



**Руководство  
по проектированию и монтажу  
систем водоснабжения и отопления  
с применением металлополимерных труб  
Coesklima superK®**

**2010**

Компания *Интерма* поставляет на российский строительный рынок металлополимерные трубы *Coesklima SuperK®*, производимые одной из авторитетнейших европейских фирм – итальянской Компанией *CO.E.S. (Compagnia Edil Sanitaria S.p.A.)*.

Пятислойная труба *Coesklima SuperK®* состоит из двух слоёв силанольносшитого полиэтилена *Pex-b*, двух слоёв специального клея и алюминиевого сердечника, сваренного по образующей лазерным лучом. Труба предназначена для систем холодного и горячего водоснабжения, радиаторного и напольного отопления, оросительных систем и кондиционирования, а также других аналогичных систем. Вместе с трубами *Интерма* поставляет исчерпывающий ассортимент соединительных деталей трубопроводов, а также монтажный инструмент, предназначенный для качественного монтажа трубопроводных систем из труб *Coesklima SuperK®*.

Задачей настоящего «Руководства по проектированию и монтажу систем водоснабжения и отопления с применением металлополимерных труб *Coesklima SuperK®*» является адаптация итальянской продукции к условиям российского рынка. Поэтому основные вопросы проектирования и монтажа этих систем рассмотрены с позиций российских нормативных документов, в том числе федерального уровня.

«Руководство» предназначено для организаций и частных лиц, занимающихся проектированием, монтажом и эксплуатацией трубопроводных систем инженерного оборудования с использованием металлополимерных труб.



Компания *ИНТЕРМА* - один из крупнейших поставщиков широкого ассортимента оборудования зарубежного производства для комплектации и монтажа систем отопления, водоснабжения и водоотведения. За 15 лет работы компания смогла завоевать репутацию надежного поставщика оборудования гарантированно высокого качества.

- радиаторы отопления
- конвекторы
- радиаторы для ванных комнат
- системы трубопроводов
- фитинги
- запорно-регулирующая арматура
- насосное оборудование
- котельное оборудование от 4 кВт до 100 МВт
- дымоходы
- кровельные воронки, трапы, затворы и др.
- тепловые пункты
- блочно - модульные котельные
- модульные мини-ТЭС
- блоки технологического оборудования для нефтяной и химической промышленности

Технический отдел компании осуществляет полный цикл работ от проекта до монтажа. На все оборудование и монтажные работы дается гарантия.

Компания имеет разрешение *РОСТЕХНАДЗОРА* и лицензии *ГОССТРОЯ*. Специалисты-монтажники аттестованы *РОСТЕХНАДЗОРОМ*, прошли обучение на фирмах - производителях оборудования.

Отгрузка товара производится со склада в Москве. Компания осуществляет бесплатную доставку товара нашим клиентам по Москве или до транспортной компании для отправки груза в регионы

Для удобства работы с клиентами в регионах, филиалы компании расположены в крупнейших городах России (Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Казани, Воронеже, Самаре, Екатеринбурге, Пятигорске и Волгограде), а дилерская сеть простирается на территории всей страны, что позволяет решить вопросы региональных поставок.

Вся продукция сертифицирована согласно нормативам, действующим на территории Российской Федерации.

## Оглавление

1. Введение.	4
2. Технические характеристики труб и деталей Coesklima SuperK®	5
2.1. Преимущества металлополимерных труб перед трубами из традиционных материалов.	7
3. Проектирование трубопроводных систем водоснабжения и отопления.	8
3.1. Классификация трубопроводов.	8
3.2. Гидравлический расчёт трубопроводов.	8
3.3. Компенсация изменений длины трубопроводов.	13
3.4. Гидравлический расчёт тёплых полов.	18
4. Монтаж трубопроводов.	24
4.1. Разъёмные соединения.	24
4.2. Неразъёмные соединения.	25
5. Промывка и сдача трубопроводной системы в эксплуатацию.	30
6. Транспортировка и складирование труб Coesklima SuperK®.	35
7. Техника безопасности при работе с трубами Coesklima SuperK®.	35
Приложение 2. Сортамент труб и соединительных деталей Coesklima SuperK®.	36
Приложение 3. Таблица химической стойкости труб Coesklima SuperK®.	41
Приложение 4. Таблицы для гидравлического расчёта трубопроводов радиаторного отопления (температура воды 95°C).	46

## 1. Введение

Настоящее Руководство по проектированию и монтажу систем водоснабжения и отопления с использованием металлополимерных труб Coesklima SuperK® разработано в помощь организациям и частным лицам, специализирующимся в данной области строительства.

Технология изготовления пятислойной металлополимерной трубы, к каковым относится и труба Coesklima SuperK® производства известной итальянской Компании CO.E.S., изобретена в середине 80-х годов прошлого века и с тех пор неизменно совершенствуется. Металлополимерные трубы очень быстро распространяются на европейском рынке строительных трубопроводных материалов для систем горячего водоснабжения и отопления, вытесняя стальные оцинкованные, а иногда и медные трубы. Так, по данным [1], потребление стальных оцинкованных труб сократилось в 2004 г. по сравнению с 2000 г. с 101,3 млн. м. до 71,5 млн.м., а медных с 734,4 млн. м. до 671,1 млн. м, в то время как потребление металлополимерных труб возросло с 142,3 млн.м. до 279,0 млн.м.

Как и все трубы из полимерных материалов, металлополимерные трубы абсолютно не подвержены коррозии и зарастанию внутреннего сечения и сохраняют неизменной шероховатость внутренней поверхности на весь срок эксплуатации системы (до 50 лет, в зависимости от рабочего давления и температуры транспортируемой среды), чем выгодно отличаются от стальных труб (коэффициент шероховатости за 15 лет эксплуатации может возрасти в 100(!) и более раз).

В отличие от труб из сшитого полиэтилена, металлополимерные трубы имеют кислородонепроницаемый барьер (в виде оболочки из алюминиевой фольги) и существенно более низкий (в 8 раз) коэффициент теплового линейного расширения. Последнее обстоятельство позволяет существенно снизить количество опор на трубопроводе.

Металлополимерная труба – единственная труба, которую можно завязать в узел и развязать без каких-либо последствий для её качества. Такая гибкость металлополимерных труб позволяет исключить из номенклатуры соединительных деталей отводы, так как обеспечить в процессе монтажа поворот трубопровода на любой угол можно именно за счёт гибкости самих труб.

К достоинствам металлополимерных труб следует отнести их малый вес, низкие трудозатраты на монтаж трубопроводных систем (до 10 раз ниже, чем при монтаже систем из стальных труб), устойчивость к воздействию блуждающих токов, к электрохимической коррозии. Металлополимерные трубы химически стойки к подавляющему большинству химически агрессивных веществ и соединений, обладают высокой стойкостью к гидроабразивному износу.

Многолетний европейский и российский опыт эксплуатации систем водоснабжения и отопления с использованием металлополимерных труб показывает, что такие системы могут быть надёжными и долговечными только в том случае, когда применяются высококачественные материалы и монтажный инструмент, а работы выполняются обученным, квалифицированным персоналом. В связи с этим очень важно отметить, что рассматриваемые в данном руководстве трубы и детали трубопроводов производятся итальянской Компанией CO.E.S. – одним из европейских лидеров по производству и сбыту продукции для строительства внутренних водо-тепло-сантехнических систем высокого качества. Система Coesklima SuperK® соответствует нормам итальянских стандартов UNI 10954, разрешена для контакта с питьевой водой Министерством здравоохранения Италии (циркуляр №174 от 6/4/2004 г.) и защищена российскими сертификатами Госстандарта и Госсанэпидемслужбы.

## 2. Технические характеристики труб и деталей Coesklima SuperK®

Металлополимерная труба Coesklima SuperK® представляет собой пятислойную конструкцию (рис 2.1): на внутреннюю трубу (1) из сшитого полиэтилена нанесён слой специального клея (4), который обернут алюминиевой фольгой (2) толщиной (в зависимости от диаметра трубы)  $0,2 \pm 0,4$  мм, сваренной по образующей лазерным лучом; на алюминиевую оболочку вновь нанесён слой специального клея (4), который закрыт ещё одной трубой (3) из сшитого полиэтилена.

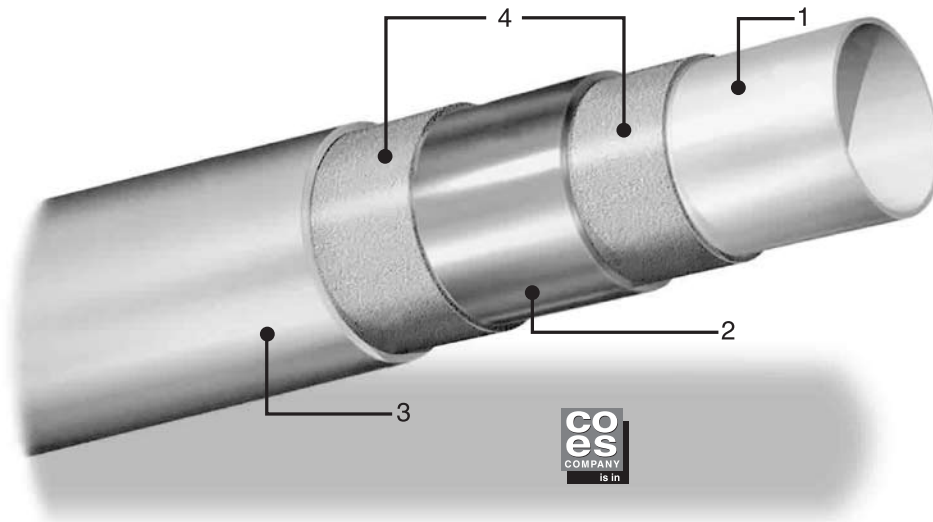


Рис. 2.1

Сшитый полиэтилен – РЕХ, в отличие от линейного и разветвлённого полиэтиленов (полиэтилены низкой (ПНП) и высокой (ПВП) плотности), которые не рекомендуется применять при температуре транспортируемой среды выше  $60^{\circ}\text{C}$ , является материалом теплостойким. В частности, рассматриваемые трубы Coesklima SuperK® рекомендуются для следующих эксплуатационных условий: температура транспортируемой среды до  $95^{\circ}\text{C}$ , рабочее давление до 10 атм. - срок службы 25-30 лет; при температуре транспортируемой среды до  $20^{\circ}\text{C}$  и рабочем давлении 10 атм. – срок службы не менее 50 лет.

Сшитый полиэтилен получают «сшиванием» обычных полиэтиленов, т.е. образованием в их молекулярной структуре поперечных связей. Сшивание полиэтилена осуществляется одним из четырёх способов, каждый из которых имеет свою маркировку. В частности, трубы Coesklima SuperK® сшиваются химическим способом – так называемая силанольная сшивка, которая маркируется как РЕХ-b.

После сшивки полиэтилен теряет способность соединяться сваркой нагретым инструментом, поэтому единственным способом соединения металлополимерных труб друг с другом и с трубами из других материалов являются механические соединения, которые рассматриваются ниже.

Физические свойства труб Coesklima SuperK® приведены в Таблице 2.1.

Таблица 2.1. Физические свойства труб Coesklima SuperK®

Показатель	Значения показателя
Плотность материала РЕХ-b, $\text{г/см}^3$	0,95
Коэффициент теплового линейного расширения материала РЕХ-b, $1/^{\circ}\text{C}$ (мм/м $^{\circ}\text{C}$ )	$2 \cdot 10^{-4}$ (0,2 )
Коэффициент теплового линейного расширения трубы Coesklima SuperK®, $1/^{\circ}\text{C}$ (мм/м $^{\circ}\text{C}$ )	$2,6 \cdot 10^{-5}$ (0,026)
Коэффициент теплопроводности, Вт/м $^{\circ}\text{C}$	0,4
Коэффициент шероховатости, мм	0,007

Прочность металлополимерных труб, как и труб из других полимерных материалов, является функцией толщины стенки трубы и косвенно характеризуется величиной так называемого нормального размерного соотношения SDR:

$$SDR = \frac{d_H}{\delta_H} \quad (2.1.)$$

где  $d_H$  – номинальный наружный диаметр трубы, мм;

$\delta_H$  – номинальная толщина стенки трубы, мм.

Значение 
$$\frac{SDR-1}{2} = S \quad (2.2)$$

характеризует серию труб (S).

Иллюстрация связи между величиной рабочего давления и значениями SDR и S для труб из полимерных материалов приведена в Таблице 2.2.

Таблица 2.2. Связь между номинальным рабочим давлением и характеристиками труб SDR и S.

Номинальное рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>	Значение SDR	Серия труб S
2.5	41	20
3.2	33	16
4	26	12.5
6	17.6	8.3
10	11	5
12	9	4
16	7.4	3.2
20	6	2.5
25	5	2

Два слоя специального клея (см. рис. 2.1.), наносимого в процессе изготовления трубы на наружную поверхность нижней трубы из сшитого полиэтилена и на наружную поверхность алюминиевого сердечника, надёжно скрепляют все компоненты конструкции, делая её единой целой металлополимерной трубой. Некоторые характеристики этой трубы отличаются от характеристик алюминия и полиэтилена. Например, коэффициент теплового расширения полиэтилена 0,2 мм/м°С, алюминия – 0,011 мм/м°С, а трубы в целом – 0,026 мм/м°С.

Тот факт, что пятислойная конструкция не расслаивается в процессе эксплуатации трубопроводной системы, подтверждает это единство. На этом основании можно проанализировать связь между рабочим давлением и параметрами SDR и S труб Coesklіma SuperK® по всему их ассортименту, предлагаемому в рамках настоящей работы. Данные представлены в Таблице 2.3.

Полный ассортимент труб и деталей Coesklіma SuperK® представлен в приложении №4.

Как следует из Таблицы 2.3, Компания CO.E.S. рекомендует применять трубы Coesklіma SuperK® на рабочее давление не более 10 кгс/см<sup>2</sup> независимо от значения SDR, несмотря на то, что практически по всему ассортименту трубы могут работать при давлениях, существенно превышающих 10 кгс/см<sup>2</sup>. Тем самым, Компания CO.E.S. создаёт дополнительный запас прочности трубопроводных систем из этих труб.

Это важное обстоятельство имеет большое значение для всех трубопроводных систем инженерного оборудования, где применяются трубы Coesklіma SuperK®, но особенно в системах технологических трубопроводов. Дело в том, что трубы из полимерных материалов химически стойки к подавляющему большинству химически активных веществ и соединений (приложение 5). И здесь трубы Coesklіma SuperK® могут найти широкое применение. В технологических трубопроводах дополнительный запас их прочности, безусловно, создаёт дополнительную уверенность в надёжности системы.

