из систем может варьироваться от 5 до 15см. При этом, в помещениях высотой более 4 м рекомендуется предусматривать «холодную панель» в конструкциях потолка и стены совместно. Как отмечено ранее, для экономического обоснования следует учитывать и общую площадь квартиры/дома, т.к. даже маломощный чиллер условно дорого стоит, а с увеличением его мощности стоимость увеличивается не значительно. Таким образом, чем больше общая площадь, тем меньше затраты при приобретении чиллера на один квадратный метр.

Для лучшего контроля влажности и температуры в каждом отдельном помещении при проектировании таких системы следует теплоизолировать транзитные магистрали в другие помещения и предусмотреть установку комнатных терморегуляторов в каждом отдельном помещении.

Основные этапы работ при выполнении монтажа системы холодоснабжения с потолочным охлаждением, фанкойлами и с притоком свежего воздуха через них

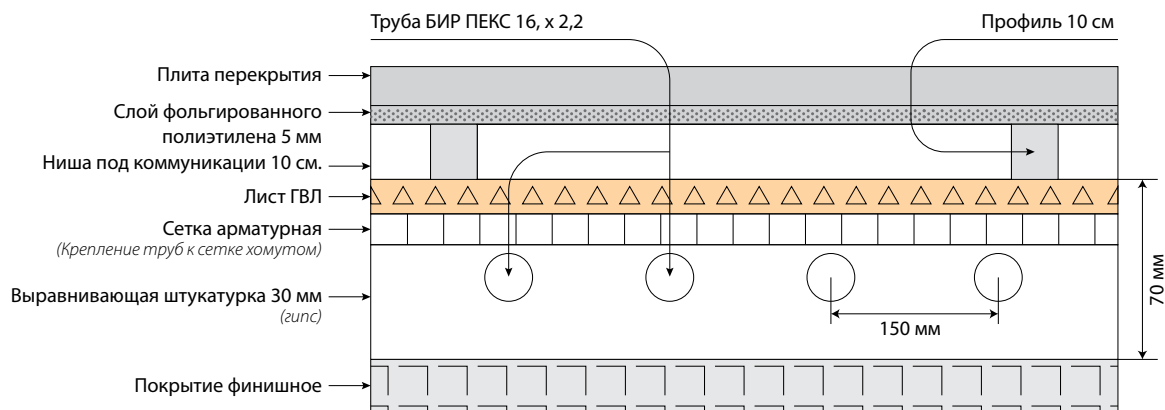
Основные этапы работ при выполнении монтажа данной системы

1. Теплоизоляция плиты перекрытия потолка/стен.
2. Монтаж и теплоизоляция каркаса. Монтаж поверхности из ГВЛ плит.
3. Монтаж направляющих для крепления труб. Монтаж петель распределительных контуров.
4. Устройство штукатурки из гипсовой смеси.
5. Обвязка и монтаж распределительного узла (гребенки, насосы, буферный бак-накопитель).
6. Монтаж и обвязка фанкойлов, в т.ч. воздухопроводов приточного и вытяжного воздуха.
7. Монтаж и обвязка источника холодоснабжения (чиллера).
8. Установка комнатных термостатов, с эл.проводкой для них. Возможно использование термостатов управляемых по радио-каналу.

1. Теплоизоляция плиты перекрытия потолка/стен

Конструкция теплоизоляции плиты перекрытия потолка/стен выбирается в зависимости от теплопотуплений здания и определяется проектом.

В обычном случае это фольгированный вспененный полиэтилен (фольгоизолон) над листами ГВЛ и минеральная вата или пенополистирол в запотолочном пространстве (между каркасом и плитой перекрытия).



2. Монтаж и теплоизоляция каркаса. Монтаж поверхности из ГВЛ плит

Каркас выполняется как для организации свободного межпотолочного пространства, используемого под прокладку телекоммуникаций, электропроводки и транзитных труб, так и для выравнивания поверхности по уровню горизонта и надежного крепления конструкции в целом.

Устройство такого каркаса должно быть рассчитано и предусмотрено проектом в соответствии с нагрузкой закрепленной к нему конструкции (панель охлаждения). Конструкция каркаса и его монтаж это «фундамент» данной системы и он должен соответствовать строительным нормам.

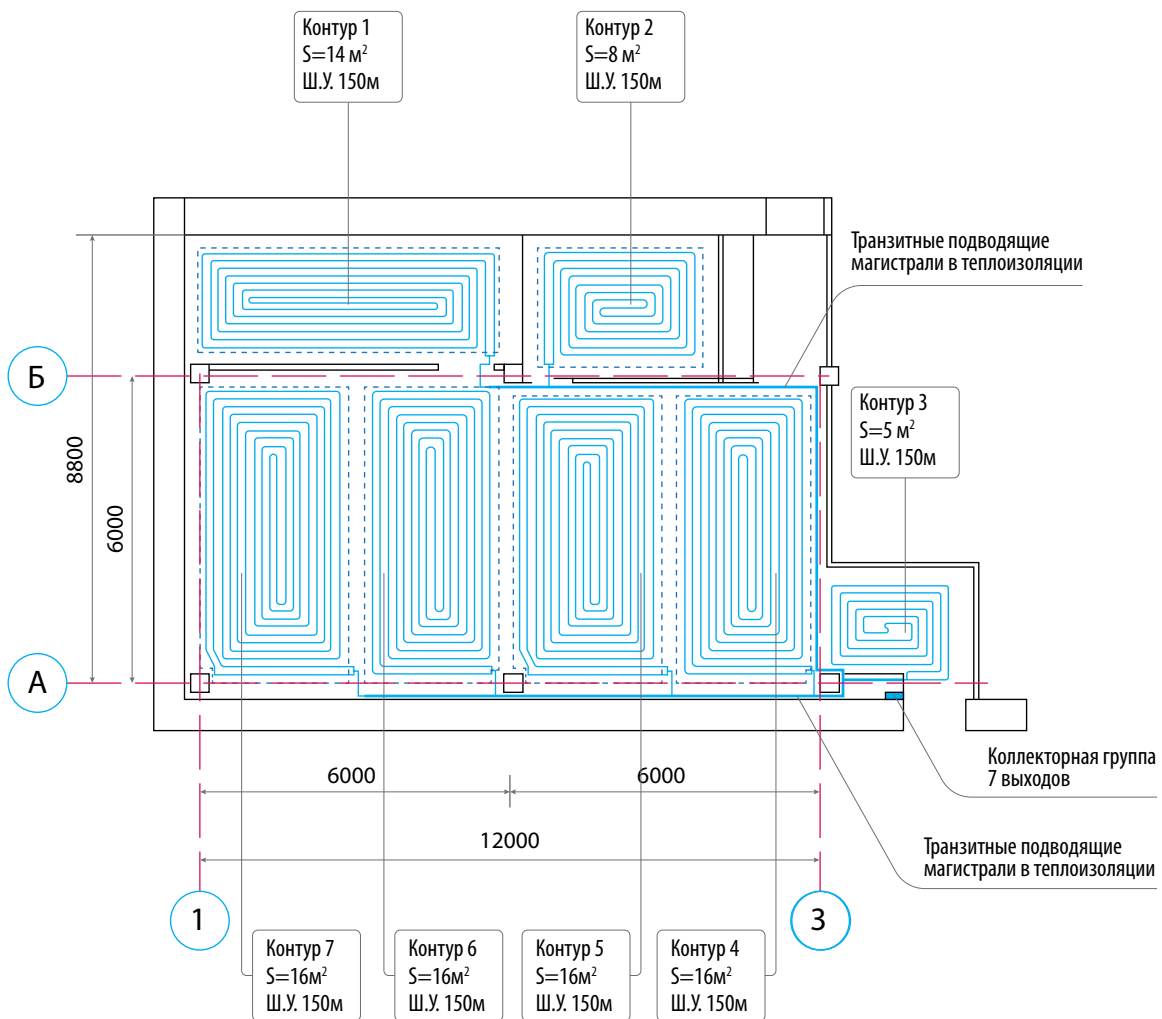
Далее на собранный и теплоизолированный каркас монтируются ГВЛ листы. Листы обычно укладывают в 2 слоя, «в нахлест». Для лучшей адгезии дальнейшего слоя гипса важно использовать именно ГВЛ листы без покрытия картоном, с дальнейшим грунтованием поверхности.

3. Монтаж направляющих для крепления труб. Монтаж петель распределительных контуров

Для крепления трубопроводов по площади контура к листам ГВЛ монтируется пластиковая или оцинкованная строительная сетка, к которой с помощью пластиковых хомутов-стяжек с расчетным шагом укладки монтируются трубы.

Монтаж петли необходимо начинать от места расположения распределительной гребенки, а транзитные участки следует прокладывать в теплоизоляции до границы начала охлаждающей «карты» конкретного помещения, избегая укладки транзитных труб непосредственно в другие «карты», используя запотолочное пространство.

Трубопроводы для петель охлаждающего контура принимаются БИР ПЕКС Оптима, Стандарт, Премиум д.16 мм



4. Устройство штукатурки из гипсовой смеси

Перед началом монтажа гипсовой смеси, трубопроводы контуров охлаждения должны быть заполнены водным раствором пропиленгликоля или водой (воду в дальнейшем необходимо заменить на пропиленгликолевый раствор) и опрессованы давлением превосходящим рабочее в 3 раза.

В местах планируемой установки встраиваемых приборов (светильник) необходимо сделать закладные детали в размер прибора с запасом 5мм с каждой стороны.

Далее наносится слой гипсового раствора толщиной перекрывающей трубы. Рекомендуется установить выравнивающие маяки и выработать гипсовую смесь до получения требуемой толщины плиты и её ровности по принципу обычной штукатурки. По окончанию необходимо выполнить финишную обработку поверхности и потолок готов к чистовой отделке.

5. Обвязка и монтаж распределительного узла (гребенки, насосы, буферный бак-накопитель)

Монтаж узла рекомендуется выполнить до монтажа охлаждающих петель и начинать непосредственно от мест расположения распределительных гребенок.

Начальным этапом необходимо проложить магистральные трубопроводы до источника охлаждения (чиллера) и установить основное оборудование (бак, гребенки и т.д.), а так же завести питающую линию электроэнергии основного оборудования и провода к комнатным терморегуляторам.

Следующим этапом распределительный узел обвязывается трубами, устанавливается запорная арматура и циркуляционные насосы. Трубопроводы для обвязки такого узла применяются из коррозионностойких материалов. Из эстетических соображений рекомендуется применять медные трубы с паянными фитингами – получается компактная и жесткая конструкция. Запорная и соединительная арматура предусматриваются латунные или из нержавеющей стали с использованием разъемных соединений «американка» для возможного обслуживания и замены элементов в будущем.

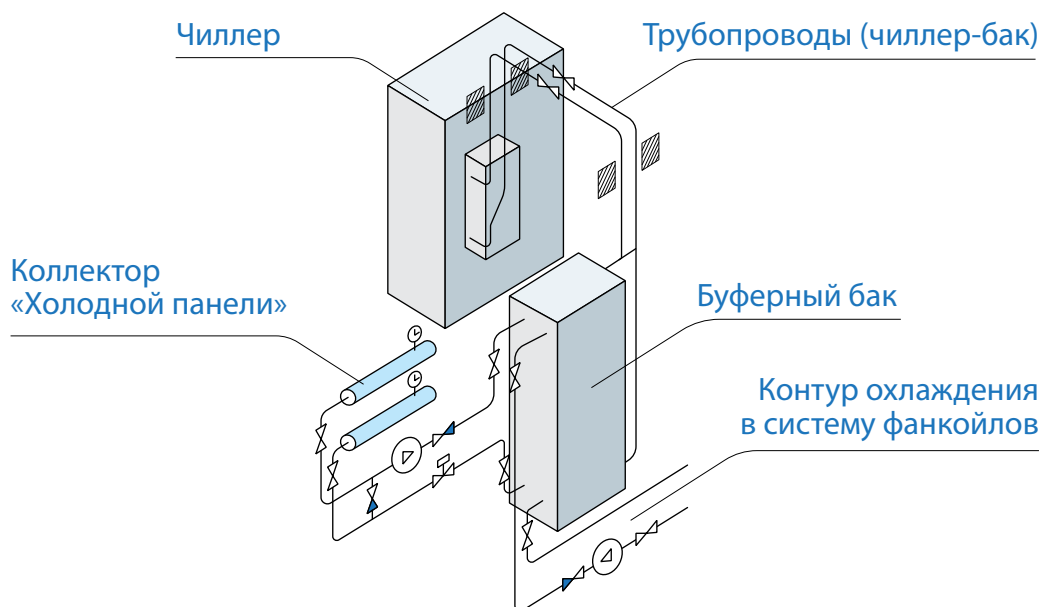
Циркуляционный насос также следует выбирать с бронзовыми/латунными гайками.

Коммутационный модуль термостат-сервопривод следует монтировать с учетом эстетичности размещения проводов непосредственно от него к сервоприводам. Одинаковое условие для проводных термостатов и использующих радио-канал.

Все подключения оборудования (чиллер, насосное оборудование, модуль термостат-сервопривод, фанкойлы) в электрическом щитке следует разделить на отдельные автоматические выключатели.

Возможно использование контролера автоматизации оборудования для управления одним выключателем или посредством смартфона.

Во избежание выпадения конденсата на поверхности элементов обвязки коллекторной гребенки после сборки и опрессовки узла, трубопроводы следует утеплить теплоизоляцией из вспененного каучука, а сами коллекторы «холодной панели» рекомендуется размещать так, чтобы регулирующие клапана располагались горизонтально относительно оси коллектора, что предотвратит возможное попадание конденсата в сервопривода.