Таблица 2.3

Ассортимент труб Coesklima SuperK®		Значения SDR	Серия труб S	Рабочее давление, рекомендуемое Компанией CO.E.S., кгс/см <sup>2</sup>
Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм			
14	2	7	3	10
16	2	8	3,5	10
16	2,25	7,4	3,05	10
18	2	9	4	10
20	2	10	4,5	10
20	2,25	8,89	3,94	10
25	2,5	10	4,5	10
26	3	8,67	3,8	10
32	3	10,67	4,8	10
40	4	10	4,5	10
50	4,5	11,1	5	10
63	6	10,5	4,75	10
75	7,5	10	4,5	10

## 2.1. Преимущества металлополимерных труб перед трубами из традиционных материалов

Изучение физико-механических свойств металлополимерных труб позволяет сформулировать их преимущества перед трубами из традиционных материалов, применяющихся для строительства трубопроводных систем инженерного оборудования. Следует подчеркнуть, что это в основном внутридомовые системы водоснабжения и отопления, где традиционно применяются стальные трубы. В отличие от них, металлополимерные трубы имеют следующие преимущества:

- они не корродируют, их сечение не зарастает коррозионными и карбонатными отложениями, сохраняя на весь срок эксплуатации постоянный коэффициент шероховатости;
- при температуре транспортируемой среды 20°C и рабочем давлении (в данном случае 10 кгс/см<sup>2</sup>) срок их службы составляет 50 лет; при температуре 95°C • 25÷35 лет;
- коэффициент их шероховатости в 7,5 и более раз ниже, чем у стальных труб;
- весьма низкий коэффициент их теплопроводности (в сотни раз ниже, чем у стальных труб), что позволяет в целом ряде случаев отказаться от тепловой изоляции теплопроводов из металлополимерных труб;
- высокая стойкость к гидроабразивному износу;
- высокая химическая стойкость;
- устойчивость к воздействию блуждающих токов;
- малая масса труб, что значительно облегчает выполнение операций по монтажу, погрузочно-разгрузочным работам и транспортировке;
- низкие трудозатраты на монтаж;
- высокая ремонтпригодность;
- санитарно-экологическая безопасность;
- надёжность и долговечность;
- высокая гибкость труб, позволяющая в принципе отказаться от таких деталей, как отводы.



### 3. Проектирование трубопроводных систем водоснабжения и отопления

#### 3.1. Классификация трубопроводов.

Металлополимерные трубы и детали трубопроводов Coesklima SuperK® с успехом применяются в следующих системах инженерного оборудования зданий и сооружений:

- а) хозяйственно-питьевое водоснабжение жилых и общественных зданий (температура воды до 20°C);
- б) поливочные водопроводы;
- в) горячее водоснабжение жилых и общественных зданий (температура воды до 75°C, в детских и дошкольных учреждениях – до 37,5°C);
- г) радиаторное и стеновое отопление (температура воды до 95°C);
- д) водяное напольное отопление «тёплые полы» (температура воды до 45°C);
- е) технологические трубопроводы (с учётом их химической стойкости, температура транспортируемой жидкости до 95°C);
- ж) подпочвенный обогрев (температура воды до 45°C);

Запрещается применение металлополимерных труб:

- а) в системах противопожарного водоснабжения;
- б) в помещениях категории «Г» по пожарной опасности;
- в) в помещениях с источниками теплового излучения, температура поверхности которых превышает 150°C;
- г) для устройства расширительного, предохранительного, переливного и сигнального трубопроводов.

#### 3.2. Гидравлический расчёт трубопроводов.

При расчёте диаметров трубопроводов с использованием металлополимерных труб Coesklima SuperK® следует исходить из того, что рабочее давление на расчётном участке не должно превышать 10 кгс/см<sup>2</sup> (напор равный 100 м в.ст.)

В общем случае расчётов трубопроводных систем водоподачи требуемый напор определяется по формуле:

$$H_{TP} = i \cdot l + h_{M.C.} + h_{ГЕОМ.} + h_{B.Y.} + h_{CB} - h_{Г} \quad (3.1)$$

где

- $i$  – удельная потеря напора на расчётном участке, м/м;
- $l$  – общая длина трубопровода расчётного участка, м;
- $h_{M.C.}$  – потеря напора в местных сопротивлениях, м;
- $h_{ГЕОМ.}$  – геометрическая высота расположения расчётной точки, м;
- $h_{B.Y.}$  – потеря напора в водоизмерительных устройствах (если таковые есть на расчётном участке), м;
- $h_{CB}$  – свободный напор в расчётной точке системы, м;
- $h_{Г}$  – гарантийный напор на входе в расчётный участок, м;



Удельная потеря напора  $i$  определяется по формуле:

$$i = \frac{\lambda \cdot v^2}{2g \cdot d_p} \quad (3.2)$$

где

$\lambda$  – коэффициент сопротивления трения по длине трубопровода;

$v$  – скорость течения воды, м/с;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения;

$d_p$  – расчётный (внутренний) диаметр трубы, м.

Коэффициент сопротивления трения  $\lambda$  определяется в зависимости от режима течения воды – ламинарного или турбулентного. Ламинарный режим течения сохраняется при числах Рейнольдса ( $Re$ ) до 2540. Число Рейнольдса равно:

$$Re = \frac{v \cdot d_p}{\nu} \quad (3.3)$$

где

$\nu$  – коэффициент кинематической вязкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

При ламинарном движении жидкости

$$\lambda_{\text{л}} = \frac{64}{Re} \quad (3.4)$$

и не зависит от шероховатости материала труб.

При  $Re > 2540$  наступает турбулентное течение, характеризующееся двумя режимами: переходным, где сопротивление движению зависит и от вязкости жидкости, и от шероховатости материала труб, и квадратичным, где сопротивление движению зависит только от шероховатости материала.

Следует подчеркнуть, что пластмассовые трубы начинают работать в квадратичной области при скоростях течения жидкости, превышающих 30 м/с.

Квадратичный режим течения наступает при

$$Re_{\text{KB}} = \frac{500 \cdot d_p}{k_3} \quad (3.5)$$

где

$k_3$  – коэффициент эквивалентной равномернозернистой шероховатости материала труб, мм. Для труб из полимерных материалов, в том числе металлополимерных труб Coesklima SuperK®, рекомендуется принимать  $k_3 = 0,02$  мм.

Расчётные формулы для определения коэффициента  $\lambda$  в переходной области сопротивлений приведены в СП 40-102-2000 [ 2 ]:

$$\sqrt{\lambda} = \frac{0,5 \cdot \left[ \frac{b}{2} + \frac{1,312(b-2) \cdot \lg \frac{3,7d_p}{k_3}}{\lg Re - 1} \right]}{\lg \frac{3,7d_p}{k_3}} \quad (3.6.)$$

где  $b = 1 + \frac{\lg Re}{\lg Re_{\text{KB}}}$  (при  $b > 2$  следует принимать  $b = 2$ )

В переходной области сопротивлений при  $k_3 = 0.02$  мм и температуре воды  $10^\circ\text{C}$  допускается величину удельных потерь напора  $i$  (в соответствии с формулой (3.2)) определять по номограмме рис.3.1, приведённой в [2].

Номограмма состоит из четырёх шкал со значениями, соответственно:

- $D_p$  - расчётный (внутренний) диаметр трубы, мм;
- $q$  - расход жидкости, л/с;
- $v$  - скорость течения жидкости, м/с,
- $1000 \dot{i}_{10}$  - удельная потеря напора, мм/м.

При расчётах по номограмме результат достигается одним наложением линейки: прямой линией соединяются точки на шкалах  $D_p$  и  $q$  и на шкалах  $v$  и  $1000 \dot{i}_{10}$  читается ответ.

*Например:*

Дано:  $D_p = 20$ мм,  $q = 0,5$  л/с.

Требуется определить значения  $v$  и  $1000 \dot{i}_{10}$ .

Решение:

Прямой линией соединяем точки со значениями  $D_p = 20$ мм и  $q = 0,5$  л/с и продолжаем прямую линию до пересечения со шкалами  $v$  и  $1000 \dot{i}_{10}$ .

Читаем ответы:  $v = 1,6$  м/с,  $1000 \dot{i}_{10} = 190$  мм/м = 0,19 м/м.

Как отмечено выше, металлополимерные трубы Coesklima SuperK® могут работать при ламинарном течении и в переходной области турбулентного течения жидкости. Ламинарное течение возможно в системах отопления при скоростях течения воды 0,1-0,2 м/с в трубах малого диаметра. Во всех остальных практических случаях системы водоподачи (отопления и водоснабжения) работают в переходной области, где величина гидравлических сопротивлений зависит (при прочих равных условиях) от вязкости жидкости. В частности, кинематическая вязкость воды является функцией её температуры. Данные приведены в таблице 3.1 [3]

Таблица 3.1. Значения кинематической вязкости воды  $\nu$ , при различных её температурах  $t$ .

Температура воды, °С	Кинематическая вязкость, м <sup>2</sup> /с	Температура воды, °С	Кинематическая вязкость, м <sup>2</sup> /с	Температура воды, °С	Кинематическая вязкость, м <sup>2</sup> /с
0	$1.78 \cdot 10^{-6}$	14	$1.71 \cdot 10^{-6}$	30	$0.8 \cdot 10^{-6}$
5	$1.52 \cdot 10^{-6}$	16	$1.11 \cdot 10^{-6}$	40	$0.661 \cdot 10^{-6}$
10	$1.31 \cdot 10^{-6}$	18	$1.06 \cdot 10^{-6}$	70	$0.41 \cdot 10^{-6}$
12	$1.24 \cdot 10^{-6}$	20	$1.01 \cdot 10^{-6}$	100	$0.28 \cdot 10^{-6}$

Как отмечено выше, номограмма (рис. 3.1) построена по формуле (3.6) при температуре воды 10°C. Для пересчёта значений  $1000 \dot{i}_{10}$  на температуру, превышающую 10°C (до 60°C), рекомендуется номограмма (рис. 3.2), позволяющая определять поправочные множители к значениям  $1000 \dot{i}_{10}$ , полученным по номограмме (рис. 3.1)

Номограмма состоит из бинарных полей ( $\nu$ ,  $d_p$ , и  $\nu$ ,  $t$ ) с общим семейством параллельных прямых  $\nu$ , м/с; на прямой  $k_t$  расположены значения поправочных множителей со значениями от 0,8 до 1,1 и фиксированная точка, помеченная вертикальной стрелкой.

Способ пользования номограммой следующий. На левом поле отмечается точка пересечения линий  $D_p$  и  $\nu$ , а на правом – точка пересечения линий  $D_p$  и  $t$ . Затем измеряется отрезок между этими двумя точками, который откладывается от фиксированной точки на шкале  $k_t$  (см. ключ пользования). Значение поправочного множителя  $k_t$  читается на противоположном конце отложенного отрезка.

В вышеприведённом примере, где дано  $D_p = 20$ мм;  $q = 0,5$  л/с и  $t = 10^\circ\text{C}$ , по номограмме (рис.3.1) мы получили  $v = 1,6$  м/с и  $1000 \dot{i}_{10} = 190$  мм/м. Теперь с помощью номограммы (рис.3.2) определим, чему будут равняться потери напора  $1000 \dot{i}$  при температуре воды  $t = 60^\circ\text{C}$ .

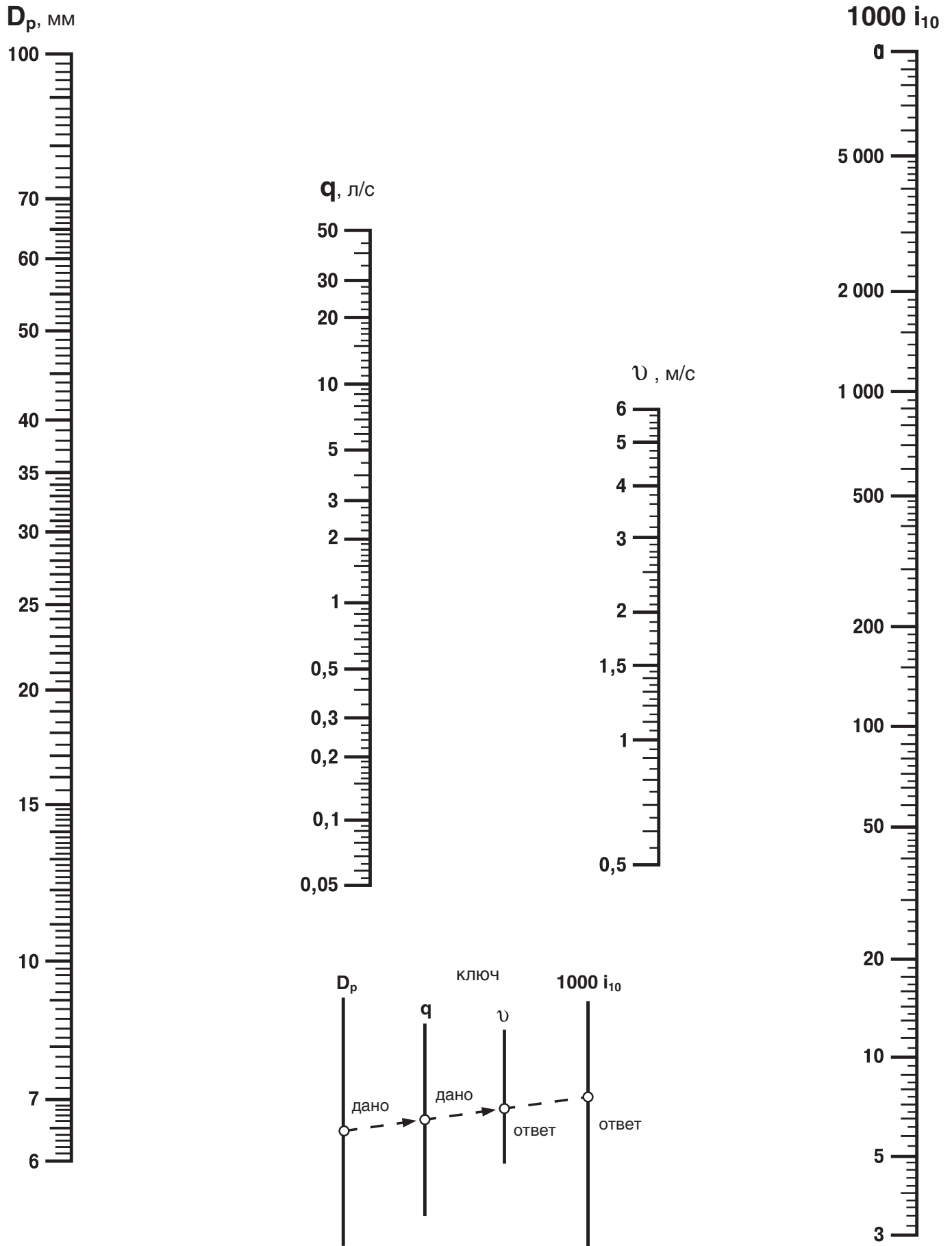


Рис. 3.1

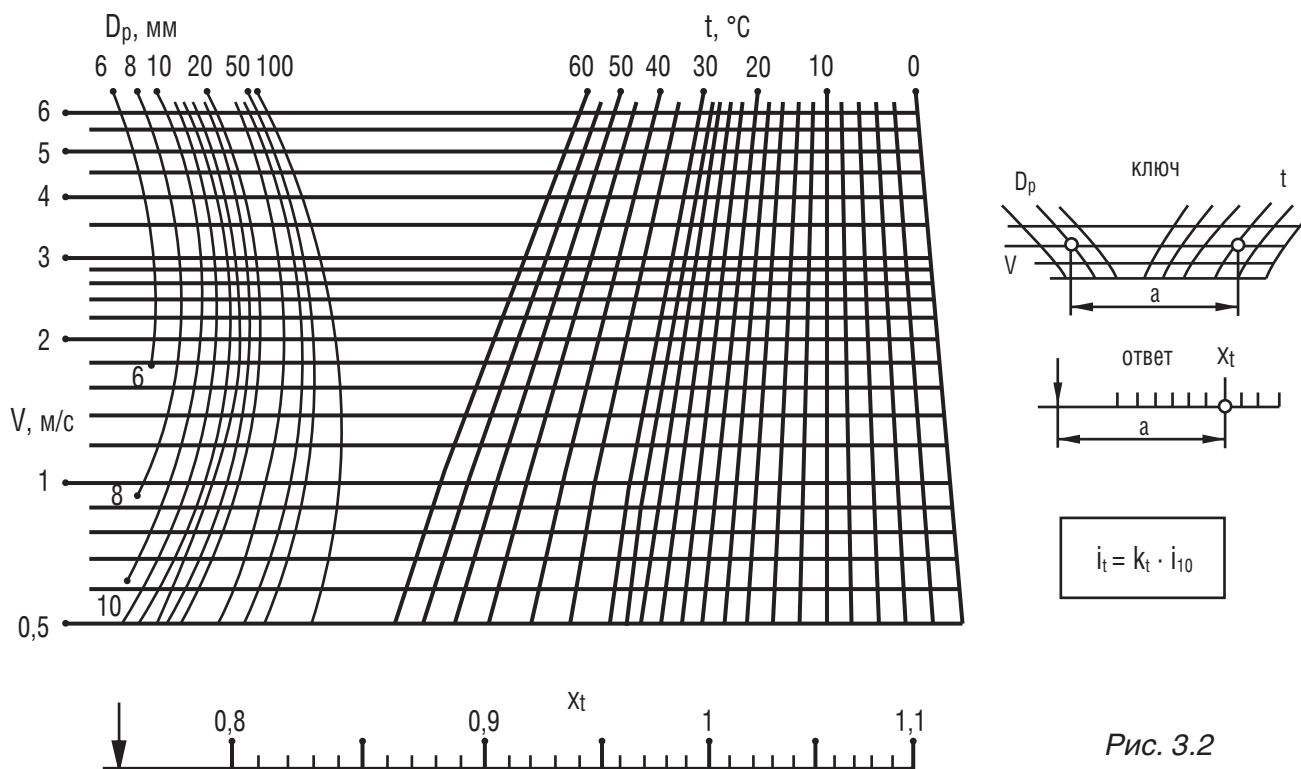


Рис. 3.2

С этой целью на левом бинарном поле отметим точку пересечения значений  $D_p = 20\text{ мм}$  и  $v = 1,6\text{ м/с}$ , а на правом -  $v = 1,6\text{ м/с}$  и  $t = 60^\circ\text{C}$ .

Затем измерим отрезок между двумя этими точками и отложим его на шкале  $k_t$  от фиксированной стрелки. На противоположном конце отрезка читаем ответ:  $k_t = 0,839$ .

Удельная потеря напора  $1000\ i_{60}$  при температуре воды  $60^\circ\text{C}$  равна:

$$1000\ i_{60} = k_t \cdot 1000\ i_{10} = 0,839 \cdot 190 = 159,4\text{ мм/м.}$$

После того, как определена величина удельной потери напора на трение, по формуле (3.1) рассчитывается требуемый напор  $N_{тр}$ . Если его величина превышает  $100\text{ м}$ , следует увеличить диаметр трубопровода и расчёт повторить.

Потери напора определяются отдельно для каждого местного сопротивления (повороты трассы, тройники, сужения и расширения трубопроводов) по формуле:

$$h_M = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{3.7}$$

где



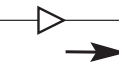



$\zeta$  - коэффициент местного сопротивления данного вида.

Рекомендуемые Компанией CO.E.S. значения коэффициентов некоторых местных сопротивлений приведены в таблице 3.2.

Полученные значения  $h_M$  для всех местных сопротивлений на расчётном участке сети суммируются и учитываются при определении  $N_{тр}$  по формуле (3.1)

Потери напора на трение в трубопроводах внутренних систем горячего водоснабжения жилых и общественных зданий рекомендуется определять по номограммам (рис.3.1 и 3.2) при температуре воды  $60^\circ\text{C}$ ; в системах отопления при температуре воды  $95^\circ\text{C}$  – по таблице приложения 6.

Таблица 3.2. Коэффициенты местных сопротивлений.

		14x2	16x2	18x2	20x2.25	25x2.5	32x3	40x4	50x4.5	63x6	75x7.5
Поворот (отвод) 90°		5	3.4	2.9	2.6	2.4	2.1	1.9	1.5	1.4	1.4
Поворот (отвод) 45°		-	-	-	-	1.3	1.1	1.1	0.8	0.8	0.8
Переход		2	1.3	1.1	1	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5
Тройник на ответвление		5.9	4	3.4	3.1	2.8	2.4	2.3	1.8	1.7	1.7
Проходной тройник		1.4	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4
Тройник на разветвление		5.2	3.5	3	2.8	2.5	2.1	2	1.6	1.5	1.5

### 3.3. Компенсация изменений длины трубопроводов

При проектировании и монтаже трубопроводных систем из труб Coesklima SuperK® следует учитывать необходимость компенсации их линейных изменений в процессе эксплуатации: при увеличении температуры транспортируемой или окружающей среды длина трубопровода увеличивается, а при снижении температуры уменьшается на величину :

$$\Delta l = \alpha (t_{\text{Э}} - t_{\text{М}}) \cdot l = \alpha \cdot \Delta t \cdot l \quad (3.8)$$

где

$\alpha$  - Коэффициент теплового линейного расширения трубы.

Для труб Coesklima SuperK®  $\alpha = 0,026 \text{ мм/м } ^\circ\text{C} = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{Э}}$  - максимальная температура, при которой будет эксплуатироваться трубопровод,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{М}}$  - температура, при которой заканчивается монтаж трубопровода,  $^\circ\text{C}$ .

В тех случаях, когда трубопровод жёстко закреплён и не имеет возможности увеличивать (уменьшать) свою длину, в теле трубы возникают осевые и тангенциальные напряжения. Осевые напряжения  $\sigma$  равны:

$$\sigma = E \cdot \Delta t \cdot \alpha \quad (3.9)$$

где

$E$  – модуль упругости материала трубы, МПа.

Тангенциальные напряжения допускается принимать равными 10÷15% от  $\sigma$ .

Как видим, величина  $\sigma$  не зависит от длины трубопровода, в связи с чем необходимо учитывать влияние температурных напряжений в любом закреплённом участке трубопровода при любой длине участка.

Основными компенсирующими элементами трубопровода являются его повороты на угол более 45°: «Г»-образные, «П»-образные, «Z»-образные (рис.3.3)

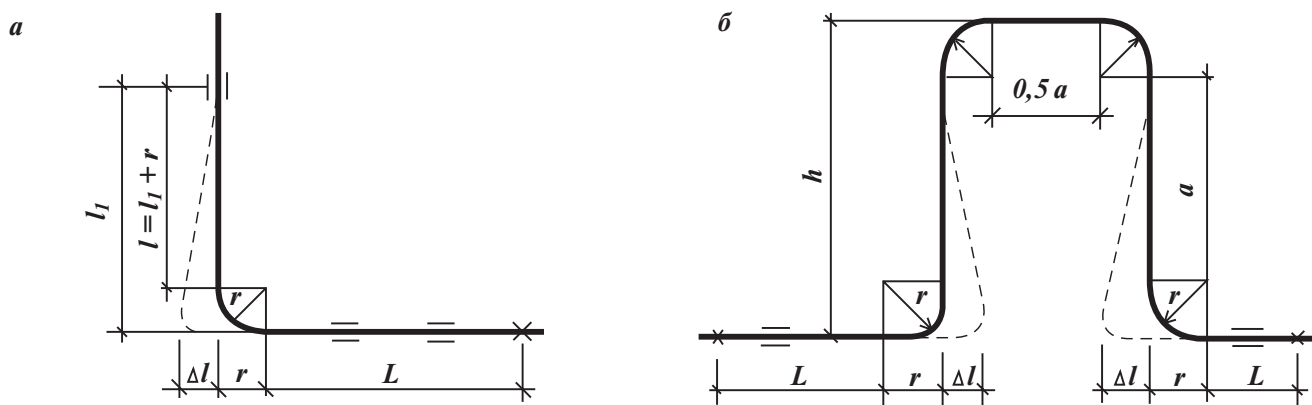


Рис. 3.3.

Максимальная величина напряжений возникает в неподвижно закреплённых точках трубопровода, т.е. в точках установки так называемых неподвижных (или мёртвых) опор. Однако на трубопроводе есть как минимум ещё одна неподвижная точка, которая называется мнимой неподвижной опорой. Дело в том, что температурное расширение трубопровода происходит по всем направлениям равномерно. Поэтому на прямолинейном участке трубопровода, концы которого имеют возможность свободно перемещаться (т.е. либо являются свободными, либо оснащены компенсаторами), естественным образом возникает точка, от которой металлополимерная труба расширяется в обоих направлениях. Эта точка и называется мнимой неподвижной опорой. В частности, если длина такого участка равна  $L$ , то мнимая неподвижная опора возникает в середине этого участка (рис.3.4)

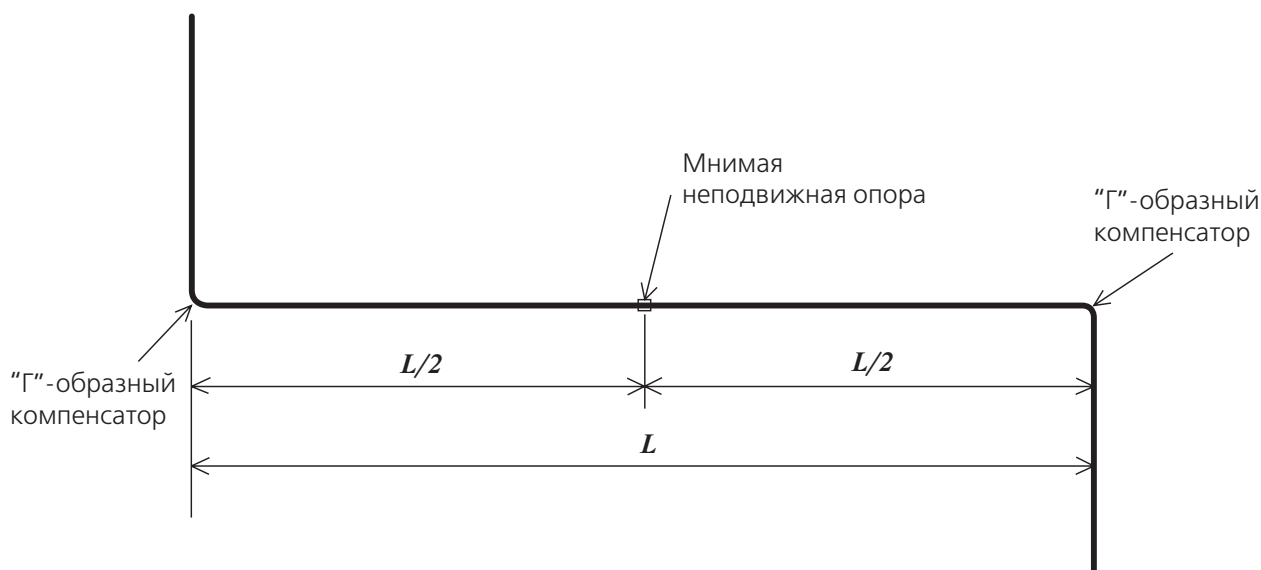


Рис. 3.4. Положение мнимой опоры

В принципе положение мнимой опоры на трубопроводе зависит от сопротивлений, которые возникают при температурных его перемещениях, например, в теплопроводах, прокладываемых в грунте бесканально. Поскольку сопротивления грунта при прочих равных условиях зависят от наружного диаметра трубопровода, положение мнимой опоры на трубопроводах с переменным диаметром каждый раз должны рассчитываться в зависимости от конкретных размерных параметров этих трубопроводов.

При расчётах внутридомовых трубопроводов, которые прокладываются открыто и не испытывают каких-либо сопротивлений в процессе эксплуатации, принимается, что мнимая неподвижная опора всегда находится в середине участка прямолинейного трубопровода, расположенного между двумя компенсаторами.

Прежде чем мы перейдем к решению задач по компенсации линейных изменений металлополимерных трубопроводов, проанализируем работу как естественных, так и дополнительных компенсаторов («Г»-образных, «П»-образных, «Z»-образных). В принципе механизм их работы ничем не отличается от механизма работы аналогичных компенсаторов на трубопроводах из полимерных материалов (например [2], [4], [5] и др.) Длина трубопровода изменяется в соответствии с формулой (3.8), в зависимости от изменения разности температур  $\Delta t$  – если разность температур эксплуатации и монтажа  $\Delta t$  положительна, длина трубопровода увеличивается, если отрицательна – уменьшается на величину  $\Delta l$ , как показано на рис.3.5а и 3.5б. Величина же  $\Delta l$  лимитируется только ситуацией на трассе, а именно: расстоянием от угла поворота трубы или тройникового ответвления до ограждающей конструкции объекта строительства.

Поэтому расстояние от угла поворота или тройникового ответвления трассы до ближайшей неподвижной опоры из (3.8) равно:

$$l = \frac{\Delta l}{\alpha \Delta t} \quad (3.10)$$

Ширина перемычки «П»-образного компенсатора (рис.3.5б) должна превышать сумму  $2\Delta l$  - увеличение длин двух горизонтальных (на рис.3.5б) трубопроводов «П»-образного компенсатора при повышении их температуры.

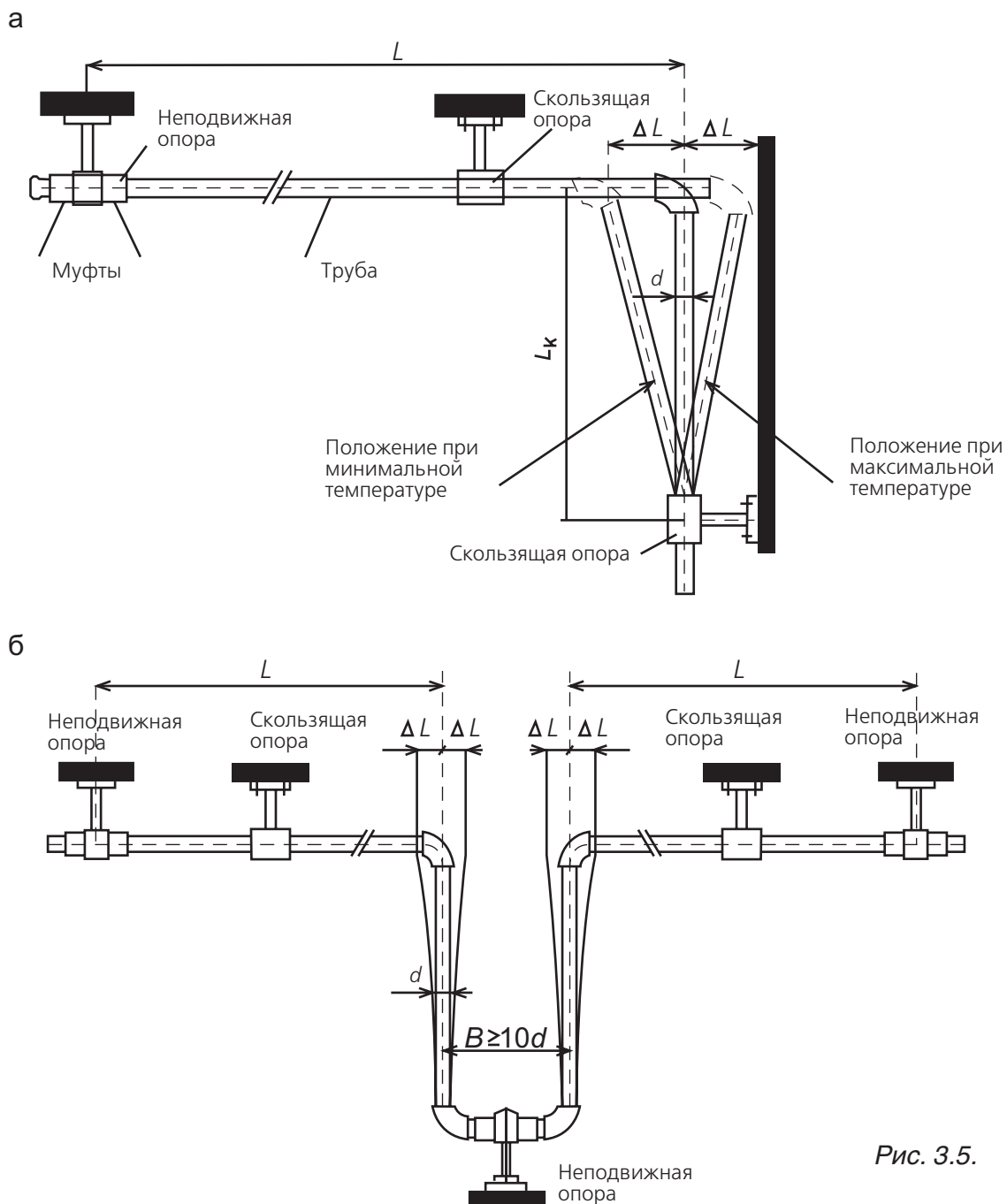


Рис. 3.5.