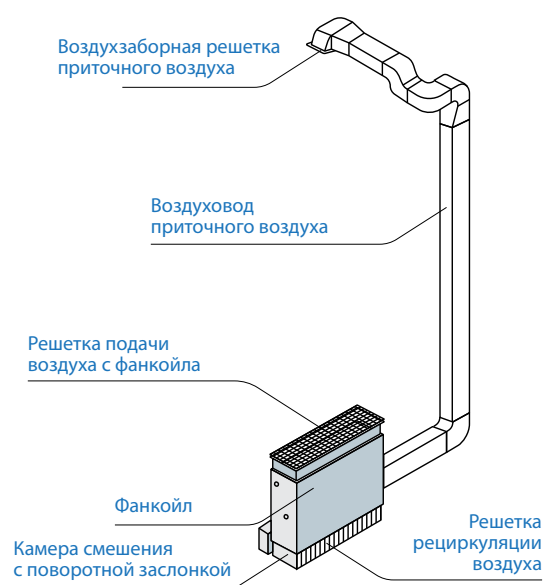


6. Монтаж и обвязка фанкойлов, в т.ч. воздуховодов приточного и вытяжного воздуха

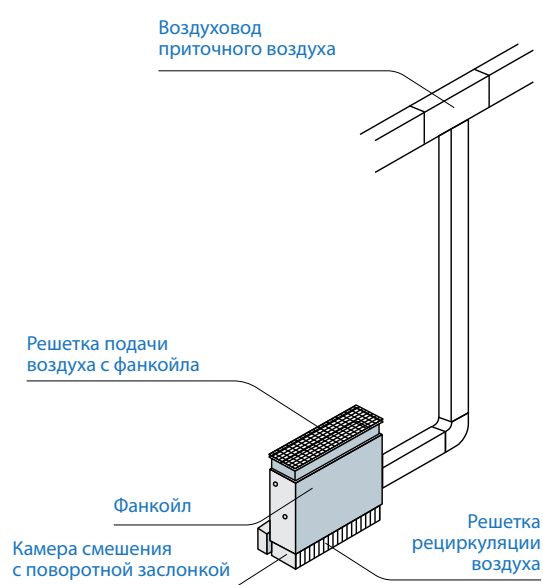
В рассматриваемой системе применяются фанкойлы с подачей свежего, смешанного или рециркуляционного воздуха, оборудованные поворотной регулирующей заслонкой, а так же для нагрева, охлаждения и фильтрации свежего воздуха.

Фанкойлы различаются по типам монтажа: настенные/напольные, с кожухом или без и подбираются в соответствии с расчетами, требованиями и дизайн-проектом помещений.

Принципиальная схема без использования приточно-вытяжной машины, с забором приточного воздуха с улицы



Принципиальная схема с использованием приточно-вытяжной машины, с системы центральной вентиляции



Начальным этапом монтажа необходимо смонтировать воздуховоды приточного и вытяжного воздуха. Свежий воздух может поступать как с улицы, так и с центральной приточной установки. Так же необходимо проложить трубопроводы холодо/теплоснабжения от распределительного узла, конденсатоотвод от теплообменника фанкойла, линию электропитания и управления от комнатных терморегуляторов или коммутационного модуля (параллельно).

После подготовки всех необходимых трасс фанкойл устанавливается и подключается к воздуховодам, трубам и электропроводам. В помещениях, оборудованных фанкойлами с приточным воздухом, проектом необходимо предусмотреть устройство принудительной вытяжной вентиляции.

7. Монтаж и обвязка источника холодоснабжения (чиллера)

В качестве источника холодоснабжения рассматриваемой системы обычно применяется моноблочный чиллер с воздушным охлаждением компрессора и встроенным гидравлическим модулем. Такой чиллер полностью укомплектован всей необходимой регулирующей и предохранительной арматурой, автоматикой, при этом он имеет компактную конструкцию и не требует много места для установки. Монтаж чиллера прост и осуществляется быстро. Трубопроводами чиллер необходимо соединить непосредственно с коллекторной гребенкой или, при наличии, с буферным баком, а так же обеспечить его электрическое питание с отдельного автомата.

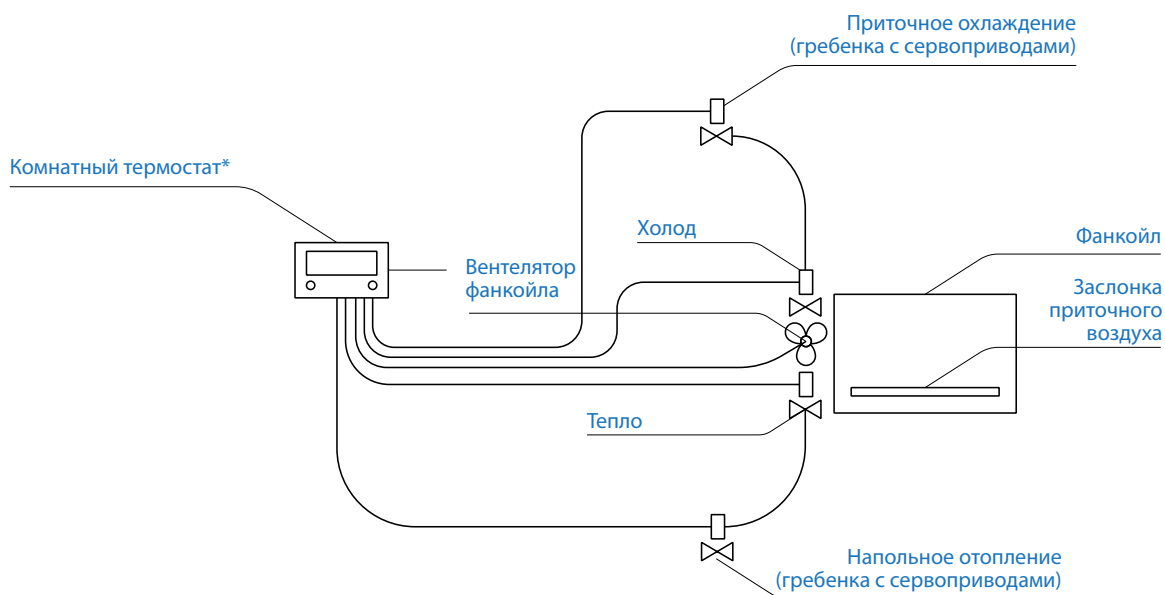
В большинстве случаев чиллер снабжен циркуляционным насосом, что позволяет (при достаточной его производительности) отказаться от установки насоса непосредственно на коллекторной гребенке.

В случае недостаточной производительности насоса чиллера или устройстве нескольких коллекторных гребенок для различных групп помещений, установка насоса на каждой коллекторной гребенке обязательна, но в разрыв магистрали от чиллера к коллекторам обязательно устройство буферного бака, который также будет выполнять функцию гидравлической стрелки, предотвращая перекачивание двух или нескольких насосов в системе (насосы в этом случае могут иметь разную скорость потока холодоносителя, что удобно при последующей регулировке системы).

8. Установка комнатных термостатов, с эл.проводкой для них

Тип комнатного термостата определяется проектом и в случае использования фанкойлов должен быть предназначен для управления режимами работы вентилятора.

Монтаж термостата осуществляется на высоте 1,5м от пола, избегая мест в нишах, за шторами, вблизи источников тепла/холода или попадания прямых солнечных лучей. Подобная высота установки позволит получать наиболее точную температуру в помещении, т.к. находится посередине между системами «холодная панель» и «теплый пол».



*Встроенный датчик температуры внутреннего воздуха

*Управление вентилятором фанкойла, в т.ч. принудительное отключение

*Управление (тепло/холод) сервоприводами на фанкойле и гребенках

8.1. Правила монтажа поверхностного отопления/ холодоснабжения



1. Температура пола.

Ассоциация международных стандартов ISO 7730 рекомендует, как наиболее комфортную, температуру поверхности пола 19–26 °С. При температуре пола в 22 °С, температура воздуха на уровне головы стоящего человека будет примерно 20 °С, что близко к показателям для идеального отопления. Более высокая температура считается некомфортной и приводит к излишним тратам энергии. Повышенная температура допускается только в ваннных комнатах и пристенных пространствах.

Факторы, определяющие температуру поверхности пола:

- Назначение помещения;
- Чувствительность стопы человека — не более 29 °С;
- Материал покрытия пола — коэффициент теплопроводности;
- Теплопотери помещения;
- Тип и свойства изоляционного материала.

Предельные значения температуры поверхности пола:

- Помещения и рабочие комнаты, где люди, в основном, стоят — 27 °С;
- Жилые комнаты и офисы — 29 °С;
- Вестибюли, прихожие и гостиные — 30 °С;
- Ваннные и бассейны — 33 °С.

При использовании нескольких отопительных систем сразу, температура поверхности пола является основополагающей характеристикой, от которой уже рассчитываются все остальные системы.

2. Швы расширения.

Необходимым условием является наличие демпферной ленты (слоя), отделяющей бетонную плиту от конструкций здания разделительными швами, заполненными мягким материалом (так называемая «плавающая» стяжка). Вдоль боковых стен и вокруг колонн прокладывается краевая изоляция, что предотвращает передачу напряжений на несущие элементы здания при изменении геометрических размеров стяжки.

Коэффициент теплового расширения бетонной плиты $\alpha = 0,5$ мм/м при $\Delta t = 40$ °С.

В любой плавающей стяжке возникают движения по различным причинам (усадка, температурные изменения). Эти движения происходят преимущественно в направлении основного удлинения пола, т.е. двумерно в горизонтальном направлении.

$L = L_0 \alpha \Delta t$, где: L — удлинение, мм; L_0 — длина плиты, м;
 α — коэффициент удлинения, 1/К; Δt — разность температуры, К.

Поглощение температурных удлинений осуществляется с помощью закладки компенсирующих швов.

Места расположения швов:

- На краях стяжки для поглощения удлинения.
- Для ограничения площади стяжки ($S_{\max} = 40$ м², при этом длина стороны $L_{\max} = 8$ м).
- Над деформационными швами строительной конструкции.
- В дверных проходах.
- При сложной конфигурации пола.

Правила устройства швов в конструкции пола:

- Отопительные трубы не должны пересекать деформационные швы, если это невозможно, следует максимально уменьшить количество пересечений;
- При пересечении трубы со швом, на нее следует надеть гофротрубу длиной 30 см.

3. Вид и толщина тепловой изоляции.

Выбирается в зависимости от теплотерь помещения и определяется проектом. Изоляция пола направлена на уменьшение потерь тепла по направлению вниз. Кроме потерь энергии, это ведет еще к изменению температурного режима в помещении, расположенном снизу, что не всегда желательно.

Вид тепловой изоляции:

- плиты из пенополистирола;
- маты из вспененного полиэтилена с отражающим покрытием из фольги.

Толщина изоляции для помещений:

- над отапливаемым помещением — с сопротивлением теплопередаче $R=0,75 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$;
- над неотапливаемым помещением — с сопротивлением теплопередаче $R=2,00 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.
- на грунте — с сопротивлением теплопередаче $R=2,25 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

4. Тип покрытия пола.

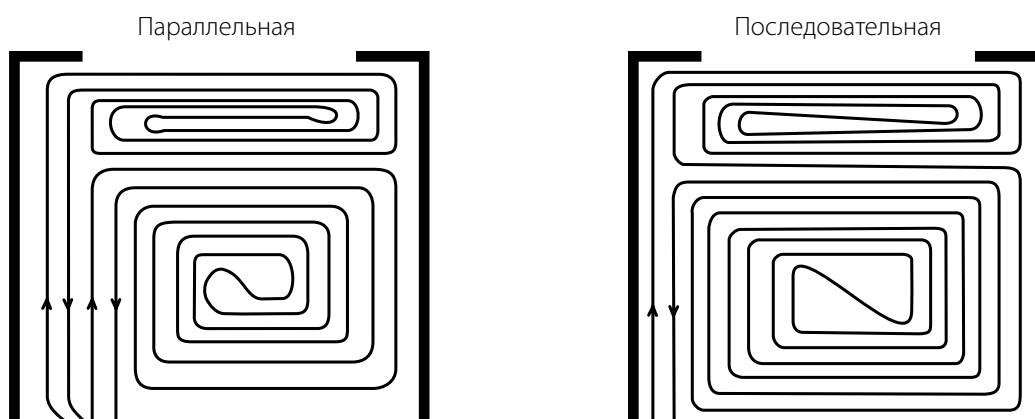
Имеет существенное влияние на теплоотдачу пола и должен быть учтен при проектировании.

5. Конфигурация контура.

Общие правила укладки контура:

- Поверхность пола должна быть чистой и ровной, без выбоин и выступов. В противном случае, рекомендуется залить легкую выравнивающую стяжку, либо выровнять поверхность иным способом.
- Равномерность распределения температуры поверхности пола возрастает при уменьшении шага трубы и при увеличении толщины слоя бетона над трубой. Максимальная толщина конструкции пола при этом не должна превышать 70 мм, иначе стяжка начинает играть роль изолятора.
- Подающий поток теплоносителя необходимо направить, в первую очередь, к внешним стенам или другим холодным зонам (окна, входные и балконные двери и т.д.).
- Понижение температуры воды при прохождении контура не должно превышать 5°C , иначе возникнет ощущение неравномерного прогрева пола.
- При необходимости наращивания трубы в цементной стяжке, разрешается использование только неразъемных (напрессовочных и обжимных) соединений.
- Сразу после монтажа и опрессовки контура, рекомендуется залить трубы в стяжку. Это защитит систему от повреждения при одновременном проведении различных строительных работ.
- В потенциально холодных местах применяют укладку контура с меньшим шагом или укладывают дополнительный контур с шагом, меньшим, чем в середине комнаты. Размещение нескольких контуров трубопровода в одном помещении / от одного коллектора желательно проектировать с учетом уравнивания их длин, что позволит избежать установки балансировочной арматуры на каждом контуре.

Схемы подключения контуров.



8.2. Типы регулировок температуры «Теплого пола».