На рис.3.5 «а» и «б» в виде вертикальных трубопроводов показаны так называемые плечи компенсаторов (в реальности они могут располагаться и горизонтально). Длина плеча естественного компенсатора должна быть не менее чем

$$I_{пл} = K \sqrt{d_H \cdot \Delta l} \quad (3.11)$$

где

$K$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от материала труб. Компания CO.E.S. рекомендует принимать его при расчётах равным 30;

$d_H$  - наружный диаметр трубопровода, мм.

Наличие тройниковых присоединений к трубопроводу ничего не меняет в приведенных выше рекомендациях: присоединение следует рассматривать как плечо, если его длина отвечает условию (3.11). В противном случае на трубопроводе ставится мёртвая опора у тройникового присоединения, чем устраняется возможность перемещения и трубопровода, и присоединения к нему.

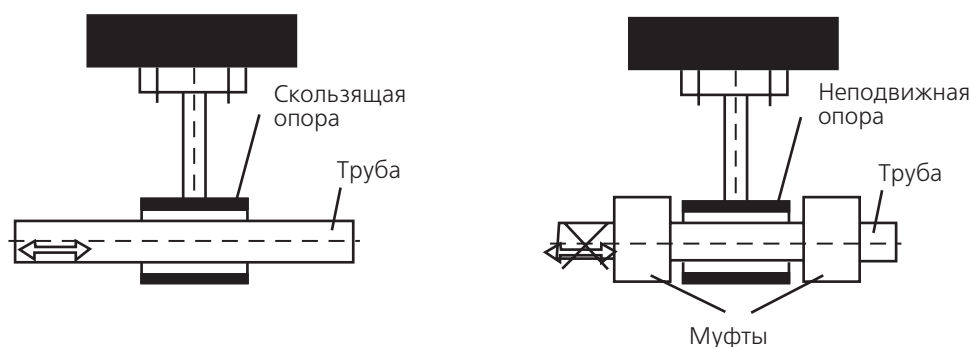


Рис. 3.6.

Для удержания трубопровода у ограждающей конструкции объекта строительства применяются так называемые подвижные или скользящие опоры. Скользящая опора – неподвижное крепление, не препятствующее осевому перемещению металлополимерной трубы (рис.3.6). Зазор между внутренней поверхностью опоры и наружной поверхностью трубы должен быть равен 2-3 мм. Внутренняя поверхность опоры должна быть покрыта мягким эластичным материалом (резина, пластмасса) во избежание повреждения наружной поверхности металлополимерной трубы.

Компанией CO.E.S. рекомендуется следующий шаг расстановки скользящих опор (таблица 3.3)

Таблица 3.3. Шаг расстановки скользящих опор

Диаметр труб, мм	Шаг расстановки опор, м	Диаметр труб, мм	Шаг расстановки опор, м
14	1	32	2
16	1	40	2
18	1	50	2
20	1	63	2
25	1,5	75	2

Пересечение трубами ограждающих конструкций и перекрытий объектов строительства следует выполнять с помощью гильз. Гильза располагается заподлицо по отношению к поверхностям перегородок и нижней поверхности перекрытий, но должна выступать на 70-100 мм над верхней поверхностью перекрытия (чтобы предотвратить попадание на нижележащий этаж влаги при мокрой уборке помещения вышележащего этажа)

В качестве примера рассмотрим задачу по компенсации температурных расширений стояка горячего водоснабжения, смонтированного из металлополимерных труб Coesklima SuperK® в жилом доме высотой 16 этажей (рис.3.7).

а) неподвижная опора снизу (сверху) стояка, компенсатор снизу (сверху) стояка



б) низу и сверху стояка - компенсаторы



Рис.3.7. 16-ти этажный стояк горячего водоснабжения.

Наружный диаметр труб 32 мм, толщина стенки 3 мм, высота стояка на этаже 3 м, температура горячей воды  $t_3=60^\circ\text{C}$ , температура монтажа -  $t_m=5^\circ\text{C}$ .

Рассмотрим два принципиально отличающихся варианта:

- 1.) С одного конца стояка неподвижная опора, с другого – компенсатор (высота стояка 51 м)
- 2.) С обоих концов стояка установлены компенсаторы (высота стояка 48 м)

В первом варианте при заполнении горячей водой стояка его длина увеличивается на величину  $\Delta l$ , являющуюся функцией всей высоты стояка (51 м) и равную по формуле (3.8):

$$\Delta l = 0,026 (60 - 5) \cdot 51 = 73 \text{ мм}$$

Если расстояние от т. А до магистрали по чердаку (расстояние В-С, рис.3.7а) превышает 73 мм, то верхний компенсатор обеспечивает решение задачи. Однако для окончательного решения о необходимости установки дополнительного компенсатора или дополнительных неподвижных опор на стояке следует рассчитать длину плеча А-В компенсатора и длину плеча тройникового ответвления на вводе в квартиру 16-го этажа  $d_n = 20$  мм. Длина плеча А-В должна быть не менее (см.формулу (3.11)):

$$l_{\text{пл}} = 30\sqrt{32 \cdot 73} = 1450 \text{ мм}$$

Длина тройникового ответвления на вводе в квартиру 16-го этажа должна быть не менее:

$$l_{\text{тр.отв}} = 30\sqrt{20 \cdot 73} = 1146 \text{ мм}$$

Если эти длины выдерживаются, рассматриваемый стояк будет надёжно работать в процессе эксплуатации, если не выдерживаются – стояк с помощью неподвижных опор или компенсаторов следует разбить на такое количество участков, длина каждого из которых будет существенно меньше 51 метра и обеспечит требуемые значения  $l_{\text{пл}}$  и  $l_{\text{тр.отв}}$ . Для их определения используется формула (3.11)

Во втором варианте возникает мнимая неподвижная опора, которая делит длину стояка пополам, так как его удлинение направлено в обе стороны от опоры. В этом случае:

$$\Delta l = 0,026 \cdot (60-5) \cdot 24 = 34,3 \text{ мм}$$

и, соответственно,

$$l_{\text{пл}} = 30\sqrt{32 \cdot 34,3} = 993,9 \text{ мм}$$

$$l_{\text{тр.отв}} = 30\sqrt{20 \cdot 34,3} = 785,7 \text{ мм}$$

Таким образом, в рассматриваемой задаче второй вариант предпочтительнее первого.

### 3.4. Гидравлический расчёт тёплых полов

В настоящее время признано, что для климатических условий подавляющей части территории России комфортные тепловые условия в помещении могут быть созданы сочетанием радиаторных и напольных систем отопления [6]. Как отмечено выше, металлополимерные трубы Coesklima SuperK® с успехом применяются в тех и других случаях.

В обеих системах тепло к отопительным приборам и к полу подаётся теплоносителем – потоком горячей воды, транспортируемой по трубам. В задачу проектировщика входит расчёт трубопроводов и подбор насосов, перекачивающих теплоноситель. Насос, как известно, подбирается по его характеристикам  $Q$  – максимальный секундный расход теплоносителя, выраженный в  $\text{м}^3/\text{ч}$ , и  $H$  – требуемый напор, в принципе определяемый по формуле (3.1), но дополнительно учитывающий потери напора в отопительных приборах, в регулировочных вентилях, в котле, клапанах и т.д.

Поскольку трубопроводы рассчитываются по секунднему расходу воды, в данном случае – теплоносителя, следует иметь в виду, что в системах отопления секундный расход равен:

$$q_T = \frac{0,86 \cdot P}{\Delta t_B \cdot 3600} \quad (3.12)$$

где

0,86 – коэффициент пропорциональности;

P - теплотери, Вт;

$\Delta t_B = t_{\text{под}} - t_{\text{обр}}$  - разность температур подающей и обратной воды, °C

Выше было показано, что потери напора на трение во многом определяются скоростью течения воды и её вязкостью. Вязкость воды табулирована в зависимости от ее температуры (см. табл. 3.1.). Если в традиционных системах отопления температура воды диктуется графиком отпуска тепла, то в системах напольного отопления средняя температура воды в трубах принимается равной расчетной температуре воздуха в помещении. При этом температура подающего потока воды принимается равной средней температуре плюс 2,5°C, а обратного потока – минус 2,5°C от средней температуры. Для облегчения тепловых и гидравлических расчетов Компания CO.E.S. рекомендует таблицы (3.5; 3.6; 3.7 и 3.8), в которых, в зависимости от типа напольного покрытия, приводятся интересующие нас температуры, данные по расходу труб, по максимальному тепловому потоку и средней температуре на поверхности пола для труб Coesklima SuperK® диаметром 16 мм с толщиной стенки 2 мм.

В помощь проектировщику в таблице 3.4 приведены данные по величинам удельных потерь напора воды при ее вязкости, соответствующей температурам 30, 40 и 50 °C, при скоростях течения воды от 0,1 до 0,6 м/с в трубах Coesklima Superk® Ø16X2 с коэффициентом шероховатости  $K_3=0,02\text{мм}$ .

Как было отмечено выше, в приложении 6 приведены таблицы для гидравлического расчета трубопроводов систем радиаторного отопления, смонтированных из труб Coesklima Superk®, при температуре воды 95°C и шероховатости материала труб  $K_3 = 0,02\text{мм}$ .

*Таблица 3.4. Удельные потери напора, скорости течения и расходы воды в трубе Coesklima Superk® Ø16X2 при ее шероховатости 0,02мм и  $t_B = 30^\circ\text{C}$ ;  $40^\circ\text{C}$  и  $50^\circ\text{C}$*

NN п/п	Скорость течения м/с	Расход воды		Уд. потери напора, мм/м, при температуре		
		л/с	л/ч	30°C	40°C	50°C
1.	0,1	0,0113	40,7	1,8	1,5	1,24
2.	0,15	0,01695	61,0	2,7	2,24	4,07
3.	0,2	0,0226	81,36	8,0	7,06	6,77
4.	0,25	0,02825	101,7	10,9	10,48	10,06
5.	0,3	0,0339	122,04	15,1	14,5	13,9
6.	0,35	0,03955	142,4	20,3	19,08	18,3
7.	0,4	0,0452	162,7	25,0	24,2	23,3
8.	0,45	0,05085	183,1	31,1	29,9	28,8
9.	0,5	0,0565	203,4	37,6	36,1	34,8
10.	0,55	0,06215	223,7	45,0	42,9	41,4
11.	0,6	0,0678	244,1	52,0	50,1	48,4

Таблица 3.5. Расчёт теплового потока для напольного покрытия (керамическая плитка).

Труба Ø16x2 мм

Температура поверхности пола (согл. СНиП 2.04.05-91\*, п. 3.16.):

Зона постоянного пребывания:  $\zeta_F$  макс. 26°C

Ванная комната и бассейны:  $\zeta_F$  макс. 31°C

Краевая зона:  $\zeta_F$  макс. 35°C

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки VA (см)									
		10		15		20	25	30			
		Расход трубы L (м/м <sup>2</sup> )									
		10,00	6,70	5,00	4,00	3,40					
$\zeta_{nm}$ °C	$\zeta_1$ °C	1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола									
		Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C
30	15	100,3	24,0	86,4	22,9	74,9	21,9	64,9	21,1	56,4	20,3
	18	80,2	25,4	69,1	24,4	59,9	23,6	51,9	23,0	45,1	22,4
	20	<b>66,8</b>	<b>26,2</b>	<b>57,6</b>	<b>25,5</b>	<b>49,9</b>	<b>24,8</b>	<b>43,3</b>	<b>24,2</b>	<b>37,6</b>	<b>23,6</b>
	22	53,5	27,1	46,1	26,5	39,9	25,9	34,6	25,4	30,1	25,0
	24	40,1	27,9	34,6	27,4	29,9	27,0	26,0	26,6	22,6	26,3
35	15	133,7	26,7	115,2	25,2	99,8	24,0	86,5	22,9	75,2	21,9
	18	113,6	28,1	97,9	26,8	84,8	25,7	73,5	24,8	63,9	24,0
	20	<b>100,3</b>	<b>29,0</b>	<b>86,4</b>	<b>27,9</b>	<b>74,9</b>	<b>26,9</b>	<b>64,9</b>	<b>26,1</b>	<b>56,4</b>	<b>25,3</b>
	22	86,9	29,9	74,9	28,9	64,9	28,1	56,2	27,3	48,9	26,7
	24	73,5	30,8	63,4	29,9	54,9	29,2	47,6	28,6	41,4	28,0
40	15	167,1	29,4	144,0	27,5	124,8	26,0	108,2	24,7	94,0	23,5
	18	147,0	30,8	126,7	29,2	109,8	27,8	95,2	26,6	82,7	25,6
	20	<b>133,7</b>	<b>31,7</b>	<b>115,2</b>	<b>30,2</b>	<b>99,8</b>	<b>29,0</b>	<b>86,5</b>	<b>27,9</b>	<b>75,2</b>	<b>26,9</b>
	22	120,3	32,6	103,7	31,3	89,8	30,2	77,9	29,2	67,7	28,3
	24	106,9	33,6	92,2	32,4	79,8	31,3	69,2	30,4	60,2	29,7
45	15	200,5	31,9	172,8	29,8	149,7	28,0	129,8	26,4	112,8	25,0
	18	180,5	33,4	155,5	31,4	134,7	29,8	116,8	28,4	101,5	27,1
	20	<b>167,1</b>	<b>34,4</b>	<b>144,0</b>	<b>32,5</b>	<b>124,8</b>	<b>31,0</b>	<b>108,2</b>	<b>29,7</b>	<b>94,0</b>	<b>28,5</b>
	22	153,7	35,3	132,5	33,6	114,8	32,2	99,5	31,0	86,5	29,9
	24	140,4	36,3	121,0	34,7	104,8	33,4	90,8	32,2	79,0	31,3
50	15	233,9	34,5	201,6	32,0	174,7	29,9	151,4	28,1	131,6	26,6
	18	213,9	36,0	184,4	33,7	159,7	31,8	138,4	30,1	120,4	28,7
	20	<b>200,5</b>	<b>36,9</b>	<b>172,8</b>	<b>34,8</b>	<b>149,7</b>	<b>33,0</b>	<b>129,8</b>	<b>31,4</b>	<b>112,8</b>	<b>30,0</b>
	22	187,2	37,9	161,3	35,9	139,7	34,2	121,1	32,7	105,3	31,4
	24	173,8	38,9	149,8	37,0	129,7	35,4	112,5	34,0	97,8	32,8

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

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

Таблица 3.6. Расчёт теплового потока для напольного покрытия (паркет, синтетическое)

Труба Ø16x2 мм

Температура поверхности пола (согл. СНиП 2.04.05-91\*, п. 3.16.):