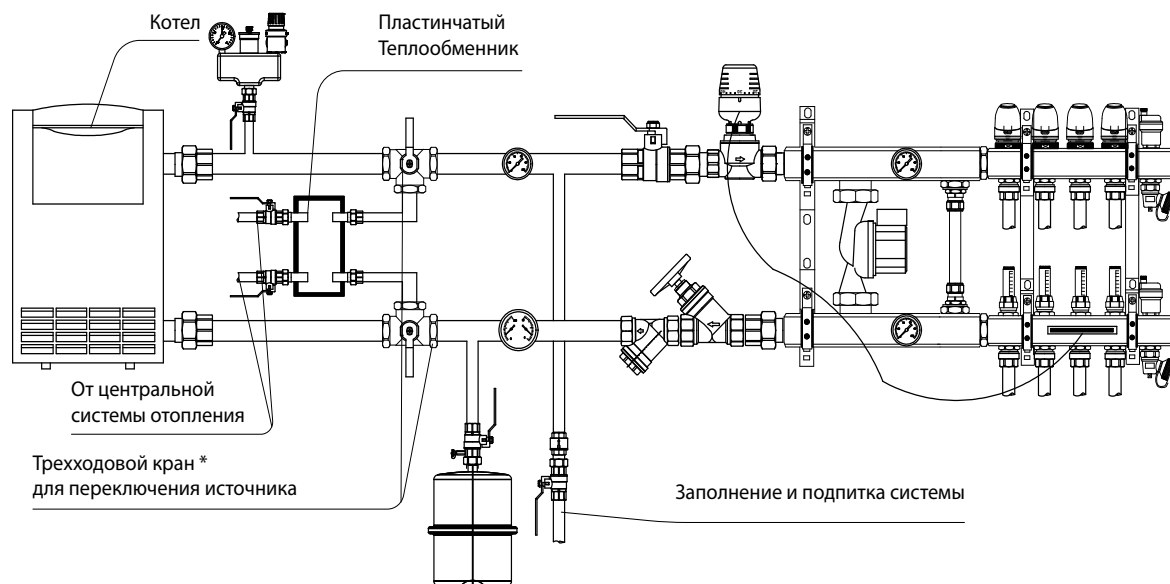
1. Поддержание постоянной температуры подающей или обратной воды при постоянном потоке.

Является одним из простейших принципов регулирования:

Исполнительным механизмом служит трехходовой регулируемый вентиль.

Алгоритм работы системы:

1. возрастает потребление тепла
2. понижается средняя температура воды в петле
3. двухходовой вентиль открывается и начинает подмешивать подогретую воду в подающий поток
4. увеличивается средняя температура воды в петле



В данной схеме теплообменник служит основным источником теплоснабжения, а альтернативный источник (котел, тепловой насос и т.д) обеспечивает работу системы вне отопительного периода.

Альтернативные источники тепла:

- котёл
- теплообменник
- тепловой насос
- солнечный коллектор

2. Коррекция температуры в помещении за счет температуры подающей воды при постоянном потоке.

В этом случае приоритет отдается комфортной температуре в помещении, а не на поверхности пола. Такой способ регулировки подразумевает использование датчиков температуры внутри помещения. Датчики, при этом, рекомендуется устанавливать в жилых комнатах вдали от окон, входных дверей, отопительных приборов. Запрещена установка датчиков в местах с прямым попаданием солнечного света.

При таком способе регулировки происходит быстрое реагирование отопительной системы на температуру помещения. Это особенно удобно при отоплении общественных помещений, где численность при-

существующих сильно различается в течение суток (офисы, спортивные сооружения и т.д.)

Алгоритм работы системы:

1. возрастает/понижается потребление тепла
2. понижается/возрастает температура воздуха в помещении
3. возрастает/понижается температура подающей воды в контуре
4. нормализуется температура в помещении

3. Изменение потока при постоянной температуре воды.

Не рекомендуется использование данной схемы в помещениях с низким потреблением тепла. В этом случае скорость потока мала, и в трубах могут остаться пузырьки воздуха, а разница температур на входе и выходе контура будет слишком велика.

В качестве исполнительных устройств используются автоматические регулирующие вентили или дистанционно управляемые вентили с электрическими исполнительными механизмами.

4. Постоянная температура пола.

Приоритет отдается комфортной температуре пола.

Для коррекции температуры используются датчики, расположенные в полу.

8.3. Полезная информация — саморегулирование системы.



Поверхностное отопление является саморегулирующейся системой. Несмотря на то, что в таких системах обычно используются различные терморегулирующие устройства, их применение не всегда оправдано. Температура пола обычно выше, чем температура воздуха в комнате, на несколько градусов. Теплоотдача пола имеет прямую зависимость от разницы температур пола и воздуха в помещении.

Если в помещении появляются дополнительные поступления тепла (солнечный свет и т.д.), температура воздуха повышается, поступление тепла от пола уменьшается. Как только температуры пола и воздуха уравниваются, тепло с пола перестанет подниматься. Такая пассивная система саморегулирования дает возможность проектировать и монтировать поверхностное отопление без другого рода регуляторов (термостатов или вентилях). Однако температура пола вскоре достигнет температуры циркулирующей воды. Если температура воды при этом выше 29°C, это приведет к некомфортной температуре пола и воздуха в помещении, а также к трате энергии.

ТАБЛИЦЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС ОПТИМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 16 x 1,8 (PN 12,5) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) |
| 300 | 0,0261 | 10,308 | 1,6009 | 0,0326 | 12,894 | 2,3835 | 0,0260 | 10,330 | 1,6491 |
| 350 | 0,0304 | 12,026 | 2,0976 | 0,0380 | 15,043 | 3,1233 | 0,0303 | 12,052 | 2,1606 |
| 400 | 0,0348 | 13,744 | 2,6509 | 0,0435 | 17,192 | 3,9476 | 0,0347 | 13,773 | 2,7304 |
| 450 | 0,0391 | 15,462 | 3,2592 | 0,0489 | 19,341 | 4,8538 | 0,0390 | 15,495 | 3,3567 |
| 500 | 0,0435 | 17,180 | 3,9208 | 0,0543 | 21,490 | 5,8396 | 0,0433 | 17,217 | 4,0379 |
| 550 | 0,0478 | 18,898 | 4,6345 | 0,0597 | 23,639 | 6,9033 | 0,0476 | 18,938 | 4,7726 |
| 600 | 0,0522 | 20,616 | 5,3992 | 0,0652 | 25,788 | 8,0430 | 0,0520 | 20,660 | 5,5598 |
| 650 | 0,0565 | 22,334 | 6,2137 | 0,0706 | 27,937 | 9,2572 | 0,0563 | 22,382 | 6,3982 |
| 700 | 0,0609 | 24,052 | 7,0772 | 0,0760 | 30,086 | 10,5447 | 0,0606 | 24,103 | 7,2870 |
| 750 | 0,0652 | 25,770 | 7,9890 | 0,0815 | 32,235 | 11,9042 | 0,0650 | 25,825 | 8,2253 |
| 800 | 0,0696 | 27,487 | 8,9481 | 0,0869 | 34,384 | 13,3346 | 0,0693 | 27,547 | 9,2124 |
| 850 | 0,0739 | 29,205 | 9,9539 | 0,0923 | 36,533 | 14,8349 | 0,0736 | 29,268 | 10,2474 |
| 900 | 0,0783 | 30,923 | 11,0059 | 0,0978 | 38,682 | 16,4041 | 0,0780 | 30,990 | 11,3298 |
| 950 | 0,0826 | 32,641 | 12,1034 | 0,1032 | 40,831 | 18,0415 | 0,0823 | 32,712 | 12,4590 |
| 1000 | 0,0870 | 34,359 | 13,2458 | 0,1086 | 42,980 | 19,7462 | 0,0866 | 34,433 | 13,6343 |
| 1050 | 0,0913 | 36,077 | 14,4327 | 0,1141 | 45,129 | 21,5175 | 0,0910 | 36,155 | 14,8552 |
| 1100 | 0,0957 | 37,795 | 15,6636 | 0,1195 | 47,278 | 23,3547 | 0,0953 | 37,877 | 16,1214 |
| 1150 | 0,1000 | 39,513 | 16,9380 | 0,1249 | 49,427 | 25,2571 | 0,0996 | 39,598 | 17,4322 |
| 1200 | 0,1044 | 41,231 | 18,2556 | 0,1304 | 51,576 | 27,2242 | 0,1040 | 41,320 | 18,7873 |
| 1250 | 0,1087 | 42,949 | 19,6159 | 0,1358 | 53,725 | 29,2553 | 0,1083 | 43,042 | 20,1862 |
| 1300 | 0,1131 | 44,667 | 21,0186 | 0,1412 | 55,874 | 31,3500 | 0,1126 | 44,763 | 21,6285 |
| 1350 | 0,1174 | 46,385 | 22,4633 | 0,1466 | 58,023 | 33,5077 | 0,1170 | 46,485 | 23,1140 |
| 1400 | 0,1218 | 48,103 | 23,9496 | 0,1521 | 60,172 | 35,7280 | 0,1213 | 48,207 | 24,6422 |
| 1450 | 0,1261 | 49,821 | 25,4773 | 0,1575 | 62,321 | 38,0103 | 0,1256 | 49,928 | 26,2128 |
| 1500 | 0,1305 | 51,539 | 27,0461 | 0,1629 | 64,470 | 40,3543 | 0,1299 | 51,650 | 27,8256 |
| 1550 | 0,1348 | 53,257 | 28,6557 | 0,1684 | 66,619 | 42,7595 | 0,1343 | 53,372 | 29,4801 |
| 1600 | 0,1392 | 54,975 | 30,3057 | 0,1738 | 68,768 | 45,2256 | 0,1386 | 55,093 | 31,1761 |
| 1650 | 0,1435 | 56,693 | 31,9960 | 0,1792 | 70,917 | 47,7521 | 0,1429 | 56,815 | 32,9133 |
| 1700 | 0,1479 | 58,411 | 33,7263 | 0,1847 | 73,066 | 50,3387 | 0,1473 | 58,537 | 34,6915 |
| 1750 | 0,1522 | 60,129 | 35,4963 | 0,1901 | 75,215 | 52,9850 | 0,1516 | 60,258 | 36,5105 |
| 1800 | 0,1566 | 61,847 | 37,3059 | 0,1955 | 77,364 | 55,6908 | 0,1559 | 61,980 | 38,3699 |
| 1850 | 0,1609 | 63,565 | 39,1547 | 0,2010 | 79,513 | 58,4556 | 0,1603 | 63,702 | 40,2695 |
| 1900 | 0,1653 | 65,283 | 41,0426 | 0,2064 | 81,662 | 61,2793 | 0,1646 | 65,423 | 42,2092 |
| 1950 | 0,1696 | 67,001 | 42,9694 | 0,2118 | 83,811 | 64,1614 | 0,1689 | 67,145 | 44,1886 |
| 2000 | 0,1740 | 68,719 | 44,9348 | 0,2173 | 85,960 | 67,1018 | 0,1733 | 68,867 | 46,2077 |
| 2050 | 0,1783 | 70,437 | 46,9388 | 0,2227 | 88,109 | 70,1001 | 0,1776 | 70,588 | 48,2661 |
| 2100 | 0,1827 | 72,155 | 48,9810 | 0,2281 | 90,258 | 73,1561 | 0,1819 | 72,310 | 50,3637 |
| 2150 | 0,1870 | 73,873 | 51,0614 | 0,2335 | 92,407 | 76,2695 | 0,1863 | 74,032 | 52,5003 |
| 2200 | 0,1914 | 75,591 | 53,1797 | 0,2390 | 94,556 | 79,4401 | 0,1906 | 75,753 | 54,6758 |
| 2250 | 0,1957 | 77,309 | 55,3358 | 0,2444 | 96,705 | 82,6676 | 0,1949 | 77,475 | 56,8899 |
| 2300 | 0,2001 | 79,026 | 57,5295 | 0,2498 | 98,854 | 85,9518 | 0,1993 | 79,197 | 59,1425 |
| 2350 | 0,2044 | 80,744 | 59,7607 | 0,2553 | 101,003 | 89,2926 | 0,2036 | 80,918 | 61,4334 |
| 2400 | 0,2088 | 82,462 | 62,0292 | 0,2607 | 103,152 | 92,6896 | 0,2079 | 82,640 | 63,7625 |
| 2450 | 0,2131 | 84,180 | 64,3349 | 0,2661 | 105,301 | 96,1426 | 0,2122 | 84,362 | 66,1296 |
| 2500 | 0,2175 | 85,898 | 66,6777 | 0,2716 | 107,450 | 99,6516 | 0,2166 | 86,083 | 68,5345 |
| 2550 | 0,2218 | 87,616 | 69,0573 | 0,2770 | 109,599 | 103,2162 | 0,2209 | 87,805 | 70,9772 |
| 2600 | 0,2262 | 89,334 | 71,4737 | 0,2824 | 111,748 | 106,8364 | 0,2252 | 89,527 | 73,4574 |
| 2650 | 0,2305 | 91,052 | 73,9267 | 0,2879 | 113,897 | 110,5118 | 0,2296 | 91,248 | 75,9751 |
| 2700 | 0,2349 | 92,770 | 76,4162 | 0,2933 | 116,046 | 114,2423 | 0,2339 | 92,970 | 78,5300 |
| 2750 | 0,2392 | 94,488 | 78,9421 | 0,2987 | 118,195 | 118,0278 | 0,2382 | 94,692 | 81,1222 |
| 2800 | 0,2436 | 96,206 | 81,5043 | 0,3042 | 120,344 | 121,8681 | 0,2426 | 96,413 | 83,7513 |
| 2850 | 0,2479 | 97,924 | 84,1026 | 0,3096 | 122,493 | 125,7630 | 0,2469 | 98,135 | 86,4174 |
| 2900 | 0,2523 | 99,642 | 86,7370 | 0,3150 | 124,642 | 129,7124 | 0,2512 | 99,857 | 89,1203 |
| 2950 | 0,2566 | 101,360 | 89,4073 | 0,3204 | 126,791 | 133,7161 | 0,2556 | 101,578 | 91,8599 |
| 3000 | 0,2610 | 103,078 | 92,1134 | 0,3259 | 128,940 | 137,7739 | 0,2599 | 103,300 | 94,6360 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС ОПТИМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 20 x 2,0 (PN 12,5) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| | Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) |
| 2000 | 0,0979 | 68,72 | 11,3734 | 0,1222 | 85,96 | 16,9587 | 0,0975 | 68,87 | 11,7055 |
| 2100 | 0,1028 | 72,15 | 12,3932 | 0,1283 | 90,26 | 18,4811 | 0,1023 | 72,31 | 12,7544 |
| 2200 | 0,1076 | 75,59 | 13,4509 | 0,1344 | 94,56 | 20,0603 | 0,1072 | 75,75 | 13,8421 |
| 2300 | 0,1125 | 79,03 | 14,5460 | 0,1405 | 98,85 | 21,6957 | 0,1121 | 79,20 | 14,9682 |
| 2400 | 0,1174 | 82,46 | 15,6783 | 0,1466 | 103,15 | 23,3869 | 0,1170 | 82,64 | 16,1325 |
| 2500 | 0,1223 | 85,90 | 16,8474 | 0,1528 | 107,45 | 25,1332 | 0,1218 | 86,08 | 17,3345 |
| 2600 | 0,1272 | 89,33 | 18,0531 | 0,1589 | 111,75 | 26,9344 | 0,1267 | 89,53 | 18,5740 |
| 2700 | 0,1321 | 92,77 | 19,2949 | 0,1650 | 116,05 | 28,7900 | 0,1316 | 92,97 | 19,8506 |
| 2800 | 0,1370 | 96,21 | 20,5726 | 0,1711 | 120,34 | 30,6995 | 0,1364 | 96,41 | 21,1640 |
| 2900 | 0,1419 | 99,64 | 21,8861 | 0,1772 | 124,64 | 32,6625 | 0,1413 | 99,86 | 22,5139 |
| 3000 | 0,1468 | 103,08 | 23,2349 | 0,1833 | 128,94 | 34,6788 | 0,1462 | 103,30 | 23,9001 |
| 3100 | 0,1517 | 106,51 | 24,6189 | 0,1894 | 133,24 | 36,7479 | 0,1511 | 106,74 | 25,3224 |
| 3200 | 0,1566 | 109,95 | 26,0378 | 0,1955 | 137,54 | 38,8696 | 0,1559 | 110,19 | 26,7804 |
| 3300 | 0,1615 | 113,39 | 27,4914 | 0,2016 | 141,83 | 41,0434 | 0,1608 | 113,63 | 28,2739 |
| 3400 | 0,1664 | 116,82 | 28,9795 | 0,2077 | 146,13 | 43,2692 | 0,1657 | 117,07 | 29,8028 |
| 3500 | 0,1712 | 120,26 | 30,5019 | 0,2139 | 150,43 | 45,5465 | 0,1706 | 120,52 | 31,3668 |
| 3600 | 0,1761 | 123,69 | 32,0584 | 0,2200 | 154,73 | 47,8752 | 0,1754 | 123,96 | 32,9657 |
| 3700 | 0,1810 | 127,13 | 33,6488 | 0,2261 | 159,03 | 50,2550 | 0,1803 | 127,40 | 34,5993 |
| 3800 | 0,1859 | 130,57 | 35,2730 | 0,2322 | 163,32 | 52,6856 | 0,1852 | 130,85 | 36,2674 |
| 3900 | 0,1908 | 134,00 | 36,9307 | 0,2383 | 167,62 | 55,1667 | 0,1900 | 134,29 | 37,9699 |
| 4000 | 0,1957 | 137,44 | 38,6218 | 0,2444 | 171,92 | 57,6981 | 0,1949 | 137,73 | 39,7065 |
| 4100 | 0,2006 | 140,87 | 40,3462 | 0,2505 | 176,22 | 60,2797 | 0,1998 | 141,18 | 41,4771 |
| 4200 | 0,2055 | 144,31 | 42,1036 | 0,2566 | 180,52 | 62,9111 | 0,2047 | 144,62 | 43,2816 |
| 4300 | 0,2104 | 147,75 | 43,8940 | 0,2627 | 184,81 | 65,5922 | 0,2095 | 148,06 | 45,1197 |
| 4400 | 0,2153 | 151,18 | 45,7171 | 0,2688 | 189,11 | 68,3228 | 0,2144 | 151,51 | 46,9914 |
| 4500 | 0,2202 | 154,62 | 47,5730 | 0,2750 | 193,41 | 71,1026 | 0,2193 | 154,95 | 48,8964 |
| 4600 | 0,2251 | 158,05 | 49,4613 | 0,2811 | 197,71 | 73,9315 | 0,2242 | 158,39 | 50,8347 |
| 4700 | 0,2300 | 161,49 | 51,3820 | 0,2872 | 202,01 | 76,8093 | 0,2290 | 161,84 | 52,8060 |
| 4800 | 0,2349 | 164,92 | 53,3350 | 0,2933 | 206,30 | 79,7358 | 0,2339 | 165,28 | 54,8103 |
| 4900 | 0,2397 | 168,36 | 55,3201 | 0,2994 | 210,60 | 82,7109 | 0,2388 | 168,72 | 56,8475 |
| 5000 | 0,2446 | 171,80 | 57,3372 | 0,3055 | 214,90 | 85,7343 | 0,2436 | 172,17 | 58,9173 |
| 5100 | 0,2495 | 175,23 | 59,3863 | 0,3116 | 219,20 | 88,8060 | 0,2485 | 175,61 | 61,0198 |
| 5200 | 0,2544 | 178,67 | 61,4671 | 0,3177 | 223,50 | 91,9257 | 0,2534 | 179,05 | 63,1547 |
| 5300 | 0,2593 | 182,10 | 63,5797 | 0,3238 | 227,79 | 95,0933 | 0,2583 | 182,50 | 65,3220 |
| 5400 | 0,2642 | 185,54 | 65,7238 | 0,3300 | 232,09 | 98,3087 | 0,2631 | 185,94 | 67,5215 |
| 5500 | 0,2691 | 188,98 | 67,8994 | 0,3361 | 236,39 | 101,5717 | 0,2680 | 189,38 | 69,7531 |
| 5600 | 0,2740 | 192,41 | 70,1064 | 0,3422 | 240,69 | 104,8822 | 0,2729 | 192,83 | 72,0168 |
| 5700 | 0,2789 | 195,85 | 72,3447 | 0,3483 | 244,99 | 108,2400 | 0,2778 | 196,27 | 74,3124 |
| 5800 | 0,2838 | 199,28 | 74,6141 | 0,3544 | 249,28 | 111,6450 | 0,2826 | 199,71 | 76,6398 |
| 5900 | 0,2887 | 202,72 | 76,9147 | 0,3605 | 253,58 | 115,0971 | 0,2875 | 203,16 | 78,9990 |
| 6000 | 0,2936 | 206,16 | 79,2463 | 0,3666 | 257,88 | 118,5961 | 0,2924 | 206,60 | 81,3898 |
| 6100 | 0,2985 | 209,59 | 81,6088 | 0,3727 | 262,18 | 122,1420 | 0,2973 | 210,04 | 83,8121 |
| 6200 | 0,3034 | 213,03 | 84,0022 | 0,3788 | 266,48 | 125,7347 | 0,3021 | 213,49 | 86,2659 |
| 6300 | 0,3082 | 216,46 | 86,4263 | 0,3849 | 270,77 | 129,3739 | 0,3070 | 216,93 | 88,7511 |
| 6400 | 0,3131 | 219,90 | 88,8811 | 0,3911 | 275,07 | 133,0596 | 0,3119 | 220,37 | 91,2675 |
| 6500 | 0,3180 | 223,34 | 91,3665 | 0,3972 | 279,37 | 136,7917 | 0,3167 | 223,82 | 93,8151 |
| 6600 | 0,3229 | 226,77 | 93,8824 | 0,4033 | 283,67 | 140,5701 | 0,3216 | 227,26 | 96,3939 |
| 6700 | 0,3278 | 230,21 | 96,4288 | 0,4094 | 287,97 | 144,3946 | 0,3265 | 230,70 | 99,0037 |
| 6800 | 0,3327 | 233,64 | 99,0055 | 0,4155 | 292,26 | 148,2653 | 0,3314 | 234,15 | 101,6444 |
| 6900 | 0,3376 | 237,08 | 101,6126 | 0,4216 | 296,56 | 152,1819 | 0,3362 | 237,59 | 104,3160 |
| 7000 | 0,3425 | 240,52 | 104,2499 | 0,4277 | 300,86 | 156,1443 | 0,3411 | 241,03 | 107,0184 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС ОПТИМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 25 x 2,3 (PN 12,5) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) |
| 5000 | 0,1505 | 171,80 | 17,9209 | 0,1879 | 214,90 | 26,7494 | 0,1499 | 172,17 | 18,4332 |
| 5250 | 0,1580 | 180,39 | 19,5325 | 0,1973 | 225,64 | 29,1592 | 0,1574 | 180,77 | 20,0893 |
| 5500 | 0,1655 | 188,98 | 21,2046 | 0,2067 | 236,39 | 31,6600 | 0,1649 | 189,38 | 21,8072 |
| 5750 | 0,1731 | 197,57 | 22,9366 | 0,2161 | 247,13 | 34,2510 | 0,1724 | 197,99 | 23,5865 |
| 6000 | 0,1806 | 206,16 | 24,7280 | 0,2255 | 257,88 | 36,9314 | 0,1799 | 206,60 | 25,4267 |
| 6250 | 0,1881 | 214,75 | 26,5784 | 0,2349 | 268,62 | 39,7005 | 0,1874 | 215,21 | 27,3271 |
| 6500 | 0,1956 | 223,34 | 28,4872 | 0,2443 | 279,37 | 42,5577 | 0,1948 | 223,82 | 29,2873 |
| 6750 | 0,2032 | 231,93 | 30,4540 | 0,2537 | 290,11 | 45,5024 | 0,2023 | 232,42 | 31,3069 |
| 7000 | 0,2107 | 240,52 | 32,4785 | 0,2631 | 300,86 | 48,5339 | 0,2098 | 241,03 | 33,3853 |
| 7250 | 0,2182 | 249,11 | 34,5601 | 0,2725 | 311,60 | 51,6518 | 0,2173 | 249,64 | 35,5223 |
| 7500 | 0,2257 | 257,70 | 36,6987 | 0,2819 | 322,35 | 54,8555 | 0,2248 | 258,25 | 37,7174 |
| 7750 | 0,2333 | 266,28 | 38,8937 | 0,2913 | 333,09 | 58,1445 | 0,2323 | 266,86 | 39,9702 |
| 8000 | 0,2408 | 274,87 | 41,1449 | 0,3007 | 343,84 | 61,5183 | 0,2398 | 275,47 | 42,2805 |
| 8250 | 0,2483 | 283,46 | 43,4520 | 0,3101 | 354,58 | 64,9765 | 0,2473 | 284,07 | 44,6477 |
| 8500 | 0,2558 | 292,05 | 45,8146 | 0,3195 | 365,33 | 68,5187 | 0,2548 | 292,68 | 47,0718 |
| 8750 | 0,2634 | 300,64 | 48,2325 | 0,3289 | 376,07 | 72,1444 | 0,2623 | 301,29 | 49,5522 |
| 9000 | 0,2709 | 309,23 | 50,7054 | 0,3383 | 386,82 | 75,8533 | 0,2698 | 309,90 | 52,0888 |
| 9250 | 0,2784 | 317,82 | 53,2330 | 0,3477 | 397,56 | 79,6449 | 0,2773 | 318,51 | 54,6812 |
| 9500 | 0,2859 | 326,41 | 55,8151 | 0,3571 | 408,31 | 83,5190 | 0,2848 | 327,12 | 57,3291 |
| 9750 | 0,2935 | 335,00 | 58,4513 | 0,3665 | 419,05 | 87,4753 | 0,2923 | 335,72 | 60,0324 |
| 10000 | 0,3010 | 343,59 | 61,1416 | 0,3759 | 429,80 | 91,5132 | 0,2998 | 344,33 | 62,7908 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС ОПТИМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 32 x 3,0 (PN 12,5) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) |
| 9000 | 0,1668 | 309,23 | 15,8632 | 0,2083 | 386,82 | 23,6855 | 0,1661 | 309,90 | 16,3138 |
| 9500 | 0,1760 | 326,41 | 17,4530 | 0,2198 | 408,31 | 26,0639 | 0,1753 | 327,12 | 17,9470 |
| 10000 | 0,1853 | 343,59 | 19,1091 | 0,2314 | 429,80 | 28,5420 | 0,1845 | 344,33 | 19,6480 |
| 10500 | 0,1946 | 360,77 | 20,8309 | 0,2430 | 451,29 | 31,1191 | 0,1938 | 361,55 | 21,4162 |
| 11000 | 0,2038 | 377,95 | 22,6176 | 0,2545 | 472,78 | 33,7942 | 0,2030 | 378,77 | 23,2509 |
| 11500 | 0,2131 | 395,13 | 24,4689 | 0,2661 | 494,27 | 36,5665 | 0,2122 | 395,98 | 25,1515 |
| 12000 | 0,2223 | 412,31 | 26,3840 | 0,2777 | 515,76 | 39,4352 | 0,2214 | 413,20 | 27,1174 |
| 12500 | 0,2316 | 429,49 | 28,3626 | 0,2892 | 537,25 | 42,3997 | 0,2307 | 430,42 | 29,1482 |
| 13000 | 0,2409 | 446,67 | 30,4042 | 0,3008 | 558,74 | 45,4592 | 0,2399 | 447,63 | 31,2433 |
| 13500 | 0,2501 | 463,85 | 32,5083 | 0,3124 | 580,23 | 48,6132 | 0,2491 | 464,85 | 33,4022 |
| 14000 | 0,2594 | 481,03 | 34,6745 | 0,3239 | 601,72 | 51,8611 | 0,2584 | 482,07 | 35,6246 |
| 14500 | 0,2687 | 498,21 | 36,9024 | 0,3355 | 623,21 | 55,2024 | 0,2676 | 499,28 | 37,9100 |
| 15000 | 0,2779 | 515,39 | 39,1916 | 0,3471 | 644,70 | 58,6364 | 0,2768 | 516,50 | 40,2580 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС ОПТИМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ ПИТЬЕВОГО ВОДОПРОВОДА