Зона постоянного пребывания:  $\zeta_F$  макс. 26°C

Ванная комната и бассейны:  $\zeta_F$  макс. 31°C

Краевая зона:  $\zeta_F$  макс. 35°C

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки VA (см)										
		10		15		20		25		30		
		Расход трубы L (м/м <sup>2</sup> )										
		10,00	6,70	5,00	4,00	3,40						
$\zeta_{nm}$ °C	$\zeta_1$ °C	1. Макс. тепловой поток q										
		2. Средняя температура поверхности пола										
		Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	
30	15	73,6	21,8	65,0	21,1	57,6	20,5	51,1	19,9	45,4	19,4	
	18	58,8	23,6	52,0	23,0	46,1	22,5	40,9	22,0	36,3	21,6	
	20	<b>49,0</b>	<b>24,7</b>	<b>43,3</b>	<b>24,2</b>	<b>38,4</b>	<b>23,8</b>	<b>34,1</b>	<b>23,4</b>	<b>30,3</b>	<b>23,0</b>	
	22	39,2	25,8	34,7	25,4	30,7	25,1	27,2	24,8	24,2	24,5	
	24	29,4	27,0	26,0	26,6	23,0	26,4	20,4	26,1	18,2	25,9	
35	15	98,1	23,8	86,7	22,9	76,8	22,1	68,1	21,3	60,5	20,7	
	18	83,4	25,6	73,7	24,8	65,3	24,1	57,9	23,5	51,5	22,9	
	20	<b>73,6</b>	<b>26,8</b>	<b>65,0</b>	<b>26,1</b>	<b>57,6</b>	<b>25,5</b>	<b>51,1</b>	<b>24,9</b>	<b>45,4</b>	<b>24,4</b>	
	22	63,8	28,0	56,3	27,3	49,9	26,8	44,3	26,3	39,4	25,9	
	24	53,9	29,1	47,7	28,6	42,3	28,1	37,5	27,7	33,3	27,3	
40	15	122,6	25,8	108,4	24,7	96,0	23,7	85,2	22,8	75,7	22,0	
	18	107,9	27,7	95,3	26,6	84,5	25,7	74,9	24,9	66,6	24,2	
	20	<b>98,1</b>	<b>28,8</b>	<b>86,7</b>	<b>27,9</b>	<b>76,8</b>	<b>27,1</b>	<b>68,1</b>	<b>26,3</b>	<b>60,5</b>	<b>25,7</b>	
	22	88,3	30,0	78,0	29,2	69,1	28,4	61,3	27,8	54,5	27,2	
	24	78,5	31,2	69,3	30,4	61,5	29,8	54,5	29,2	48,4	28,7	
45	15	147,1	27,8	130,0	26,4	115,2	25,2	102,2	24,2	90,8	23,2	
	18	132,4	29,6	117,0	28,4	103,7	27,3	92,0	26,3	81,7	25,5	
	20	<b>122,6</b>	<b>30,8</b>	<b>108,4</b>	<b>29,7</b>	<b>96,0</b>	<b>28,7</b>	<b>85,2</b>	<b>27,8</b>	<b>75,7</b>	<b>27,0</b>	
	22	112,8	32,0	99,7	31,0	88,3	30,0	78,3	29,2	69,6	28,5	
	24	103,0	33,2	91,0	32,3	80,7	31,4	71,5	30,6	63,6	30,0	
50	15	171,6	29,7	151,7	28,1	134,4	26,8	119,2	25,6	105,9	24,5	
	18	156,9	31,6	138,7	30,1	122,9	28,9	109,0	27,7	96,9	26,7	
	20	<b>147,1</b>	<b>32,8</b>	<b>130,0</b>	<b>31,4</b>	<b>115,2</b>	<b>30,2</b>	<b>102,2</b>	<b>29,2</b>	<b>90,8</b>	<b>28,2</b>	
	22	137,3	34,0	121,4	32,7	107,5	31,6	95,4	30,6	84,8	29,7	
	24	127,5	35,2	112,7	34,0	99,9	33,0	88,6	32,1	78,7	31,2	

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

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

Таблица 3.7. Расчёт теплового потока для напольного покрытия (ковровое покрытие, толстый паркет).

Труба Ø16x2 мм

Температура поверхности пола (согл. СНиП 2.04.05-91\*, п. 3.16.):

Зона постоянного пребывания:  $\zeta_F$  макс. 26°C

Ванная комната и бассейны:  $\zeta_F$  макс. 31°C

Краевая зона:  $\zeta_F$  макс. 35°C

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки VA (см)									
		10		15		20	25		30		
		Расход трубы L (м/м²)									
		10,00		6,70		5,00		4,00		3,40	
$\zeta_{nm}$ °C	$\zeta_1$ °C	1. Макс. тепловой поток q									
		2. Средняя температура поверхности пола									
		Вт/м²	$\zeta_F$ °C	Вт/м²	$\zeta_F$ °C	Вт/м²	$\zeta_F$ °C	Вт/м²	$\zeta_F$ °C	Вт/м²	$\zeta_F$ °C
30	15	58,3	20,5	52,5	20,0	47,4	19,6	42,8	19,2	38,8	18,8
	18	46,6	22,5	42,0	22,1	37,9	21,7	34,3	21,4	31,0	21,1
	20	<b>38,9</b>	<b>23,8</b>	<b>35,0</b>	<b>23,5</b>	<b>31,6</b>	<b>23,2</b>	<b>28,6</b>	<b>22,9</b>	<b>25,8</b>	<b>22,6</b>
	22	31,1	25,1	28,0	24,8	25,3	24,6	22,8	24,3	20,7	24,1
	24	23,3	26,4	21,0	26,2	19,0	26,0	17,1	25,8	15,5	25,7
35	15	77,7	22,2	70,1	21,5	63,2	20,9	57,1	20,4	51,7	19,9
	18	66,0	24,2	59,6	23,6	53,8	23,1	48,5	22,7	43,9	22,3
	20	<b>58,3</b>	<b>25,5</b>	<b>52,5</b>	<b>25,0</b>	<b>47,4</b>	<b>24,6</b>	<b>42,8</b>	<b>24,2</b>	<b>38,8</b>	<b>23,8</b>
	22	50,5	26,8	45,5	26,4	41,1	26,0	37,1	25,7	33,6	25,3
	24	42,7	28,2	38,5	27,8	34,8	27,4	31,4	27,1	28,4	26,9
40	15	97,1	23,8	87,6	23,0	79,1	22,3	71,4	21,6	64,6	21,0
	18	85,5	25,8	77,1	25,1	69,6	24,5	62,8	23,9	56,8	23,4
	20	<b>77,7</b>	<b>27,2</b>	<b>70,1</b>	<b>26,5</b>	<b>63,2</b>	<b>25,9</b>	<b>57,1</b>	<b>25,4</b>	<b>51,7</b>	<b>24,9</b>
	22	69,9	28,5	63,1	27,9	56,9	27,4	51,4	26,9	46,5	26,5
	24	62,2	29,8	56,0	29,3	50,6	28,8	45,7	28,4	41,3	28,0
45	15	116,6	25,3	105,1	24,4	94,9	23,6	85,7	22,8	77,5	22,1
	18	104,9	27,4	94,6	26,6	85,4	25,8	77,1	25,1	69,8	24,5
	20	<b>97,1</b>	<b>28,8</b>	<b>87,6</b>	<b>28,0</b>	<b>79,1</b>	<b>27,3</b>	<b>71,4</b>	<b>26,6</b>	<b>64,6</b>	<b>26,0</b>
	22	89,4	30,1	80,6	29,4	72,7	28,7	65,7	28,1	59,4	27,6
	24	81,6	31,5	73,6	30,8	66,4	30,2	60,0	29,7	54,3	29,2
50	15	136,0	26,9	122,6	25,8	110,7	24,9	99,9	24,0	90,4	23,2
	18	124,3	29,0	112,1	28,0	101,2	27,1	91,4	26,3	82,7	25,6
	20	<b>116,6</b>	<b>30,3</b>	<b>105,1</b>	<b>29,4</b>	<b>94,9</b>	<b>28,6</b>	<b>85,7</b>	<b>27,8</b>	<b>77,5</b>	<b>27,1</b>
	22	108,8	31,7	98,1	30,8	88,5	30,1	79,9	29,3	72,4	28,7
	24	101,0	33,1	91,1	32,3	82,2	31,5	74,2	30,9	67,2	30,3
	Зона постоянного пребывания										
	Краевая зона										
	Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.16.										

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



Таблица 3.8. Расчёт теплового потока для напольного покрытия (паркет, толстый ковер, велюр, половая доска).

Труба Ø16x2 мм

Температура поверхности пола (согл. СНиП 2.04.05-91\*, п. 3.16.):

Зона постоянного пребывания:  $\zeta_F$  макс. 26°C

Ванная комната и бассейны:  $\zeta_F$  макс. 31°C

Краевая зона:  $\zeta_F$  макс. 35°C

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки VA (см)										
		10		15		20		25		30		
		Расход трубы L (м/м <sup>2</sup> )										
		10,00	6,70	5,00	4,00	3,40						
$\zeta_{nm}$ °C	$\zeta_1$ °C	1. Макс. тепловой поток q										
		2. Средняя температура поверхности пола										
		Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	Вт/м <sup>2</sup>	$\zeta_F$ °C	
30	15	48,4	19,7	44,2	19,3	40,4	18,9	37,0	18,6	33,9	18,4	
	18	38,7	21,8	35,4	21,5	32,3	21,2	29,6	21,0	27,1	20,7	
	20	<b>32,2</b>	<b>23,2</b>	<b>29,5</b>	<b>23,0</b>	<b>27,0</b>	<b>22,7</b>	<b>24,7</b>	<b>22,5</b>	<b>22,6</b>	<b>22,3</b>	
	22	25,8	24,6	23,6	24,4	21,6	24,2	19,7	24,1	18,1	23,9	
	24	19,3	26,0	17,7	25,9	16,2	25,7	14,8	25,6	13,6	25,5	
35	15	64,5	21,0	59,0	20,6	53,9	20,1	49,3	19,7	45,2	19,4	
	18	54,8	23,2	50,1	22,8	45,8	22,4	41,9	22,1	38,4	21,8	
	20	<b>48,4</b>	<b>24,7</b>	<b>44,2</b>	<b>24,3</b>	<b>40,4</b>	<b>23,9</b>	<b>37,0</b>	<b>23,6</b>	<b>33,9</b>	<b>23,4</b>	
	22	41,9	26,1	38,3	25,8	35,0	25,5	32,0	25,2	29,4	25,0	
	24	35,5	27,5	32,4	27,2	29,6	27,0	27,1	26,7	24,8	26,5	
40	15	80,6	22,4	73,7	21,8	67,4	21,3	61,6	20,8	56,5	20,4	
	18	70,9	24,6	64,9	24,1	59,3	23,6	54,2	23,2	49,7	22,8	
	20	<b>64,5</b>	<b>26,0</b>	<b>59,0</b>	<b>25,6</b>	<b>53,9</b>	<b>25,1</b>	<b>49,3</b>	<b>24,7</b>	<b>45,2</b>	<b>24,4</b>	
	22	58,0	27,5	53,1	27,1	48,5	26,7	44,4	26,3	40,7	26,0	
	24	51,6	28,9	47,2	28,5	43,1	28,2	39,4	27,9	36,1	27,6	
45	15	96,7	23,7	88,4	23,0	80,9	22,4	74,0	21,8	67,8	21,3	
	18	87,0	25,9	79,6	25,3	72,8	24,7	66,6	24,2	61,0	23,7	
	20	<b>80,6</b>	<b>27,4</b>	<b>73,7</b>	<b>26,8</b>	<b>67,4</b>	<b>26,3</b>	<b>61,6</b>	<b>25,8</b>	<b>56,5</b>	<b>25,4</b>	
	22	74,2	28,9	67,8	28,3	62,0	27,8	56,7	27,4	52,0	27,0	
	24	67,7	30,3	61,9	29,8	56,6	29,4	51,8	28,9	47,4	28,6	
50	15	112,8	25,0	103,2	24,3	94,3	23,5	86,3	22,9	79,1	22,3	
	18	103,2	27,3	94,3	26,5	86,2	25,9	78,9	25,3	72,3	24,7	
	20	<b>96,7</b>	<b>28,7</b>	<b>88,4</b>	<b>28,0</b>	<b>80,9</b>	<b>27,4</b>	<b>74,0</b>	<b>26,8</b>	<b>67,8</b>	<b>26,3</b>	
	22	90,3	30,2	82,5	29,6	75,5	29,0	69,0	28,4	63,3	27,9	
	24	83,8	31,7	76,6	31,1	70,1	30,5	64,1	30,0	58,7	29,5	
	Зона постоянного пребывания											
	Краевая зона											
	Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.16.											

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

## 4. Монтаж трубопроводов

Металлополимерные трубы соединяются между собой и с трубами из других материалов с помощью механических соединений. Трубы Coesklima Superk® поставляются на российский рынок с двумя типами механических соединений – разъемные и неразъемные соединения.

### 4.1. Разъемные соединения

Конструкция разъемного соединения включает две детали (рис. 4.1), выполненные из латуни:

А - накидная гайка

В - обжимная гильза.

Гильза поставляется с тремя уплотнительными кольцами круглого поперечного сечения. Два из них, изготовленные из резины NBR, установлены со стороны накидной гайки и служат для обеспечения герметичности соединения в процессе эксплуатации. Третье кольцо, изготовленное из тефлона, помещается между гильзой и трубой и служит для предотвращения образования гальванической пары между латунью (из которой изготовлена гильза) и алюминиевым сердечником металлополимерной трубы.

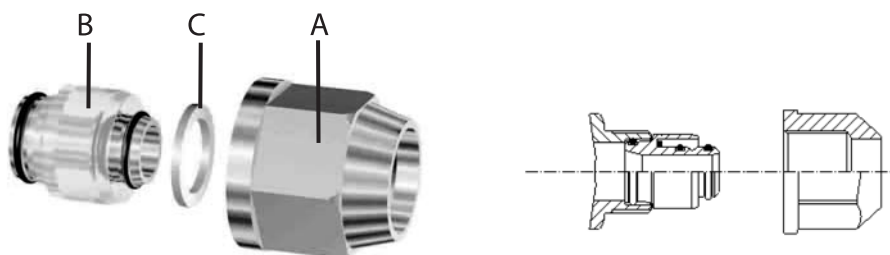


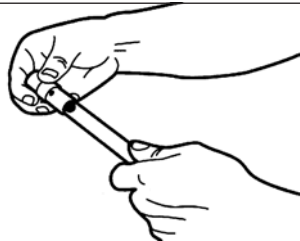


Рис.4.1. Детали разъемного соединения и фитингов Coesklima Superk®

При монтаже разъемного соединения порядок выполнения операций следующий:

1	Отрезать под прямым углом трубу Coesklima superk® ножницами или специальным отрезным приспособлением (резаком).		
2	Откалибровать и снять фаску (не менее 2 мм) с трубы Coesklima superk® с помощью торцевателя, вставив его в трубу и поворачивая по часовой стрелке. Для облегчения работы торцеватель (развёртку) можно установить на аккумуляторную дрель, предварительно сняв рукоятку. Максимальная скорость вращения при этом не должна превышать 500 об/мин, для того чтобы не допустить перегрева внутреннего слоя трубы.		

<p>3 Визуально контролируется равномерность снятой фаски на конце трубы. После процесса калибровки высота фаски по всей окружности должна быть не менее 2 мм. Только в этом случае можно гарантировать длительную герметичность соединения после монтажа.</p>		
<p>4 Накладную гайку установить на трубу Coesklima superk®. Зажимную втулку вставить до упора и проконтролировать правильность установки. Резьбовое соединение монтируется. При этом накладная гайка затягивается до конца, чтобы оставался видимым только один виток резьбы.</p>		
<p>Резьбовое соединение рекомендуется выполнять только с помощью фитингов, имеющих идентичный тип резьбы (см. DIN 2999). Кроме того, не рекомендуется использовать фитинги с конической, непригодной резьбой и фитинги с наружной цилиндрической резьбой. Для обеспечения герметичности следует использовать тефлон или схожие материалы в необходимых количествах.</p>		

#### 4.2. Неразъемные соединения

Неразъемные соединения труб и фитингов Coesklima SuperK® монтируются с помощью обжимных фитингов Pressfitting конструкции Компании CO.E.S. (рис. 4.2)

Обжимной фитинг состоит из следующих частей:

- а) латунный корпус фитинга с обечайкой;
- б) гильза из нержавеющей стали с маркировкой диаметра и толщины стенки трубы. Гильза имеет сквозные отверстия для визуального контроля правильности введения трубы в гильзу;
- в) уплотнительные кольца круглого поперечного сечения из резины NBR, обеспечивающие герметичность соединения;
- г) кольцо из полипропилена, предназначенное для исключения образования гальванической пары латунь – алюминий и уплотнения зазора между гильзой и присоединяемым фитингом.