| PN 12,5 | 16 x 2,0 | | 20 x 2,0 | | 25 x 2,3 | | 32 x 3,0 | |
|---------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|
| | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) |
| 0,05 | 20,32 | 6,65 | 36,13 | 4,64 | 58,73 | 3,43 | 95,40 | 2,53 |
| 0,10 | 40,64 | 22,40 | 72,25 | 15,64 | 117,45 | 11,54 | 190,79 | 8,52 |
| 0,15 | 60,96 | 45,63 | 108,38 | 31,85 | 176,18 | 23,51 | 286,19 | 17,36 |
| 0,20 | 81,28 | 75,63 | 144,50 | 52,78 | 234,91 | 38,96 | 381,58 | 28,77 |
| 0,25 | 101,60 | 111,96 | 180,63 | 78,14 | 293,64 | 57,67 | 476,98 | 42,59 |
| 0,30 | 121,93 | 154,31 | 216,76 | 107,70 | 352,36 | 79,49 | 572,37 | 58,70 |
| 0,35 | 142,25 | 202,44 | 252,88 | 141,29 | 411,09 | 104,29 | 667,77 | 77,01 |
| 0,40 | 162,57 | 256,18 | 289,01 | 178,80 | 469,82 | 131,97 | 763,16 | 97,45 |
| 0,45 | 182,89 | 315,36 | 325,13 | 220,11 | 528,55 | 162,46 | 858,56 | 119,97 |
| 0,50 | 203,21 | 379,87 | 361,26 | 265,13 | 587,27 | 195,69 | 953,95 | 144,51 |
| 0,55 | 223,53 | 449,58 | 397,39 | 313,79 | 646,00 | 231,61 | 1049,35 | 171,03 |
| 0,60 | 243,85 | 524,42 | 433,51 | 366,02 | 704,73 | 270,16 | 1144,74 | 199,50 |
| 0,65 | 264,17 | 604,28 | 469,64 | 421,76 | 763,46 | 311,30 | 1240,14 | 229,88 |
| 0,70 | 284,49 | 689,11 | 505,76 | 480,97 | 822,18 | 355,00 | 1335,53 | 262,15 |
| 0,75 | 304,81 | 778,84 | 541,89 | 543,59 | 880,91 | 401,22 | 1430,93 | 296,28 |
| 0,80 | 325,13 | 873,40 | 578,02 | 609,59 | 939,64 | 449,94 | 1526,32 | 332,26 |
| 0,85 | 345,45 | 972,75 | 614,14 | 678,94 | 998,36 | 501,12 | 1621,72 | 370,05 |
| 0,90 | 365,78 | 1076,84 | 650,27 | 751,58 | 1057,09 | 554,74 | 1717,11 | 409,65 |
| 0,95 | 386,10 | 1185,62 | 686,39 | 827,51 | 1115,82 | 610,78 | 1812,51 | 451,03 |
| 1,00 | 406,42 | 1299,05 | 722,52 | 906,68 | 1174,55 | 669,22 | 1907,90 | 494,18 |
| 1,05 | 426,74 | 1417,11 | 758,65 | 989,07 | 1233,27 | 730,03 | 2003,30 | 539,09 |
| 1,10 | 447,06 | 1539,74 | 794,77 | 1074,67 | 1292,00 | 793,21 | 2098,70 | 585,74 |
| 1,15 | 467,38 | 1666,93 | 830,90 | 1163,44 | 1350,73 | 858,73 | 2194,09 | 634,13 |
| 1,20 | 487,70 | 1798,64 | 867,02 | 1255,36 | 1409,46 | 926,58 | 2289,49 | 684,23 |
| 1,25 | 508,02 | 1934,84 | 903,15 | 1350,43 | 1468,18 | 996,74 | 2384,88 | 736,05 |
| 1,30 | 528,34 | 2075,51 | 939,28 | 1448,61 | 1526,91 | 1069,21 | 2480,28 | 789,56 |
| 1,35 | 548,66 | 2220,64 | 975,40 | 1549,90 | 1585,64 | 1143,97 | 2575,67 | 844,77 |
| 1,40 | 568,98 | 2370,18 | 1011,53 | 1654,28 | 1644,37 | 1221,01 | 2671,07 | 901,66 |
| 1,45 | 589,31 | 2524,13 | 1047,65 | 1761,72 | 1703,09 | 1300,32 | 2766,46 | 960,22 |
| 1,50 | 609,63 | 2682,46 | 1083,78 | 1872,23 | 1761,82 | 1381,88 | 2861,86 | 1020,45 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС СТАНДАРТ (КЛАСС 6) / ЛАЙТ (КЛАСС 5) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 16 x 2,2 (PN 20,0) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| | Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) |
| 300 | 0,0279 | 10,308 | 1,8810 | 0,0349 | 12,894 | 2,8006 | 0,0278 | 10,330 | 1,9375 |
| 350 | 0,0326 | 12,026 | 2,4646 | 0,0407 | 15,043 | 3,6700 | 0,0324 | 12,052 | 2,5385 |
| 400 | 0,0372 | 13,744 | 3,1149 | 0,0465 | 17,192 | 4,6387 | 0,0371 | 13,773 | 3,2081 |
| 450 | 0,0419 | 15,462 | 3,8297 | 0,0523 | 19,341 | 5,7038 | 0,0417 | 15,495 | 3,9441 |
| 500 | 0,0465 | 17,180 | 4,6073 | 0,0581 | 21,490 | 6,8625 | 0,0464 | 17,217 | 4,7447 |
| 550 | 0,0512 | 18,898 | 5,4461 | 0,0639 | 23,639 | 8,1128 | 0,0510 | 18,938 | 5,6082 |
| 600 | 0,0559 | 20,616 | 6,3449 | 0,0697 | 25,788 | 9,4525 | 0,0556 | 20,660 | 6,5333 |
| 650 | 0,0605 | 22,334 | 7,3023 | 0,0756 | 27,937 | 10,8799 | 0,0603 | 22,382 | 7,5188 |
| 700 | 0,0652 | 24,052 | 8,3174 | 0,0814 | 30,086 | 12,3935 | 0,0649 | 24,103 | 8,5635 |
| 750 | 0,0698 | 25,770 | 9,3891 | 0,0872 | 32,235 | 13,9919 | 0,0695 | 25,825 | 9,6664 |
| 800 | 0,0745 | 27,487 | 10,5167 | 0,0930 | 34,384 | 15,6737 | 0,0742 | 27,547 | 10,8267 |
| 850 | 0,0791 | 29,205 | 11,6992 | 0,0988 | 36,533 | 17,4378 | 0,0788 | 29,268 | 12,0434 |
| 900 | 0,0838 | 30,923 | 12,9360 | 0,1046 | 38,682 | 19,2831 | 0,0834 | 30,990 | 13,3159 |
| 950 | 0,0884 | 32,641 | 14,2263 | 0,1104 | 40,831 | 21,2085 | 0,0881 | 32,712 | 14,6433 |
| 1000 | 0,0931 | 34,359 | 15,5696 | 0,1162 | 42,980 | 23,2133 | 0,0927 | 34,433 | 16,0251 |
| 1050 | 0,0977 | 36,077 | 16,9652 | 0,1221 | 45,129 | 25,2965 | 0,0973 | 36,155 | 17,4606 |
| 1100 | 0,1024 | 37,795 | 18,4127 | 0,1279 | 47,278 | 27,4573 | 0,1020 | 37,877 | 18,9493 |
| 1150 | 0,1070 | 39,513 | 19,9113 | 0,1337 | 49,427 | 29,6949 | 0,1066 | 39,598 | 20,4906 |
| 1200 | 0,1117 | 41,231 | 21,4608 | 0,1395 | 51,576 | 32,0088 | 0,1113 | 41,320 | 22,0840 |
| 1250 | 0,1164 | 42,949 | 23,0606 | 0,1453 | 53,725 | 34,3981 | 0,1159 | 43,042 | 23,7290 |
| 1300 | 0,1210 | 44,667 | 24,7103 | 0,1511 | 55,874 | 36,8622 | 0,1205 | 44,763 | 25,4251 |
| 1350 | 0,1257 | 46,385 | 26,4095 | 0,1569 | 58,023 | 39,4007 | 0,1252 | 46,485 | 27,1720 |
| 1400 | 0,1303 | 48,103 | 28,1578 | 0,1627 | 60,172 | 42,0128 | 0,1298 | 48,207 | 28,9693 |
| 1450 | 0,1350 | 49,821 | 29,9548 | 0,1686 | 62,321 | 44,6982 | 0,1344 | 49,928 | 30,8165 |
| 1500 | 0,1396 | 51,539 | 31,8002 | 0,1744 | 64,470 | 47,4562 | 0,1391 | 51,650 | 32,7133 |
| 1550 | 0,1443 | 53,257 | 33,6936 | 0,1802 | 66,619 | 50,2863 | 0,1437 | 53,372 | 34,6593 |
| 1600 | 0,1489 | 54,975 | 35,6347 | 0,1860 | 68,768 | 53,1882 | 0,1483 | 55,093 | 36,6542 |
| 1650 | 0,1536 | 56,693 | 37,6233 | 0,1918 | 70,917 | 56,1614 | 0,1530 | 56,815 | 38,6976 |
| 1700 | 0,1582 | 58,411 | 39,6590 | 0,1976 | 73,066 | 59,2055 | 0,1576 | 58,537 | 40,7894 |
| 1750 | 0,1629 | 60,129 | 41,7416 | 0,2034 | 75,215 | 62,3201 | 0,1622 | 60,258 | 42,9291 |
| 1800 | 0,1676 | 61,847 | 43,8707 | 0,2092 | 77,364 | 65,5047 | 0,1669 | 61,980 | 45,1165 |
| 1850 | 0,1722 | 63,565 | 46,0461 | 0,2151 | 79,513 | 68,7590 | 0,1715 | 63,702 | 47,3513 |
| 1900 | 0,1769 | 65,283 | 48,2676 | 0,2209 | 81,662 | 72,0827 | 0,1761 | 65,423 | 49,6333 |
| 1950 | 0,1815 | 67,001 | 50,5350 | 0,2267 | 83,811 | 75,4754 | 0,1808 | 67,145 | 51,9622 |
| 2000 | 0,1862 | 68,719 | 52,8479 | 0,2325 | 85,960 | 78,9368 | 0,1854 | 68,867 | 54,3377 |
| 2050 | 0,1908 | 70,437 | 55,2063 | 0,2383 | 88,109 | 82,4666 | 0,1901 | 70,588 | 56,7597 |
| 2100 | 0,1955 | 72,155 | 57,6098 | 0,2441 | 90,258 | 86,0644 | 0,1947 | 72,310 | 59,2279 |
| 2150 | 0,2001 | 73,873 | 60,0583 | 0,2499 | 92,407 | 89,7300 | 0,1993 | 74,032 | 61,7421 |
| 2200 | 0,2048 | 75,591 | 62,5515 | 0,2557 | 94,556 | 93,4631 | 0,2040 | 75,753 | 64,3021 |
| 2250 | 0,2094 | 77,309 | 65,0893 | 0,2616 | 96,705 | 97,2635 | 0,2086 | 77,475 | 66,9076 |
| 2300 | 0,2141 | 79,026 | 67,6716 | 0,2674 | 98,854 | 101,1307 | 0,2132 | 79,197 | 69,5586 |
| 2350 | 0,2188 | 80,744 | 70,2980 | 0,2732 | 101,003 | 105,0647 | 0,2179 | 80,918 | 72,2547 |
| 2400 | 0,2234 | 82,462 | 72,9684 | 0,2790 | 103,152 | 109,0652 | 0,2225 | 82,640 | 74,9958 |
| 2450 | 0,2281 | 84,180 | 75,6828 | 0,2848 | 105,301 | 113,1318 | 0,2271 | 84,362 | 77,7818 |
| 2500 | 0,2327 | 85,898 | 78,4408 | 0,2906 | 107,450 | 117,2645 | 0,2318 | 86,083 | 80,6124 |
| 2550 | 0,2374 | 87,616 | 81,2424 | 0,2964 | 109,599 | 121,4629 | 0,2364 | 87,805 | 83,4875 |
| 2600 | 0,2420 | 89,334 | 84,0873 | 0,3022 | 111,748 | 125,7269 | 0,2410 | 89,527 | 86,4069 |
| 2650 | 0,2467 | 91,052 | 86,9755 | 0,3081 | 113,897 | 130,0561 | 0,2457 | 91,248 | 89,3705 |
| 2700 | 0,2513 | 92,770 | 89,9068 | 0,3139 | 116,046 | 134,4505 | 0,2503 | 92,970 | 92,3781 |
| 2750 | 0,2560 | 94,488 | 92,8811 | 0,3197 | 118,195 | 138,9099 | 0,2549 | 94,692 | 95,4295 |
| 2800 | 0,2606 | 96,206 | 95,8981 | 0,3255 | 120,344 | 143,4339 | 0,2596 | 96,413 | 98,5247 |
| 2850 | 0,2653 | 97,924 | 98,9579 | 0,3313 | 122,493 | 148,0225 | 0,2642 | 98,135 | 101,6635 |
| 2900 | 0,2700 | 99,642 | 102,0602 | 0,3371 | 124,642 | 152,6755 | 0,2689 | 99,857 | 104,8456 |
| 2950 | 0,2746 | 101,360 | 105,2049 | 0,3429 | 126,791 | 157,3927 | 0,2735 | 101,578 | 108,0711 |
| 3000 | 0,2793 | 103,078 | 108,3919 | 0,3487 | 128,940 | 162,1738 | 0,2781 | 103,300 | 111,3397 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС СТАНДАРТ (КЛАСС 6) / ЛАЙТ (КЛАСС 5) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 20 x 2,8 (PN 20,0) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| | Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) |
| 2000 | 0,1208 | 68,72 | 18,8029 | 0,1509 | 85,96 | 28,0496 | 0,1203 | 68,87 | 19,3469 |
| 2100 | 0,1269 | 72,15 | 20,4910 | 0,1584 | 90,26 | 30,5716 | 0,1263 | 72,31 | 21,0824 |
| 2200 | 0,1329 | 75,59 | 22,2422 | 0,1660 | 94,56 | 33,1881 | 0,1324 | 75,75 | 22,8825 |
| 2300 | 0,1389 | 79,03 | 24,0557 | 0,1735 | 98,85 | 35,8984 | 0,1384 | 79,20 | 24,7466 |
| 2400 | 0,1450 | 82,46 | 25,9310 | 0,1810 | 103,15 | 38,7015 | 0,1444 | 82,64 | 26,6740 |
| 2500 | 0,1510 | 85,90 | 27,8676 | 0,1886 | 107,45 | 41,5968 | 0,1504 | 86,08 | 28,6642 |
| 2600 | 0,1571 | 89,33 | 29,8650 | 0,1961 | 111,75 | 44,5834 | 0,1564 | 89,53 | 30,7167 |
| 2700 | 0,1631 | 92,77 | 31,9228 | 0,2037 | 116,05 | 47,6608 | 0,1624 | 92,97 | 32,8309 |
| 2800 | 0,1691 | 96,21 | 34,0403 | 0,2112 | 120,34 | 50,8282 | 0,1684 | 96,41 | 35,0064 |
| 2900 | 0,1752 | 99,64 | 36,2174 | 0,2188 | 124,64 | 54,0851 | 0,1745 | 99,86 | 37,2428 |
| 3000 | 0,1812 | 103,08 | 38,4534 | 0,2263 | 128,94 | 57,4309 | 0,1805 | 103,30 | 39,5395 |
| 3100 | 0,1873 | 106,51 | 40,7481 | 0,2338 | 133,24 | 60,8650 | 0,1865 | 106,74 | 41,8963 |
| 3200 | 0,1933 | 109,95 | 43,1011 | 0,2414 | 137,54 | 64,3869 | 0,1925 | 110,19 | 44,3127 |
| 3300 | 0,1993 | 113,39 | 45,5120 | 0,2489 | 141,83 | 67,9961 | 0,1985 | 113,63 | 46,7884 |
| 3400 | 0,2054 | 116,82 | 47,9804 | 0,2565 | 146,13 | 71,6921 | 0,2045 | 117,07 | 49,3229 |
| 3500 | 0,2114 | 120,26 | 50,5062 | 0,2640 | 150,43 | 75,4745 | 0,2106 | 120,52 | 51,9160 |
| 3600 | 0,2175 | 123,69 | 53,0889 | 0,2716 | 154,73 | 79,3428 | 0,2166 | 123,96 | 54,5674 |
| 3700 | 0,2235 | 127,13 | 55,7283 | 0,2791 | 159,03 | 83,2967 | 0,2226 | 127,40 | 57,2766 |
| 3800 | 0,2295 | 130,57 | 58,4241 | 0,2867 | 163,32 | 87,3356 | 0,2286 | 130,85 | 60,0435 |
| 3900 | 0,2356 | 134,00 | 61,1760 | 0,2942 | 167,62 | 91,4593 | 0,2346 | 134,29 | 62,8677 |
| 4000 | 0,2416 | 137,44 | 63,9837 | 0,3017 | 171,92 | 95,6673 | 0,2406 | 137,73 | 65,7490 |
| 4100 | 0,2477 | 140,87 | 66,8470 | 0,3093 | 176,22 | 99,9594 | 0,2467 | 141,18 | 68,6871 |
| 4200 | 0,2537 | 144,31 | 69,7657 | 0,3168 | 180,52 | 104,3351 | 0,2527 | 144,62 | 71,6816 |
| 4300 | 0,2597 | 147,75 | 72,7396 | 0,3244 | 184,81 | 108,7941 | 0,2587 | 148,06 | 74,7325 |
| 4400 | 0,2658 | 151,18 | 75,7683 | 0,3319 | 189,11 | 113,3362 | 0,2647 | 151,51 | 77,8394 |
| 4500 | 0,2718 | 154,62 | 78,8517 | 0,3395 | 193,41 | 117,9610 | 0,2707 | 154,95 | 81,0022 |
| 4600 | 0,2779 | 158,05 | 81,9896 | 0,3470 | 197,71 | 122,6682 | 0,2767 | 158,39 | 84,2205 |
| 4700 | 0,2839 | 161,49 | 85,1817 | 0,3545 | 202,01 | 127,4575 | 0,2828 | 161,84 | 87,4942 |
| 4800 | 0,2899 | 164,92 | 88,4279 | 0,3621 | 206,30 | 132,3286 | 0,2888 | 165,28 | 90,8231 |
| 4900 | 0,2960 | 168,36 | 91,7280 | 0,3696 | 210,60 | 137,2814 | 0,2948 | 168,72 | 94,2069 |
| 5000 | 0,3020 | 171,80 | 95,0819 | 0,3772 | 214,90 | 142,3155 | 0,3008 | 172,17 | 97,6455 |
| 5100 | 0,3081 | 175,23 | 98,4892 | 0,3847 | 219,20 | 147,4307 | 0,3068 | 175,61 | 101,1387 |
| 5200 | 0,3141 | 178,67 | 101,9499 | 0,3923 | 223,50 | 152,6268 | 0,3128 | 179,05 | 104,6862 |
| 5300 | 0,3201 | 182,10 | 105,4637 | 0,3998 | 227,79 | 157,9034 | 0,3189 | 182,50 | 108,2880 |
| 5400 | 0,3262 | 185,54 | 109,0306 | 0,4073 | 232,09 | 163,2604 | 0,3249 | 185,94 | 111,9438 |