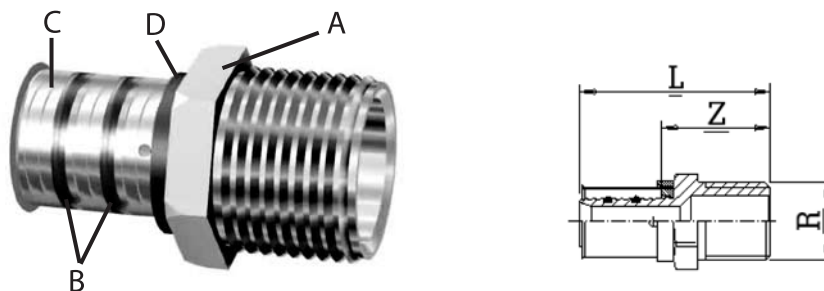

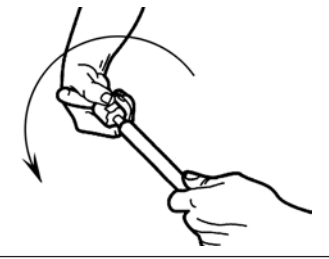
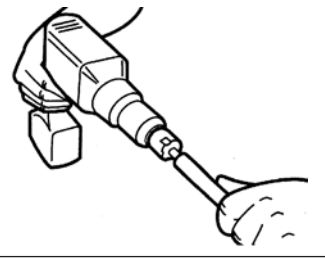

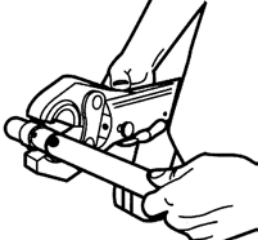


Рис. 4.2. Детали неразъемного соединения и фитингов Coesklima Superk®

Монтаж неразъемного соединения выполняется в следующей последовательности:

<p>1 При помощи ножниц-секатора или трубореза обрезать трубу строго перпендикулярно ее оси. Ножницы применяются для резки труб диаметром до 32 мм включительно, а труборез от 40 мм и выше.</p>		
<p>2 Откалибровать и снять фаску с присоединяемой трубы с помощью торцевателя, вставив его в трубу, поворачивая по часовой стрелке; допускается применение торцевателя с электроприводом, с числом оборотов не более 500 об/мин во избежание перегрева трубы.</p>		
<p>3 Визуально контролируется равномерность снятой фаски на конце трубы. После процесса калибровки высота фаски по всей окружности должна быть не менее 2 мм. Только в этом случае можно гарантировать длительную герметичность соединения после монтажа.</p>		
<p>4 Вставить трубу в гильзу до упора, чтобы она была видна в прорези гильзы. Открыть обжимные клещи и вставить в них обжимной фитинг таким образом, чтобы полипропиленовое кольцо плотно прилегало к клещам, после чего выполнить обжим гильзы.</p>		

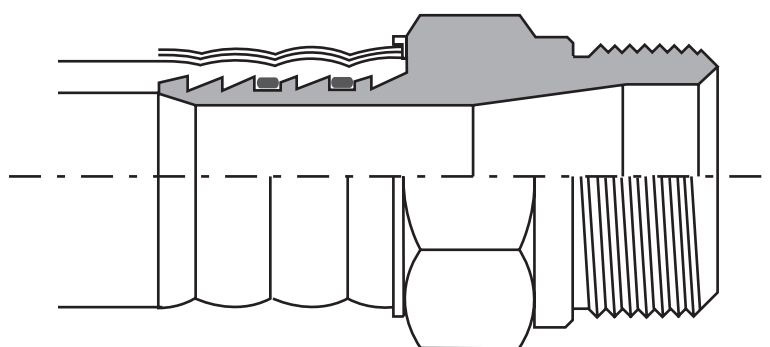


Рис. 4.3. Обжимной фитинг неразъемного соединения труб Coesklima Superk®.

Неразъемное соединение в сборе показано на рис. 4.3.

Минимальные размеры пространства, необходимого для возможности использования обжимных клещей в зависимости от расположения монтируемых трубопроводов и ограждающих конструкций (рис.4.4), приведены в таблицах к рис. 4.4, минимальная длина трубы между двумя пресс-фитингами – в таблице 4.1

Таблица 4.1. Минимальная длина трубы между двумя пресс-фитингами

NN п/п	Диаметр трубы, мм	Мин. длина трубы, мм
1.	14 X 2	60
2.	16 X 2	60
3.	18 X 2	60
4.	20 X 2,25	70
5.	25 X 2,25	80
6.	32 X 3	80
7.	40 X 4	100
8.	50 X 4,5	100
9.	63 X 6	140
10.	75 X 7,5	140
11.	90 X 8,5	160
12.	110 X 10	160

Размер трубы	Размер А	Размер В
14 x 2,0	15	45
16 x 2,0	15	45
18 x 2,0	17	46
20 x 2,25	18	48
25 x 2,5	27	71
32 x 3,0	27	75
40 x 4,0	40	89
50 x 4,5	45	95
63 x 6,0	80	75
75 x 7,5	82	125

Размер трубы	Размер А	Размер В	Размер С
14 x 2,0	30	88	30
16 x 2,0	30	88	30
18 x 2,0	30	89	30
20 x 2,25	32	90	32
25 x 2,5	49	105	49
32 x 3,0	50	110	50
40 x 4,0	60	128	60
50 x 4,5	60	135	60
63 x 6,0	80	125	75
75 x 7,5	82	125	82

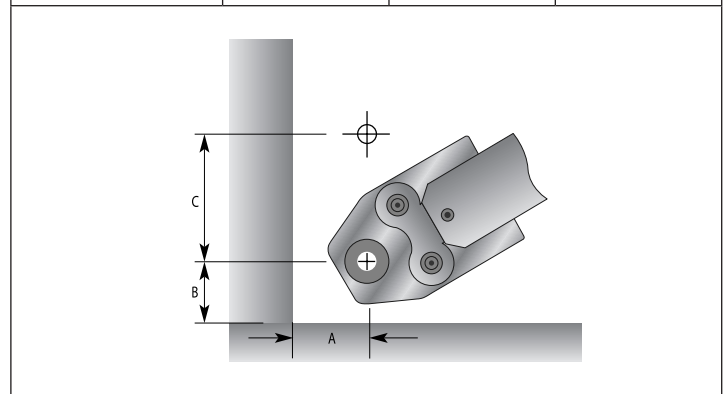
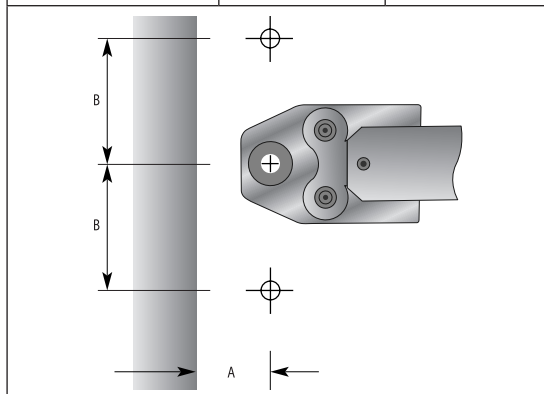


Рис. 4.4. Минимальные размеры пространства, необходимого для возможности использования обжимных клещей.

Металлополимерные трубы Coesklima Superk® в целом ряде случаев позволяют производить монтаж трубопроводов систем водоснабжения и отопления без разработки монтажных проектов. В этом случае очень важно правильно разметить монтажный размер трубы, чтобы избежать переделок и перерасхода материалов. С этой целью Компания CO.E.S. рекомендует определять монтажную длину трубы следующим образом (рис. 4.5):

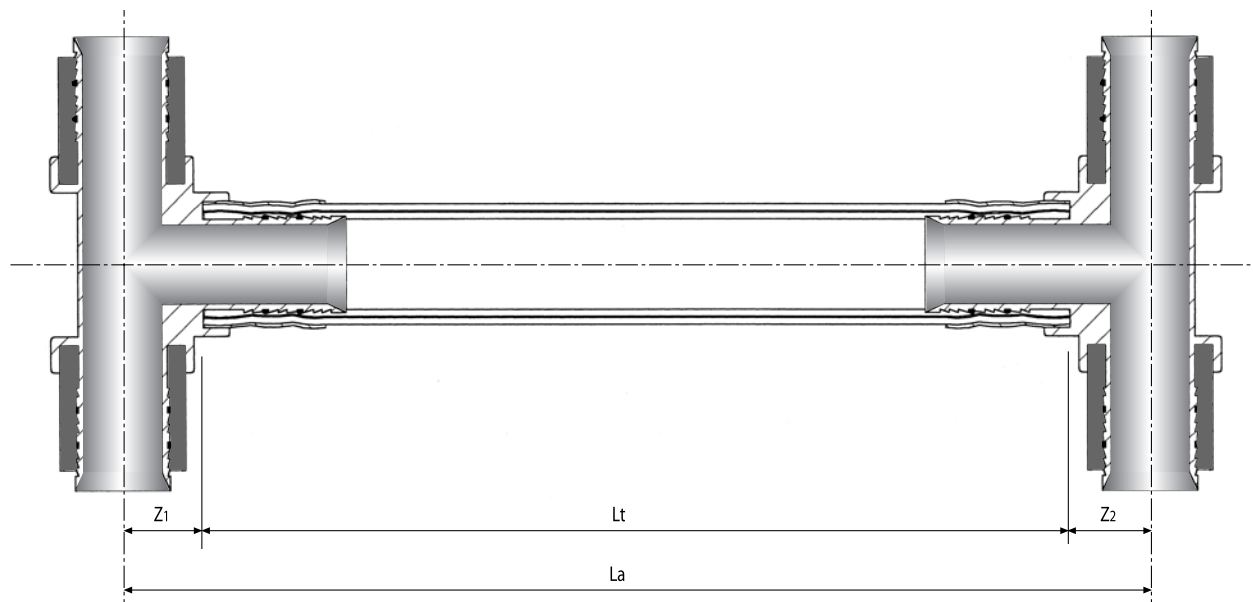


Рис. 4.5. Определение монтажной длины трубы Coesklima SuperK®.

Все длины монтируемого участка замеряются по осевой линии от центра до центра. Например, как показано на рис. 4.5,

$$L_a = Z_1 + L_t + Z_2$$

Как отмечено выше, металлополимерные трубы можно изгибать без каких-либо последствий для ее качества. Трубы диаметром до 25 мм включительно легко гнутся от руки, более 25 мм – с помощью специального трубогиба. При выполнениигиба от руки применяются плотные стальные пружины, которые либо вводятся в трубу, либо одеваются на нее снаружи. При монтаже трубопроводов большого диаметра рекомендуется применять соединительные детали – отводы.

Порядок выполнения работ при применении трубогиба показан на рис.4.6.

Минимальные радиусы изгиба, мм, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Минимальные радиусы изгиба, мм

NN п/п	Размер трубы, d, мм	Изгиб от руки	Изгибающая пружина	Трубогиб
1.	14	5d (70)	4d (56)	55
2.	16	5d (80)	4d (64)	60
3.	18	5d (90)	4d (72)	60
4.	20	5d (100)	4d (80)	105
5.	25	5d (125)	4d (100)	105

При коллекторном способе прокладки металлополимерных труб, когда вода подводится к каждому водоразборному или отопительному прибору автономно и каждая подводящая труба укладывается на перекрытие с последующей ее заделкой цементно-песчаным раствором, допускается эти трубы прокладывать в кожухах, внутренний диаметр которых на один-два размера превышает наружный диаметр подводящей трубы. В этом случае компенсация линейных изменений длины трубопровода Coesklima SuperK® не требуется. При открытой прокладке трубопроводов вдоль стен, колонн, под потолком в процессе монтажа следует устанавливать подвижные и неподвижные опоры, предусмотренные проектом.

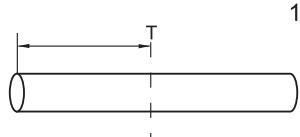
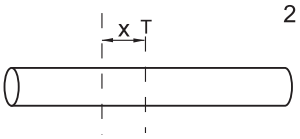
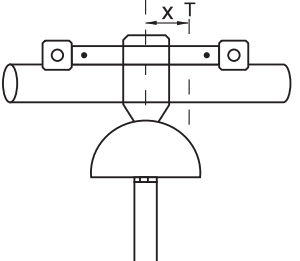
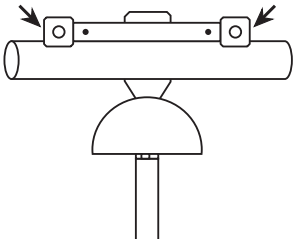
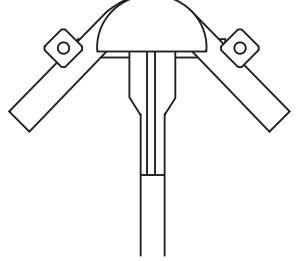
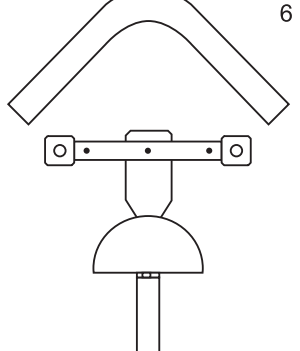
1.	Труба отрезается и отмечается размер от конца трубы до центра изгиба	 <p style="text-align: right;">1</p>
2.	Отступить расстояние от центра изгиба D 14 = 12 мм D 16 = 12 мм D 18 = 12 мм D 20 = 23 мм D 25 = 23 мм	 <p style="text-align: right;">2</p>
3.	Труба укладывается в приспособление маркировкой напротив изгибающего сегмента	 <p style="text-align: right;">3</p>
4.	Изгибающие колодки устанавливаются в планке в соответствии с диаметром трубы. Затем труба зажимается между сегментом и колодками.	 <p style="text-align: right;">4</p>
5.	Рейка храпового механизма передвигается до желаемого радиуса изгиба.	 <p style="text-align: right;">5</p>
6.	После изгиба рейка отодвигается назад и труба извлекается из приспособления.	 <p style="text-align: right;">6</p>

Рис. 4.6. Изгибание трубы с помощью трубогиба.



## 5. Промывка и сдача трубопроводной системы в эксплуатацию

Промывке подлежат трубопроводные системы, транспортирующие воду питьевого качества, т.е. системы холодного и горячего водоснабжения. Трубопроводы промываются чистой водопроводной водой до полной очистки труб от механических примесей. Качество воды в системе после ее промывки должно соответствовать требованиям СанПиН [7].

Кроме того, в соответствии со СНиП 3.05.01 [8], по завершении монтажных работ должны быть выполнены испытания трубопроводных систем отопления и водоснабжения на прочность и плотность.

Величину пробного давления при гидравлическом методе испытания следует принимать равной 1,5 избыточного рабочего давления. Испытания должны производиться до установки водоразборной арматуры.

Выдержавшими испытания считаются системы, если в течение 10 мин. нахождения под пробным давлением при гидростатическом методе испытаний не обнаружено падения давления более 0,5 бар и капель в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре и утечки воды через смывные устройства.

Перед испытанием необходимо снять предохранительную или регулировочную арматуру (клапана, редукторы), значение настройки которых менее 6 бар. Вместо снятой арматуры устанавливаются заглушки. Смонтированные, но еще не закрытые, трубопроводы заполняются профильтрованной водой, удаляется воздух. Трубы должны быть проверены под давлением до укладки в стены и цементирования. Допускается применение испытательного гидравлического пресса с контрольным манометром с точностью измерения до 0,1 бар. Гидравлический пресс устанавливается по возможности в самой низкой точке системы трубопроводов. Гидравлические испытания проводятся при постоянной температуре в два этапа.

При предварительном испытании создается испытательное давление, соответствующее допустимому рабочему давлению 10 бар плюс 5 бар, итого 15 бар. Давление создается дважды в течение 30 минут с промежутком в 10 минут. После этого в течение 30 минут испытательное давление не должно упасть более чем на 0,3 бар (0,1 бар за 10 минут) при отсутствии видимых подтеканий.

Основное испытание проводится сразу же после предварительного. Его длительность составляет 24 часа. При этом регламентированное предварительным испытанием испытательное давление не должно упасть более чем на 0,2 бар. Подтекания должны отсутствовать во всей системе.

Следует закрыть все запорные устройства системы, произвести её проверку под давлением 15 бар, затем снизить давление до нормального рабочего значения.

Системы отопления должны подвергаться испытаниям на герметичность до закрытия штроб, плинтусов, а также до устройства заливного пола.

Система полностью заполняется водой, удаляется воздух (предохранять от замерзания!). Водяные системы отопления испытываются давлением, превышающим в 1,3 раза общее давление (статическое давление) системы, или составляющее не менее 1 бар избыточного давления в любой точке системы. Применяются только гидравлические прессы с контрольным манометром с точностью измерения до 0,1 бар. Гидравлический пресс устанавливается, по возможности, в самой низкой точке системы. Испытательное давление должно поддерживаться 24 часа и упасть не более чем на 0,2 бар при отсутствии подтеканий.

По возможности, сразу же после испытания с холодной водой систему прогреть до наивысшей расчетной температуры теплоносителя, при которой проверяется, остается ли система герметичной. После охлаждения следует окончательно проконтролировать герметичность трубопроводов и соединений, для чего закрыть все запорные устройства на входе и выходе радиаторов, открыть все клапаны коллектора и выполнить испытание при максимальном давлении 5 бар, после чего понизить давление до нормального рабочего уровня (2,5 бар).

- Испытательное давление: 15 бар
- Макс. рабочее давление: 5 бар
- Продолжительность испытания: 2 часа
- Изменение испытательного давления: 0,2 бар

### Протокол испытания

Описание объекта:	
Технические условия:	
Монтажник:	

Испытательное давление = макс. допустимое рабочее давление + 5 бар = 15 бар.

Предварительное испытание:

Начало: _____, _____ дата      время	Испытательное давление: _____ бар
Начало: _____, _____ дата      время	Испытательное давление: _____ бар

Основное испытание:

Начало: _____, _____ дата      время	Испытательное давление: _____ бар
Начало: _____, _____ дата      время	Испытательное давление: _____ бар

Мах  $\Delta p = 0,2$  бар!

Результат:

\_\_\_\_\_  
место - дата

\_\_\_\_\_  
подпись - печать (контролирующая организация)

\_\_\_\_\_  
место - дата

\_\_\_\_\_  
подпись - печать (монтажная организация)

- Испытательное давление: 5 бар
- Макс. рабочее давление: 5 бар
- Продолжительность испытания: 2 часа
- Изменение испытательного давления: 0,2 бар

**Протокол испытания**

Описание объекта:	
Технические условия:	
Монтажник:	

Параметры системы:

Максимально допустимое рабочее давление:	_____ бар	
Высота системы:	_____ м	
Расчетные температуры:	_____ °C	_____ °C
	ВХОД	ВЫХОД
Начало:	_____, _____ дата время	_____, _____ дата время
Окончание:	_____, _____ дата время	Испытательное давление: _____ бар max Δp=0,2 бар!

Система прогрева \_\_\_\_\_ (время-дата) до наивысшей расчетной температуры теплоносителя и проверена герметичность. После охлаждения окончательно проконтролирована герметичность трубопроводов и соединений.

Результат:

\_\_\_\_\_  
место - дата

\_\_\_\_\_  
подпись - печать (контролирующая организация)

\_\_\_\_\_  
место - дата

\_\_\_\_\_  
подпись - печать (монтажная организация)

Тепловое испытание систем отопления при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 60°C. При этом все отопительные приборы должны прогреться равномерно.

Тепловое испытание систем отопления при отрицательной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре теплоносителя в подающем трубопроводе, соответствующей температуре наружного воздуха во время испытания по отопительному температурному графику, но не менее 50°C, и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

Тепловое испытание систем отопления следует производить в течение 7 ч., при этом проверяется равномерность прогрева отопительных приборов (на ощупь).

Тепловое испытание напольных систем отопления из металлополимерных труб следует осуществлять после того, как бетон окончательно затвердеет, т.е. через 20-28 дней. Испытания следует начинать с температуры теплоносителя 25°C с ежедневным увеличением температуры на 5°C до тех пор, пока она не будет соответствовать проектной величине.

### Испытание систем обогрева полов

Гидравлические испытания системы напольного отопления проводятся согласно СП 41-102-98, п.5.25...5.30. После проведения монтажных работ следует провести испытание системы на герметичность при давлении, превышающем рабочее в 1,5 раза, но не менее 0,6 МПа. Испытания на герметичность проводятся до заливки бетоном.

1. При подготовительных работах перед гидравлическим испытанием системы необходимо:

- закрыть все запорные устройства системы, находящиеся перед коллекторами (допустимое рабочее давление для них должно быть больше величины пробного давления), установленные до подающего коллектора и после обратного коллектора;
- подключить к системе гидравлический пресс с манометром точностью 0,01 МПа.

2. Систему следует заполнить водой медленно при открытых воздухопускных устройствах во избежание образования воздушных пробок.

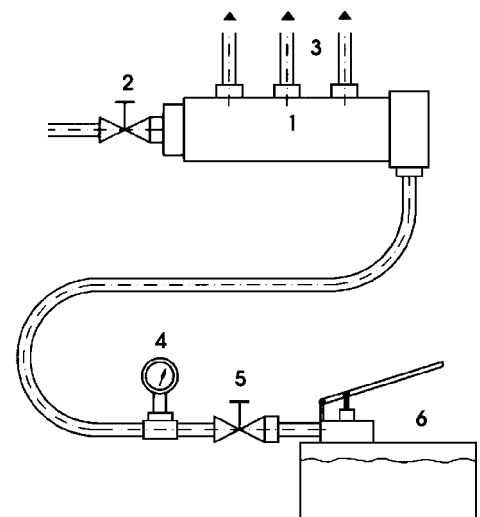
3. Гидравлические испытания необходимо проводить при постоянной температуре в два этапа:

1 этап – в течении 30 минут дважды поднимать давление до расчетной величины через каждые 10 минут. В последующие 30 минут падение давления в системе не должно превышать 0,06 МПа;

2 этап – в последующие 2 часа падение давления (от давления, достигнутого на 1-м этапе) не должно быть больше чем на 0,02 МПа.

Изменение испытательного давления:  $\max \Delta p > 0,2 \text{ Бар!}$

- 1 – распределитель
- 2 – запорный кран (закрыт)
- 3 – петли напольного отопления
- 4 – манометр
- 5 – запорный клапан гидравлического пресса
- 6 – гидравлический пресс



Провести визуальную проверку всех фитингов, чтобы обнаружить протечки.

Во время заливки бетона на пол, трубопровод должен быть под давлением.

- испытательное давление 10 бар
- макс. рабочее давление 5 бар
- продолжительность испытания 12 часов.

В случае периодического использования систем отопления в зимний период, для исключения замораживания системы, следует предусмотреть применение незамерзающих жидкостей, терморегулирующих устройств в здании и т.п. Если в процессе эксплуатации исчезла необходимость применения незамерзающей жидкости, то система после опорожнения должна быть трижды промыта водой.

Перед укладкой напольного покрытия цементная стяжка подвергается тепловому испытанию. Оно должно начинаться не раньше, чем через 21 день для цементной стяжки и 7 дней для ангидридной стяжки (руководствоваться также рекомендациями изготовителя) с момента заливки и проводится в два этапа.

В течение первых 3 дней необходимо поддерживать температуру на входе 25°C и следующие 4 дня – максимальную. В случае отключения напольного отопления после первого этапа прогрева, бетонную стяжку необходимо защитить от сквозняка и быстрого охлаждения.

Второй этап требуется для того, чтобы стяжка достигла требуемого значения влажности. Для того, чтобы в будущем исключить возникновение дефектов напольного покрытия, влажность бетонной стяжки не должна превышать требуемого значения. Рекомендуемые предельные значения влажности в %:

Тип покрытия		Цементно-песчаная стяжка	Ангидридная стяжка
Эластичное покрытие		1,8	0,3
Текстильное покрытие	влагонепроницаемое	1,8	0,3
	влагопроницаемое	3,0	1,0
Паркет		1,8	0,3
Ламинат		1,8	0,3
Керамическая плитка, камень		3,0	-
Бетонная плитка		2,0	0,3

## 6. Транспортировка и складирование труб Coesklima Superk®.

Металлополимерные трубы Coesklima Superk® поставляются как в бухтах, так и отрезками длиной по 5 м. В бухтах поставляются трубы диаметром от 14 мм до 32 мм, длина труб в бухте составляет от 200 м до 50 м, соответственно. Трубы в бухтах упакованы в картонные коробки, отрезки труб – в трубчатые коробки из пластика, соединительные и детали трубопроводов – в коробки.

Перечисленная продукция транспортируется всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта. Транспортировку труб и деталей рекомендуется осуществлять в заводской упаковке. В процессе транспортировки груз должен быть закреплен, чтобы избежать механического повреждения труб и деталей.

Перемещение труб и погрузочно-разгрузочные операции выполняются с помощью вилочного погрузчика или подъемного крана с применением мягких строп или полотенец достаточной ширины.

Транспортировка и погрузочно-разгрузочные работы допускаются при температуре наружного воздуха до минус 25°C.

При складировании трубы укладываются штабелем высотой не более 2,2 м, вдали от производства работ, связанных с применением открытого огня, на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов, в тени или под навесом.

Металлополимерные трубы Coesklima Superk® запрещается сбрасывать с транспортных средств и перемещать волоком.

## 7. Техника безопасности при работе с трубами Coesklima Superk®

При монтаже систем отопления из металлополимерных труб следует соблюдать требования техники безопасности в строительстве по действующей нормативной документации.

При заготовительном производстве и монтаже запрещается производить электросварочные работы на расстоянии от металлополимерных труб менее 2 м.

Металлополимерные трубы относятся к категории горючих, трудновоспламеняемых материалов. Средства пожаротушения — распыленная вода, пена, песок, кошма.

Металлополимерные трубы в процессе монтажа и эксплуатации не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают вредного влияния на организм человека при непосредственном контакте.

Монтаж металлополимерных труб должны проводить слесари-сантехники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой обработки таких труб.

Работы по монтажу внутренних систем отопления из этих труб разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации.

Гидравлическое испытание систем следует производить в присутствии мастера или производителя работ. Слесари, проводящие испытания, должны находиться в безопасных местах на случай выбивания заглушек.

### Трубы

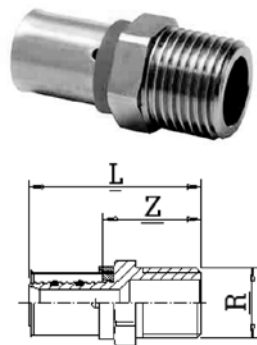
Многослойная труба Coesklima superK® из PEX с кислородным барьером. Предназначена для санитарно-технических, отопительных систем, установленных на полу радиаторов и фанкойлов. (Максимальная рабочая температура 95°C.)



изделие	de	di	s	метров в бухте
KRS140H	14	10	2	200
KRS160H	16	12	2	100
KRS160L	16	12	2	200
KRS180H	18	14	2	100
KRS200H	20	15.5	2.25	100
KRS250G	25	20	2.5	50
KRS320G	32	26	3	50

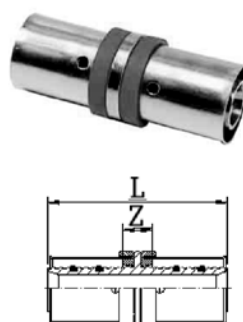
### Пресс-соединения

#### Соединительный патрубков с внешней резьбой



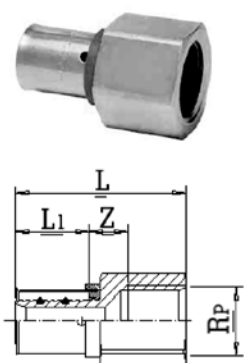
изделие	∅	R	Z	L
PM14M1	14	1/2'	26	46.5
PM16M1	16	1/2'	26	46.5
PM16M2	16	3/4'	26	46.5
PM18M1	18	1/2'	26	46.5
PM18M2	18	3/4'	26	46.5
PM20M1	20	3/4'	26	48
PM20M2	20	3/4'	26	50
PM20M3	20	1'	28	55.5
PM25M2	25	3/4'	26	57.5
PM25M3	25	1'	28	57.5
PM32M3	32	1'	28	57.5
PM32M4	32	1 1/4'	32	61.5
PM40M4	40	1 1/4'	35.8	80
PM50M5	50	1 1/2'	37.8	82
PM63M6	63	2'	40.5	110
PM75M7	75	2 1/2'	40	109

#### Штуцер для соединения труб

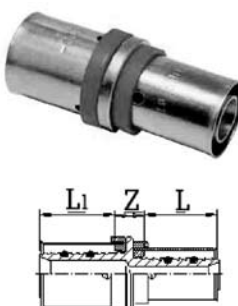


изделие	∅	R	L
PM1414	14	9	50
PM1616	16	9	50
PM1818	18	9.5	50
PM2020	20	9.5	53
PM2525	25	10	68
PM3232	32	10	68
PM4040	40	5.6	94
PM5050	50	6.6	95
PM6363	63	7	146.2
PM7575	75	7	146

#### Соединительный патрубков с внутренней резьбой



изделие	∅	R	Z	L	L1
PM14F1	14	1/2'	10	45.5	20.5
PM16F1	16	1/2'	10	45.5	20.5
PM18F1	18	1/2'	10	45.5	20.5
PM18F2	18	3/4'	11	47.5	20.5
PM20F1	20	1/2'	10	47	22
PM20F2	20	3/4'	11	49	22
PM20F3	20	1'	14	55	22
PM25F2	25	3/4'	11	56.5	28.5
PM25F3	25	3/4'	11	62.5	29.5
PM32F3	32	1'	14	62.5	29.5
PM32F4	32	1 1/4'	17	67.5	29.5
PM40F5	40	1 1/2'	13.8	78	44.2
PM50F5	50	1 1/2'	9.8	74	44.2
PM63F6	63	2'	10.5	104	69.5
PM75F7	75	2 1/2'	16	112	69



#### Штуцер для соединения труб

изделие	∅	Z	L	L1
PMR164	16x14	9	20.5	20.5
PMR186	18x16	9	20.5	20.5
PMR206	20x16	9	22	20.5
PMR208	20x18	9.5	22	20.5
PMR256	25x16	10	29.5	20.5
PMR258	25x18	10	29.5	20.5
PMR252	25x20	10	29.5	22
PMR322	32x20	10	29.5	22
PMR323	32x25	10	29.5	29.5
PMR402	40x25	4.6	44.2	34.2
PMR403	40x32	5.6	44.2	34.2
PMR503	50x32	4.6	44.2	34.2
PMR504	50x40	5.6	44.2	44.2
PMR634	63x40	6.6	69.5	44.2
PMR635	63x50	6.6	69.5	44.2
PMR754	75x40	9	69	44
PMR755	75x50	9	69	44
PMR756	75x63	9	69	70