| 5500 | 0,3322 | 188,98 | 112,6504 | 0,4149 | 236,39 | 168,6977 | 0,3309 | 189,38 | 115,6534 |
| 5600 | 0,3383 | 192,41 | 116,3228 | 0,4224 | 240,69 | 174,2148 | 0,3369 | 192,83 | 119,4168 |
| 5700 | 0,3443 | 195,85 | 120,0478 | 0,4300 | 244,99 | 179,8117 | 0,3429 | 196,27 | 123,2337 |
| 5800 | 0,3504 | 199,28 | 123,8252 | 0,4375 | 249,28 | 185,4882 | 0,3489 | 199,71 | 127,1040 |
| 5900 | 0,3564 | 202,72 | 127,6549 | 0,4451 | 253,58 | 191,2440 | 0,3549 | 203,16 | 131,0276 |
| 6000 | 0,3624 | 206,16 | 131,5368 | 0,4526 | 257,88 | 197,0790 | 0,3610 | 206,60 | 135,0042 |
| 6100 | 0,3685 | 209,59 | 135,4706 | 0,4602 | 262,18 | 202,9929 | 0,3670 | 210,04 | 139,0338 |
| 6200 | 0,3745 | 213,03 | 139,4563 | 0,4677 | 266,48 | 208,9857 | 0,3730 | 213,49 | 143,1162 |
| 6300 | 0,3806 | 216,46 | 143,4938 | 0,4752 | 270,77 | 215,0570 | 0,3790 | 216,93 | 147,2512 |
| 6400 | 0,3866 | 219,90 | 147,5829 | 0,4828 | 275,07 | 221,2069 | 0,3850 | 220,37 | 151,4388 |
| 6500 | 0,3926 | 223,34 | 151,7235 | 0,4903 | 279,37 | 227,4350 | 0,3910 | 223,82 | 155,6788 |
| 6600 | 0,3987 | 226,77 | 155,9154 | 0,4979 | 283,67 | 233,7413 | 0,3971 | 227,26 | 159,9711 |
| 6700 | 0,4047 | 230,21 | 160,1587 | 0,5054 | 287,97 | 240,1255 | 0,4031 | 230,70 | 164,3156 |
| 6800 | 0,4108 | 233,64 | 164,4531 | 0,5130 | 292,26 | 246,5876 | 0,4091 | 234,15 | 168,7121 |
| 6900 | 0,4168 | 237,08 | 168,7986 | 0,5205 | 296,56 | 253,1273 | 0,4151 | 237,59 | 173,1605 |
| 7000 | 0,4228 | 240,52 | 173,1950 | 0,5280 | 300,86 | 259,7446 | 0,4211 | 241,03 | 177,6607 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС СТАНДАРТ (КЛАСС 6) / ЛАЙТ (КЛАСС 5) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 25 x 3,5 (PN 20,0) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| | Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) |
| 5000 | 0,1933 | 171,80 | 32,6100 | 0,2414 | 214,90 | 48,7147 | 0,1925 | 172,17 | 33,5267 |
| 5250 | 0,2030 | 180,39 | 35,5494 | 0,2535 | 225,64 | 53,1154 | 0,2021 | 180,77 | 36,5450 |
| 5500 | 0,2126 | 188,98 | 38,6000 | 0,2655 | 236,39 | 57,6837 | 0,2118 | 189,38 | 39,6770 |
| 5750 | 0,2223 | 197,57 | 41,7609 | 0,2776 | 247,13 | 62,4183 | 0,2214 | 197,99 | 42,9217 |
| 6000 | 0,2320 | 206,16 | 45,0310 | 0,2897 | 257,88 | 67,3179 | 0,2310 | 206,60 | 46,2780 |
| 6250 | 0,2416 | 214,75 | 48,4096 | 0,3017 | 268,62 | 72,3813 | 0,2406 | 215,21 | 49,7452 |
| 6500 | 0,2513 | 223,34 | 51,8960 | 0,3138 | 279,37 | 77,6074 | 0,2503 | 223,82 | 53,3225 |
| 6750 | 0,2610 | 231,93 | 55,4892 | 0,3259 | 290,11 | 82,9952 | 0,2599 | 232,42 | 57,0089 |
| 7000 | 0,2706 | 240,52 | 59,1888 | 0,3379 | 300,86 | 88,5437 | 0,2695 | 241,03 | 60,8038 |
| 7250 | 0,2803 | 249,11 | 62,9939 | 0,3500 | 311,60 | 94,2519 | 0,2791 | 249,64 | 64,7064 |
| 7500 | 0,2899 | 257,70 | 66,9040 | 0,3621 | 322,35 | 100,1190 | 0,2888 | 258,25 | 68,7161 |
| 7750 | 0,2996 | 266,28 | 70,9184 | 0,3742 | 333,09 | 106,1441 | 0,2984 | 266,86 | 72,8323 |
| 8000 | 0,3093 | 274,87 | 75,0367 | 0,3862 | 343,84 | 112,3265 | 0,3080 | 275,47 | 77,0543 |
| 8250 | 0,3189 | 283,46 | 79,2582 | 0,3983 | 354,58 | 118,6653 | 0,3176 | 284,07 | 81,3817 |
| 8500 | 0,3286 | 292,05 | 83,5825 | 0,4104 | 365,33 | 125,1600 | 0,3273 | 292,68 | 85,8137 |
| 8750 | 0,3383 | 300,64 | 88,0091 | 0,4224 | 376,07 | 131,8098 | 0,3369 | 301,29 | 90,3500 |
| 9000 | 0,3479 | 309,23 | 92,5374 | 0,4345 | 386,82 | 138,6140 | 0,3465 | 309,90 | 94,9899 |
| 9250 | 0,3576 | 317,82 | 97,1671 | 0,4466 | 397,56 | 145,5721 | 0,3561 | 318,51 | 99,7331 |
| 9500 | 0,3673 | 326,41 | 101,8978 | 0,4586 | 408,31 | 152,6834 | 0,3658 | 327,12 | 104,5791 |
| 9750 | 0,3769 | 335,00 | 106,7289 | 0,4707 | 419,05 | 159,9474 | 0,3754 | 335,72 | 109,5274 |
| 10000 | 0,3866 | 343,59 | 111,6602 | 0,4828 | 429,80 | 167,3636 | 0,3850 | 344,33 | 114,5776 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС СТАНДАРТ (КЛАСС 6) / ЛАЙТ (КЛАСС 5) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 32 x 4,4 (PN 20,0) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| | Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) |
| 9000 | 0,2094 | 309,23 | 27,3667 | 0,2616 | 386,82 | 40,8942 | 0,2086 | 309,90 | 28,1312 |
| 9500 | 0,2211 | 326,41 | 30,1157 | 0,2761 | 408,31 | 45,0118 | 0,2202 | 327,12 | 30,9532 |
| 10000 | 0,2327 | 343,59 | 32,9803 | 0,2906 | 429,80 | 49,3036 | 0,2318 | 344,33 | 33,8933 |
| 10500 | 0,2444 | 360,77 | 35,9593 | 0,3051 | 451,29 | 53,7683 | 0,2434 | 361,55 | 36,9503 |
| 11000 | 0,2560 | 377,95 | 39,0517 | 0,3197 | 472,78 | 58,4044 | 0,2549 | 378,77 | 40,1232 |
| 11500 | 0,2676 | 395,13 | 42,2566 | 0,3342 | 494,27 | 63,2106 | 0,2665 | 395,98 | 43,4109 |
| 12000 | 0,2793 | 412,31 | 45,5732 | 0,3487 | 515,76 | 68,1857 | 0,2781 | 413,20 | 46,8126 |
| 12500 | 0,2909 | 429,49 | 49,0006 | 0,3633 | 537,25 | 73,3286 | 0,2897 | 430,42 | 50,3274 |
| 13000 | 0,3025 | 446,67 | 52,5382 | 0,3778 | 558,74 | 78,6382 | 0,3013 | 447,63 | 53,9545 |
| 13500 | 0,3142 | 463,85 | 56,1851 | 0,3923 | 580,23 | 84,1135 | 0,3129 | 464,85 | 57,6931 |
| 14000 | 0,3258 | 481,03 | 59,9407 | 0,4069 | 601,72 | 89,7536 | 0,3245 | 482,07 | 61,5425 |
| 14500 | 0,3374 | 498,21 | 63,8044 | 0,4214 | 623,21 | 95,5576 | 0,3361 | 499,28 | 65,5021 |
| 15000 | 0,3491 | 515,39 | 67,7757 | 0,4359 | 644,70 | 101,5247 | 0,3477 | 516,50 | 69,5712 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС СТАНДАРТ (КЛАСС 6) / ЛАЙТ (КЛАСС 5) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 40 x 5,5 (PN 20,0) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) |
| 14000 | 0,2085 | 481,03 | 20,5429 | 0,2604 | 601,72 | 30,6968 | 0,2077 | 482,07 | 21,1169 |
| 14500 | 0,2160 | 498,21 | 21,8594 | 0,2697 | 623,21 | 32,6686 | 0,2151 | 499,28 | 22,4685 |
| 15000 | 0,2234 | 515,39 | 23,2119 | 0,2790 | 644,70 | 34,6945 | 0,2225 | 516,50 | 23,8568 |
| 15500 | 0,2309 | 532,57 | 24,6001 | 0,2883 | 666,19 | 36,7744 | 0,2299 | 533,72 | 25,2816 |
| 16000 | 0,2383 | 549,75 | 26,0238 | 0,2976 | 687,68 | 38,9080 | 0,2373 | 550,93 | 26,7427 |
| 16500 | 0,2457 | 566,93 | 27,4828 | 0,3069 | 709,17 | 41,0948 | 0,2448 | 568,15 | 28,2398 |
| 17000 | 0,2532 | 584,11 | 28,9769 | 0,3162 | 730,66 | 43,3348 | 0,2522 | 585,37 | 29,7728 |
| 17500 | 0,2606 | 601,29 | 30,5060 | 0,3255 | 752,15 | 45,6275 | 0,2596 | 602,58 | 31,3415 |
| 18000 | 0,2681 | 618,47 | 32,0698 | 0,3348 | 773,64 | 47,9728 | 0,2670 | 619,80 | 32,9457 |
| 18500 | 0,2755 | 635,65 | 33,6682 | 0,3441 | 795,13 | 50,3705 | 0,2744 | 637,02 | 34,5852 |
| 19000 | 0,2830 | 652,83 | 35,3011 | 0,3534 | 816,62 | 52,8202 | 0,2818 | 654,23 | 36,2598 |
| 19500 | 0,2904 | 670,01 | 36,9682 | 0,3627 | 838,11 | 55,3218 | 0,2893 | 671,45 | 37,9694 |
| 20000 | 0,2979 | 687,19 | 38,6695 | 0,3720 | 859,60 | 57,8751 | 0,2967 | 688,67 | 39,7137 |
| 20500 | 0,3053 | 704,37 | 40,4047 | 0,3813 | 881,09 | 60,4799 | 0,3041 | 705,88 | 41,4928 |
| 21000 | 0,3128 | 721,55 | 42,1738 | 0,3906 | 902,58 | 63,1360 | 0,3115 | 723,10 | 43,3063 |
| 21500 | 0,3202 | 738,73 | 43,9766 | 0,3999 | 924,07 | 65,8431 | 0,3189 | 740,32 | 45,1542 |
| 22000 | 0,3277 | 755,91 | 45,8130 | 0,4092 | 945,56 | 68,6012 | 0,3263 | 757,53 | 47,0364 |
| 22500 | 0,3351 | 773,09 | 47,6828 | 0,4185 | 967,05 | 71,4101 | 0,3338 | 774,75 | 48,9526 |
| 23000 | 0,3426 | 790,26 | 49,5860 | 0,4278 | 988,54 | 74,2695 | 0,3412 | 791,97 | 50,9029 |
| 23500 | 0,3500 | 807,44 | 51,5225 | 0,4371 | 1010,03 | 77,1794 | 0,3486 | 809,18 | 52,8869 |
| 24000 | 0,3575 | 824,62 | 53,4920 | 0,4464 | 1031,52 | 80,1395 | 0,3560 | 826,40 | 54,9047 |
| 24500 | 0,3649 | 841,80 | 55,4946 | 0,4557 | 1053,01 | 83,1498 | 0,3634 | 843,62 | 56,9561 |
| 25000 | 0,3723 | 858,98 | 57,5301 | 0,4650 | 1074,50 | 86,2100 | 0,3708 | 860,83 | 59,0411 |
| 25500 | 0,3798 | 876,16 | 59,5983 | 0,4743 | 1095,99 | 89,3202 | 0,3783 | 878,05 | 61,1594 |
| 26000 | 0,3872 | 893,34 | 61,6994 | 0,4836 | 1117,48 | 92,4800 | 0,3857 | 895,27 | 63,3110 |
| 26500 | 0,3947 | 910,52 | 63,8330 | 0,4929 | 1138,97 | 95,6894 | 0,3931 | 912,48 | 65,4958 |
| 27000 | 0,4021 | 927,70 | 65,9991 | 0,5022 | 1160,46 | 98,9483 | 0,4005 | 929,70 | 67,7137 |
| 27500 | 0,4096 | 944,88 | 68,1977 | 0,5115 | 1181,95 | 102,2565 | 0,4079 | 946,92 | 69,9646 |
| 28000 | 0,4170 | 962,06 | 70,4287 | 0,5208 | 1203,44 | 105,6139 | 0,4153 | 964,13 | 72,2485 |
| 28500 | 0,4245 | 979,24 | 72,6919 | 0,5301 | 1224,93 | 109,0205 | 0,4228 | 981,35 | 74,5651 |
| 29000 | 0,4319 | 996,42 | 74,9873 | 0,5394 | 1246,42 | 112,4761 | 0,4302 | 998,57 | 76,9144 |
| 29500 | 0,4394 | 1013,60 | 77,3148 | 0,5487 | 1267,91 | 115,9805 | 0,4376 | 1015,78 | 79,2965 |
| 30000 | 0,4468 | 1030,78 | 79,6744 | 0,5580 | 1289,40 | 119,5338 | 0,4450 | 1033,00 | 81,7110 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС СТАНДАРТ (КЛАСС 6) / ЛАЙТ (КЛАСС 5) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 50 x 6,9 (PN 20,0) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) |
| 28000 | 0,2676 | 962,06 | 24,2327 | 0,3342 | 1203,44 | 36,2492 | 0,2665 | 964,13 | 24,8947 |
| 29000 | 0,2772 | 996,42 | 25,7904 | 0,3462 | 1246,42 | 38,5857 | 0,2761 | 998,57 | 26,4923 |
| 30000 | 0,2868 | 1030,78 | 27,3910 | 0,3581 | 1289,40 | 40,9872 | 0,2856 | 1033,00 | 28,1338 |
| 31000 | 0,2963 | 1065,14 | 29,0343 | 0,3700 | 1332,38 | 43,4533 | 0,2951 | 1067,43 | 29,8188 |
| 32000 | 0,3059 | 1099,50 | 30,7200 | 0,3820 | 1375,36 | 45,9838 | 0,3046 | 1101,87 | 31,5471 |
| 33000 | 0,3154 | 1133,86 | 32,4481 | 0,3939 | 1418,34 | 48,5783 | 0,3141 | 1136,30 | 33,3185 |
| 34000 | 0,3250 | 1168,22 | 34,2181 | 0,4058 | 1461,32 | 51,2365 | 0,3237 | 1170,73 | 35,1328 |
| 35000 | 0,3345 | 1202,58 | 36,0300 | 0,4178 | 1504,30 | 53,9582 | 0,3332 | 1205,16 | 36,9897 |
| 36000 | 0,3441 | 1236,94 | 37,8835 | 0,4297 | 1547,28 | 56,7431 | 0,3427 | 1239,60 | 38,8890 |
| 37000 | 0,3537 | 1271,30 | 39,7785 | 0,4417 | 1590,26 | 59,5908 | 0,3522 | 1274,03 | 40,8306 |
| 38000 | 0,3632 | 1305,65 | 41,7148 | 0,4536 | 1633,24 | 62,5013 | 0,3617 | 1308,46 | 42,8142 |
| 39000 | 0,3728 | 1340,01 | 43,6923 | 0,4655 | 1676,22 | 65,4742 | 0,3713 | 1342,90 | 44,8396 |
| 40000 | 0,3823 | 1374,37 | 45,7106 | 0,4775 | 1719,20 | 68,5094 | 0,3808 | 1377,33 | 46,9068 |
| 41000 | 0,3919 | 1408,73 | 47,7698 | 0,4894 | 1762,18 | 71,6066 | 0,3903 | 1411,76 | 49,0155 |
| 42000 | 0,4015 | 1443,09 | 49,8697 | 0,5013 | 1805,16 | 74,7656 | 0,3998 | 1446,20 | 51,1656 |
| 43000 | 0,4110 | 1477,45 | 52,0100 | 0,5133 | 1848,14 | 77,9862 | 0,4093 | 1480,63 | 53,3568 |
| 44000 | 0,4206 | 1511,81 | 54,1908 | 0,5252 | 1891,12 | 81,2683 | 0,4189 | 1515,06 | 55,5892 |
| 45000 | 0,4301 | 1546,17 | 56,4118 | 0,5371 | 1934,10 | 84,6116 | 0,4284 | 1549,50 | 57,8625 |
| 46000 | 0,4397 | 1580,53 | 58,6729 | 0,5491 | 1977,08 | 88,0160 | 0,4379 | 1583,93 | 60,1765 |
| 47000 | 0,4492 | 1614,89 | 60,9740 | 0,5610 | 2020,06 | 91,4814 | 0,4474 | 1618,36 | 62,5312 |
| 48000 | 0,4588 | 1649,25 | 63,3150 | 0,5730 | 2063,04 | 95,0074 | 0,4569 | 1652,80 | 64,9265 |
| 49000 | 0,4684 | 1683,61 | 65,6958 | 0,5849 | 2106,02 | 98,5941 | 0,4665 | 1687,23 | 67,3621 |
| 50000 | 0,4779 | 1717,97 | 68,1162 | 0,5968 | 2149,00 | 102,2413 | 0,4760 | 1721,66 | 69,8381 |
| 51000 | 0,4875 | 1752,33 | 70,5762 | 0,6088 | 2191,98 | 105,9487 | 0,4855 | 1756,10 | 72,3542 |
| 52000 | 0,4970 | 1786,69 | 73,0756 | 0,6207 | 2234,96 | 109,7164 | 0,4950 | 1790,53 | 74,9103 |
| 53000 | 0,5066 | 1821,05 | 75,6144 | 0,6326 | 2277,94 | 113,5440 | 0,5045 | 1824,96 | 77,5064 |
| 54000 | 0,5162 | 1855,40 | 78,1924 | 0,6446 | 2320,92 | 117,4316 | 0,5141 | 1859,40 | 80,1424 |
| 55000 | 0,5257 | 1889,76 | 80,8096 | 0,6565 | 2363,90 | 121,3790 | 0,5236 | 1893,83 | 82,8181 |

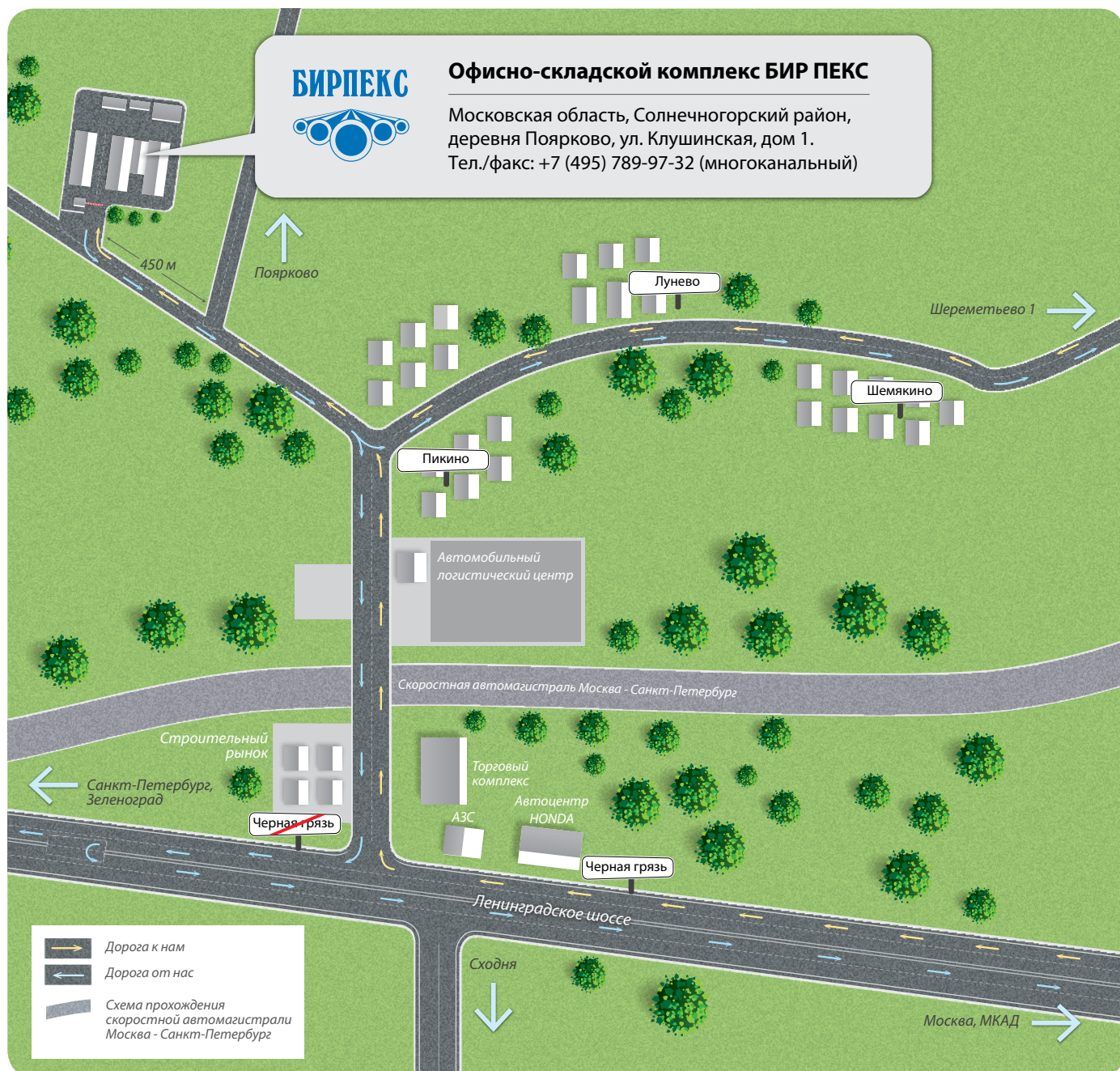
ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС СТАНДАРТ (КЛАСС 6) / ЛАЙТ (КЛАСС 5) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| 63 x 8,6 (PN 20,0) | Параметры теплоносителя 95/70 | | | Параметры теплоносителя 90/70 | | | Параметры теплоносителя 85/60 | | |
|--------------------|-------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| | Мощность (Вт) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) |
| 53000 | 0,3165 | 1821,05 | 24,3259 | 0,3952 | 2277,94 | 36,4192 | 0,3152 | 1824,96 | 24,9782 |
| 55000 | 0,3284 | 1889,76 | 25,9832 | 0,4101 | 2363,90 | 38,9083 | 0,3271 | 1893,83 | 26,6769 |
| 57000 | 0,3404 | 1958,48 | 27,6892 | 0,4251 | 2449,86 | 41,4711 | 0,3390 | 1962,70 | 28,4251 |
| 59000 | 0,3523 | 2027,20 | 29,4434 | 0,4400 | 2535,82 | 44,1072 | 0,3509 | 2031,56 | 30,2225 |
| 61000 | 0,3643 | 2095,92 | 31,2458 | 0,4549 | 2621,78 | 46,8163 | 0,3628 | 2100,43 | 32,0689 |
| 63000 | 0,3762 | 2164,64 | 33,0959 | 0,4698 | 2707,74 | 49,5981 | 0,3747 | 2169,30 | 33,9640 |
| 65000 | 0,3881 | 2233,36 | 34,9937 | 0,4847 | 2793,70 | 52,4521 | 0,3866 | 2238,16 | 35,9075 |
| 67000 | 0,4001 | 2302,08 | 36,9388 | 0,4996 | 2879,66 | 55,3782 | 0,3985 | 2307,03 | 37,8992 |
| 69000 | 0,4120 | 2370,79 | 38,9311 | 0,5145 | 2965,62 | 58,3760 | 0,4103 | 2375,90 | 39,9389 |
| 71000 | 0,4240 | 2439,51 | 40,9703 | 0,5294 | 3051,58 | 61,4453 | 0,4222 | 2444,76 | 42,0263 |
| 73000 | 0,4359 | 2508,23 | 43,0564 | 0,5444 | 3137,54 | 64,5857 | 0,4341 | 2513,63 | 44,1613 |
| 75000 | 0,4479 | 2576,95 | 45,1890 | 0,5593 | 3223,50 | 67,7971 | 0,4460 | 2582,50 | 46,3437 |
| 77000 | 0,4598 | 2645,67 | 47,3680 | 0,5742 | 3309,46 | 71,0792 | 0,4579 | 2651,36 | 48,5732 |
| 79000 | 0,4717 | 2714,39 | 49,5933 | 0,5891 | 3395,42 | 74,4318 | 0,4698 | 2720,23 | 50,8497 |
| 81000 | 0,4837 | 2783,11 | 51,8647 | 0,6040 | 3481,38 | 77,8547 | 0,4817 | 2789,10 | 53,1731 |
| 83000 | 0,4956 | 2851,83 | 54,1820 | 0,6189 | 3567,34 | 81,3477 | 0,4936 | 2857,96 | 55,5431 |
| 85000 | 0,5076 | 2920,54 | 56,5451 | 0,6338 | 3653,30 | 84,9105 | 0,5055 | 2926,83 | 57,9596 |
| 87000 | 0,5195 | 2989,26 | 58,9539 | 0,6488 | 3739,26 | 88,5430 | 0,5174 | 2995,70 | 60,4224 |
| 89000 | 0,5314 | 3057,98 | 61,4082 | 0,6637 | 3825,21 | 92,2450 | 0,5293 | 3064,56 | 62,9314 |
| 91000 | 0,5434 | 3126,70 | 63,9080 | 0,6786 | 3911,17 | 96,0164 | 0,5412 | 3133,43 | 65,4865 |
| 93000 | 0,5553 | 3195,42 | 66,4529 | 0,6935 | 3997,13 | 99,8569 | 0,5531 | 3202,30 | 68,0876 |
| 95000 | 0,5673 | 3264,14 | 69,0431 | 0,7084 | 4083,09 | 103,7664 | 0,5650 | 3271,16 | 70,7344 |
| 97000 | 0,5792 | 3332,86 | 71,6783 | 0,7233 | 4169,05 | 107,7448 | 0,5769 | 3340,03 | 73,4269 |
| 99000 | 0,5912 | 3401,57 | 74,3584 | 0,7382 | 4255,01 | 111,7919 | 0,5888 | 3408,90 | 76,1649 |
| 101000 | 0,6031 | 3470,29 | 77,0833 | 0,7532 | 4340,97 | 115,9076 | 0,6007 | 3477,76 | 78,9483 |

ТАБЛИЦА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРУБ БИР ПЕКС СТАНДАРТ (КЛАСС 6) / ЛАЙТ (КЛАСС 5) ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ ПИТЬЕВОГО ВОДОПРОВОДА

| PN 20,0 | 16 x 2,2 | | 20 x 2,8 | | 25 x 3,5 | | 32 x 4,4 | | 40 x 5,5 | | 50 x 6,9 | | 63 x 8,6 | |
|----------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Скорость (м/с) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) | Расход (кг/ч) | Удельная потеря давления (Па/м) |
| 0,05 | 18,99 | 6,94 | 29,26 | 5,29 | 45,72 | 4,01 | 75,95 | 2,92 | 118,68 | 2,21 | 184,93 | 1,67 | 296,01 | 1,25 |
| 0,10 | 37,98 | 23,37 | 58,52 | 17,84 | 91,44 | 13,50 | 151,91 | 9,83 | 237,36 | 7,44 | 369,85 | 5,64 | 592,03 | 4,20 |
| 0,15 | 56,97 | 47,61 | 87,79 | 36,33 | 137,17 | 27,49 | 227,86 | 20,02 | 356,04 | 15,14 | 554,78 | 11,48 | 888,04 | 8,55 |
| 0,20 | 75,95 | 78,90 | 117,05 | 60,21 | 182,89 | 45,56 | 303,82 | 33,17 | 474,72 | 25,10 | 739,70 | 19,02 | 1184,05 | 14,18 |
| 0,25 | 94,94 | 116,80 | 146,31 | 89,14 | 228,61 | 67,44 | 379,77 | 49,11 | 593,40 | 37,16 | 924,63 | 28,16 | 1480,07 | 20,99 |
| 0,30 | 113,93 | 160,98 | 175,57 | 122,86 | 274,33 | 92,95 | 455,73 | 67,69 | 712,08 | 51,21 | 1109,55 | 38,81 | 1776,08 | 28,93 |
| 0,35 | 132,92 | 211,20 | 204,83 | 161,18 | 320,05 | 121,95 | 531,68 | 88,80 | 830,76 | 67,19 | 1294,48 | 50,92 | 2072,09 | 37,95 |
| 0,40 | 151,91 | 267,27 | 234,10 | 203,97 | 365,78 | 154,32 | 607,64 | 112,37 | 949,44 | 85,02 | 1479,40 | 64,44 | 2368,10 | 48,02 |
| 0,45 | 170,90 | 329,01 | 263,36 | 251,09 | 411,50 | 189,97 | 683,59 | 138,33 | 1068,12 | 104,66 | 1664,33 | 79,32 | 2664,12 | 59,12 |
| 0,50 | 189,89 | 396,31 | 292,62 | 302,45 | 457,22 | 228,83 | 759,55 | 166,63 | 1186,80 | 126,07 | 1849,26 | 95,55 | 2960,13 | 71,21 |
| 0,55 | 208,88 | 469,04 | 321,88 | 357,96 | 502,94 | 270,83 | 835,50 | 197,21 | 1305,48 | 149,21 | 2034,18 | 113,08 | 3256,14 | 84,28 |
| 0,60 | 227,86 | 547,12 | 351,14 | 417,54 | 548,66 | 315,91 | 911,46 | 230,03 | 1424,15 | 174,04 | 2219,11 | 131,91 | 3552,16 | 98,30 |
| 0,65 | 246,85 | 630,44 | 380,41 | 481,13 | 594,39 | 364,02 | 987,41 | 265,07 | 1542,83 | 200,55 | 2404,03 | 152,00 | 3848,17 | 113,28 |
| 0,70 | 265,84 | 718,94 | 409,67 | 548,67 | 640,11 | 415,12 | 1063,37 | 302,28 | 1661,51 | 228,70 | 2588,96 | 173,33 | 4144,18 | 129,18 |
| 0,75 | 284,83 | 812,55 | 438,93 | 620,11 | 685,83 | 469,17 | 1139,32 | 341,64 | 1780,19 | 258,48 | 2773,88 | 195,90 | 4440,20 | 146,00 |
| 0,80 | 303,82 | 911,21 | 468,19 | 695,41 | 731,55 | 526,14 | 1215,28 | 383,12 | 1898,87 | 289,86 | 2958,81 | 219,69 | 4736,21 | 163,72 |
| 0,85 | 322,81 | 1014,86 | 497,46 | 774,51 | 777,27 | 585,99 | 1291,23 | 426,70 | 2017,55 | 322,84 | 3143,74 | 244,68 | 5032,22 | 182,35 |
| 0,90 | 341,80 | 1123,45 | 526,72 | 857,38 | 823,00 | 648,69 | 1367,19 | 472,35 | 2136,23 | 357,38 | 3328,66 | 270,86 | 5328,24 | 201,86 |
| 0,95 | 360,79 | 1236,94 | 555,98 | 943,99 | 868,72 | 714,22 | 1443,14 | 520,07 | 2254,91 | 393,48 | 3513,59 | 298,22 | 5624,25 | 222,25 |
| 1,00 | 379,77 | 1355,29 | 585,24 | 1034,31 | 914,44 | 782,55 | 1519,10 | 569,83 | 2373,59 | 431,13 | 3698,51 | 326,75 | 5920,26 | 243,51 |
| 1,05 | 398,76 | 1478,45 | 614,50 | 1128,30 | 960,16 | 853,67 | 1595,05 | 621,61 | 2492,27 | 470,31 | 3883,44 | 356,45 | 6216,27 | 265,64 |
| 1,10 | 417,75 | 1606,39 | 643,77 | 1225,95 | 1005,88 | 927,54 | 1671,01 | 675,40 | 2610,95 | 511,01 | 4068,36 | 387,29 | 6512,29 | 288,63 |
| 1,15 | 436,74 | 1739,08 | 673,03 | 1327,21 | 1051,61 | 1004,16 | 1746,96 | 731,20 | 2729,63 | 553,22 | 4253,29 | 419,28 | 6808,30 | 312,47 |
| 1,20 | 455,73 | 1876,50 | 702,29 | 1432,08 | 1097,33 | 1083,50 | 1822,92 | 788,97 | 2848,31 | 596,93 | 4438,21 | 452,41 | 7104,31 | 337,16 |
| 1,25 | 474,72 | 2018,60 | 731,55 | 1540,52 | 1143,05 | 1165,55 | 1898,87 | 848,71 | 2966,99 | 642,13 | 4623,14 | 486,67 | 7400,33 | 362,69 |
| 1,30 | 493,71 | 2165,36 | 760,81 | 1652,53 | 1188,77 | 1250,29 | 1974,83 | 910,42 | 3085,67 | 688,82 | 4808,07 | 522,06 | 7696,34 | 389,06 |
| 1,35 | 512,70 | 2316,76 | 790,08 | 1768,07 | 1234,49 | 1337,71 | 2050,78 | 974,08 | 3204,35 | 736,98 | 4992,99 | 558,56 | 7992,35 | 416,27 |
| 1,40 | 531,68 | 2472,78 | 819,34 | 1887,14 | 1280,22 | 1427,80 | 2126,74 | 1039,68 | 3323,03 | 786,61 | 5177,92 | 596,17 | 8288,37 | 444,30 |
| 1,45 | 550,67 | 2633,39 | 848,60 | 2009,72 | 1325,94 | 1520,54 | 2202,69 | 1107,20 | 3441,71 | 837,70 | 5362,84 | 634,90 | 8584,38 | 473,16 |
| 1,50 | 569,66 | 2798,58 | 877,86 | 2135,78 | 1371,66 | 1615,92 | 2278,65 | 1176,66 | 3560,39 | 890,25 | 5547,77 | 674,72 | 8880,39 | 502,84 |

СХЕМА ПРОЕЗДА



ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ

Варианты 1 и 2

От станций метро «Речной вокзал» или «Водный стадион»:
автобус №350м (маршрут: метро «Речной вокзал» — Менделеево)
автобус №440 (маршрут: метро «Водный стадион» — Солнечногорск)

На автобусе №350м от станции метро «Речной вокзал» или на автобусе №440 от станции метро «Водный стадион» доехать до остановки «Черная грязь», перейти на соседнюю остановку, далее сесть на автобус или маршрутное такси №44, доехать до остановки «Поворот». Далее вернуться на главную дорогу (до поворота) и пройти по направлению движения, на втором повороте свернуть направо.

Вариант 3

Со станции «Сходня» автобус №44 (маршрут: Станция «Сходня» — Круглое Озеро)

Добраться до станции «Сходня». Электричка отправляется с Ленинградского вокзала. На станции сесть на автобус или маршрутное такси №44, доехать до остановки «Поворот». Далее вернуться на главную дорогу (до поворота) и пройти по направлению движения, на втором повороте свернуть направо.



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС БИР ПЕКС

Москва +7 (495) 789-97-32 (многоканальный)

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА БИР ПЕКС В РОССИИ

Единый номер +7 (495) 789-97-32 *Наберите добавочный номер для связи с нужным Вам представительством*

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

Воронеж 5420

МЕСТНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ НОМЕРА

+7 (473) 251-42-10

ПРИВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

Ижевск 5030, 5031

+7 (3412) 61-35-65

Казань 5010, 5011, 5012, 5013

+7 (843) 240-19-75, +7 (903) 062 95 85

Нижний Новгород 5270

+7 (831) 228-12-34

Пенза 5140

+7 (8412) 21-94-74

Пермь 5070

+7 (919) 710-46-50

Саранск 5090

+7 (8342) 31-02-83

Саратов 5020, 5021, 5022, 5023, 5024

+7 (8452) 24-40-33

Ульяновск 5330

+7 (951) 097-52-97

Уфа 5310

+7 (347) 298-57-19

ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

Волгоград 5230

+7 (917) 331-62-47

Краснодар 5230

+7 (861) 944-1-966, +7 (918) 657-08-77

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

Екатеринбург 5060, 5061

+7 (343) 222-70-90

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

Красноярск 5150

+7 (391) 202-40-28, +7 (391) 293-96-60, +7 (391) 218-03-71

Новосибирск 5540

+7 (952) 925-76-50

Омск 5390

+7 (3812) 38-87-02

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

Владивосток 5290

+7 (423) 265-34-41