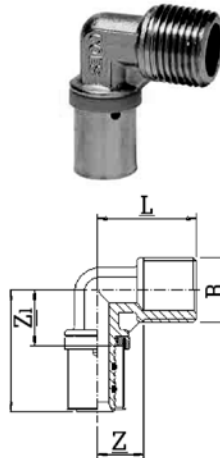


Угольник 90° для соединения труб



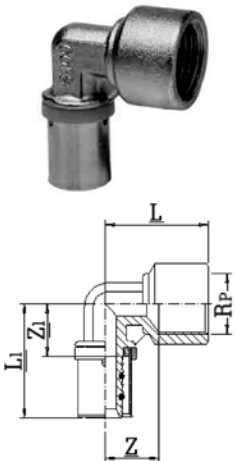
изделие	∅	Z	L
PG1616	16	17.5	38
PG1818	18	17.5	38
PG2020	20	17.5	39.5
PG2525	25	23.5	53
PG3232	32	26.5	55.5
PG4040	40	29.8	74
PG5050	50	36.8	81
PG6363	63	58	121
PG7575	75	58	127

Угольник 90° с внешней резьбой для присоединения к трубе



изделие	∅	R	Z	Z1	L	L1
PG16M1	16	1/2'	17	17.5	31	38
PG18M1	18	1/2'	17	17.5	31	38
PG18M2	18	3/4'	18.5	17.5	33	38
PG20M1	20	1/2'	19	17.5	33	39.5
PG20M2	20	3/4'	20.5	23.5	35	45.5
PG25M2	25	1/2'	24.5	23.5	39	53.5
PG25M3	25	3/4'	23.5	23.5	39	53.5
PG32M3	32	1'	26.5	26.5	42	55.5

Угольник 90° с внутренней резьбой для присоединения к трубе



изделие	∅	Z	L	H
PT16X3	16	17.5	76	38
PT18X3	18	17.5	76	38
PT20X3	20	17.5	79	39.5
PT25X3	25	23.5	107	53.5
PT32X3	32	26.5	111	55.5
PT40X3	40	29.3	74	146
PT50X3	50	36.8	81	155
PT63X3	63	58	121	235
PT75X3	75	58	127	250

Т-образный угольник для соединения труб



изделие	∅	R	Z	Z1	L	L1
PG16F1	16	1/2'	18	17.5	33	38
PG18F1	18	1/2'	18	17.5	33	38
PG18F2	18	3/4'	17	17.5	33	38
PG20F1	20	1/2'	18	17.5	33	39.5
PG20F2	20	3/4'	23	23.5	33	45.5
PG25F1	25	1/2'	24	23.5	39	53.5
PG25F2	25	3/4'	23	23.5	39	53.5
PG32F2	32	3/4'	29	26.5	45	55.5
PG32F3	32	1'	26	26.5	45	55.5
PG40F5	40	1 1/2'	40	32.8	60	77
PG50F5	50	1 1/2'	40	36.8	60	81

Тройник (Т-образный фитинг) для соединения труб с внешней резьбой



изделие	∅	R	Z	L	L1
PT16M1	16	1/2'	17	30	75
PT18M1	18	1/2'	17	30	75
PT18M2	18	3/4'	18.5	33	75
PT20M1	20	1/2'	19	33	78
PT20M2	20	3/4'	20.5	35	89
PT25M2	25	3/4'	24.5	39	106
PT25M3	25	1'	23.5	39	106
PT32M2	32	3/4'	27.5	42	110
PT32M3	32	1'	26.5	42	140
PT75M4	75	1 1/4'	43.5	87	228

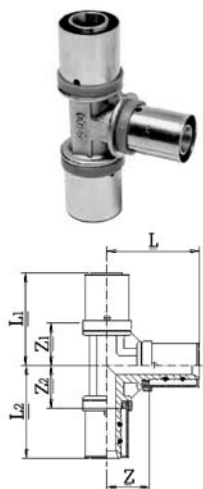
Тройник (Т-образный фитинг) для соединения труб с внутренней резьбой



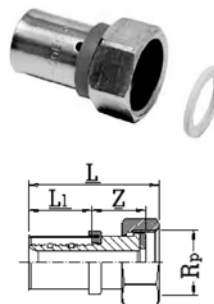
изделие	∅	Rp	Z	L	L1
PT16F1	16	1/2'	18	33	75
PT18F1	18	1/2'	18	33	75
PT18F2	18	3/4'	17	33	75
PT20F1	20	1/2'	18	33	78
PT20F2	20	3/4'	23	39	91
PT25F1	25	1/2'	24	39	106
PT25F2	25	3/4'	23.5	39	106
PT32F2	32	3/4'	26.5	45	110
PT32F3	32	1'	26.5	45	110
PT40F2	40	3/4'	22	48	130
PT50F3	50	1'	29	56	148
PT75F3	75	1'	43	79.5	228

Уменьшенный тройник (Т-образный фитинг) для соединения труб

Фитинг соединения труб



изделие	∅	L	L1	L2	Z	Z1	Z2
PTR464	14x16x14	76	38	38	17.5	17.5	17.5
PTR644	16x14x14	76	38	38	17.5	17.5	17.5
PTR646	16x14x16	76	38	38	17.5	17.5	17.5
PTR866	18x16x16	76	38	38	17.5	17.5	17.5
PTR868	18x16x18	76	38	38	17.5	17.5	17.5
PTR886	18x18x16	76	38	38	17.5	17.5	17.5
PTR226	20x20x16	77.5	39.5	38	17.5	17.5	17.5
PTR262	20x16x20	79	39.5	39.5	17.5	17.5	17.5
PTR266	20x16x16	77.5	39.5	38	17.5	17.5	17.5
PTR228	20x20x18	77.5	39.5	38	17.5	17.5	17.5
PTR282	20x18x20	79	39.5	39.5	17.5	17.5	17.5
PTR288	20x18x18	77.5	39.5	38	17.5	17.5	17.5
PTR626	16x20x16	76	38	38	17.5	17.5	17.5
PTR522	25x20x20	99.5	53.5	46	23.5	23.5	23.5
PTR525	25x20x25	107	53.5	53.5	23.5	23.5	23.5
PTR565	25x16x25	107	53.5	53.5	23.5	23.5	23.5
PTR566	25x16x16	98	53.5	44.5	23.5	23.5	23.5
PTR585	25x18x25	107	53.5	53.5	23.5	23.5	23.5
PTR588	25x18x18	98	53.5	44.5	23.5	23.5	23.5
PTR828	18x25x18	89	39.5	39.5	23.5	23.5	23.5
PTR353	32x25x32	111	55.5	55.5	26.5	26.5	26.5
PTR355	32x25x25	111	55.5	55.5	26.5	26.5	26.5
PTR363	32x16x32	111	55.5	55.5	26.5	26.5	26.5
PTR383	32x18x32	111	55.5	55.5	26.5	26.5	26.5
PTR323	32x20x32	111	55.5	55.5	26.5	26.5	26.5
PTR535	25x32x25	111	55.5	55.5	26.5	26.5	26.5
PTR352	32x50x32	30	74	68	30	34	34
PTR424	40x20x40	30.5	57	64.5	30.5	20	20
PTR454	40x25x40	30	64	66.5	30	22	22
PTR433	40x32x32	30	64	70	30	26	26
PTR434	40x32x40	30	64	70	30	26	26
PTR555	50x25x50	35	69	71	35	27	27
PTR545	50x40x50	37	61	76.5	37	32	32
PTR632	63x25x63	45.8	61	102	45.8	32.5	32.5
PTR634	63x40x63	45.8	90	109	45.8	39.5	39.5
PTR757	75x50x75	54	98	114	54	45	46

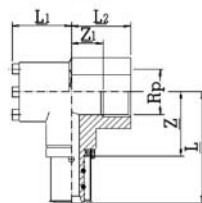


изделие	∅	Rp	Z	L	L1
PB14F1	14	1/2'	16	45	20.5
PB16F1	16	1/2'	17	45	20.5
PB16F2	16	3/4'	10	38	20.5
PB18F1	18	1/2'	17	45	20.5
PB18F2	18	3/4'	18.5	46	20.5
PB20F1	20	1/2'	17	46	22
PB20F2	20	3/4'	17	47	22
PB25F3	25	1'	23.5	63.5	29.5
PB32F4	32	1'1/4	27.5	66.5	29.5
PB40F5	40	1'1/2	31.3	85	44.2
PB50F6	50	2'	31.3	87.5	44.2

Концевой пресс-фитинг



изделие	∅	Rp	Z	Z1	L	L1	L2
PF16F1	16	1/2'	28	11	48.5	22	26
PF18F1	18	1/2'	28	11	48.5	22	26
PF20F1	20	1/2'	28	11	50	22	26

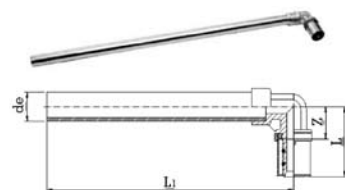


Концевой фитинг с крепежной скобой



изделие	∅	Rp	Z	Z1	L	L1	L2
PS16F1	16	1/2'	28	11	48.5	22	26
PS18F1	18	1/2'	28	11	48.5	22	26
PS18F2	18	3/4'	28	12	48.5	30	28
PS20F2	20	3/4'	28	12	50	30	28
PS20F1	20	1/2'	28	11	50	22	26

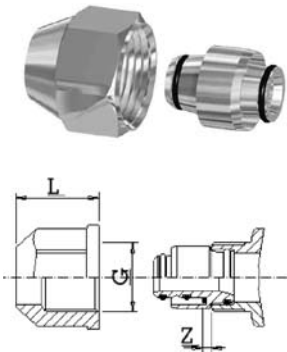
Прессовый угольник, покрытый медью, для присоединения радиаторов с диаметром 14мм



изделие	∅	de	Z	L	L1
KVPO16	16	16	17.5	38	350
KVPO18	18	16	17.5	38	350

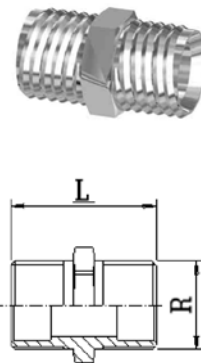
### Резьбовое соединение

#### Болт с головкой с внутренней резьбой



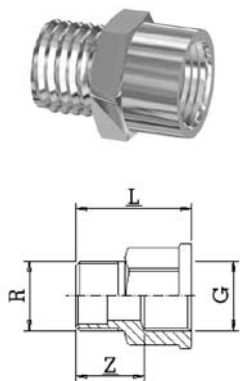
изделие	∅	G	Z	L
KO1010	14	1/2'	8.7	24
KO1030	16	1/2'	8.7	24
KO1040	16	3/4'	9.5	25.5
KO1050	18	1/2'	12.2	24
KO1060	18	3/4'	9.5	25.5
KO1065	20	1/2'	12.2	24
KO1020	20	3/4'	9.5	25.5
KO1070	25	1'	13.6	37

#### Ниппель



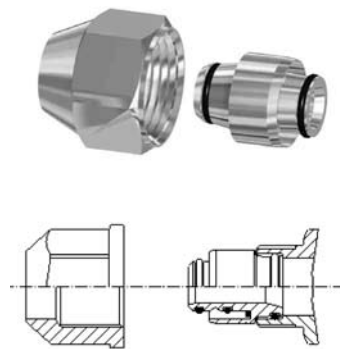
изделие	R	L
KO1210	1/2'	34
KO1220	3/4'	38
KO1230	1'	41

#### Переходник с внутренней и внешней резьбой для присоединения трубы Coesklima superK® к металлической трубе



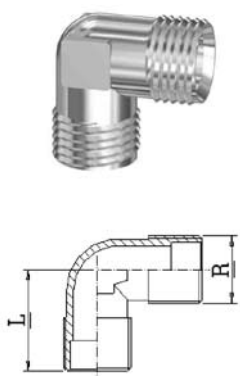
изделие	R	G	Z	L
KO1410	1/2'	1/2'	19	33
KO1420	3/4'	3/4'	20	35
KO1430	1'	1'	23	40

#### Переходник для вентилей и коллекторов с внутренней резьбой



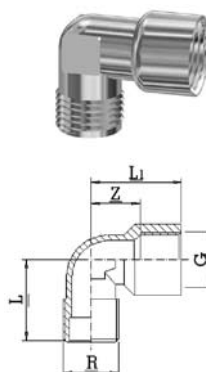
изделие	∅	
KO14FG	14	Giacomini
KO14FC	14	Caleffi
KO14FR	14	Caleffi
KO14FP	14	Pettinaroli
KO14FS	14	Tesa
KO14FT	14	Pintossi
KO16FG	16	Giacomini
KO16FC	16	Caleffi
KO16FR	16	Caleffi
KO16FP	16	Pettinaroli
KO16FS	16	Tesa
KO16FT	16	Pintossi

#### Угольник 90° с внешней резьбой



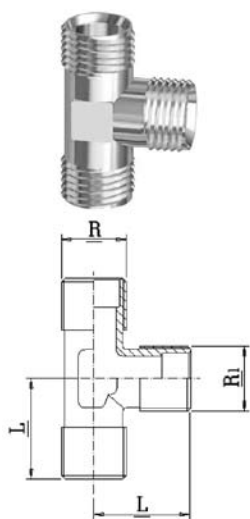
изделие	R	L
KOGOM1	1/2'	30
KOGOM2	3/4'	33
KOGOM3	1'	35

#### Угольник 90° с внутренней резьбой



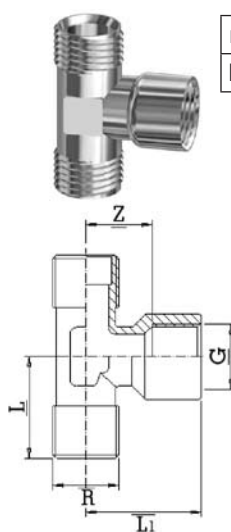
изделие	R	G	Z	L	L1
KOGOF1	1/2'	1/2'	18	30	31
KOGOF2	3/4'	3/4'	18	31	34

Тройник (Т-образный фитинг)



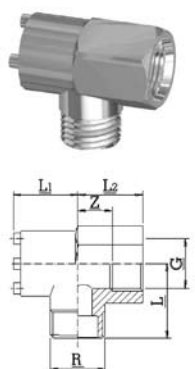
изделие	R	R1	L
КОТЕМ1	1/2'	-	26
КОТЕМ2	3/4'	-	30
КОТЕМ3	1'	-	37
КОТЕМ0	1'	3/4'	37

Тройник (Т-образный фитинг)



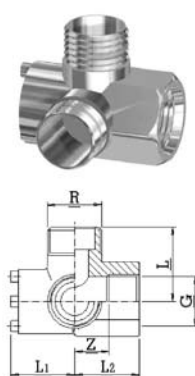
изделие	R	G	Z	L	L1	L2
КОТCF1	1/2'	1/2'	18.5	18	31	31

Концевой фитинг



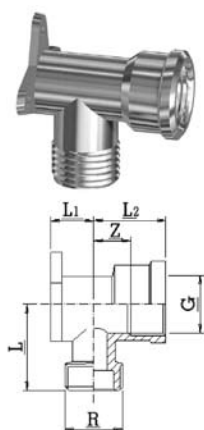
изделие	R	G	Z	L	L1	L2
KORFF1	1/2'	1/2'	15	29	23	28

Двойной концевой фитинг с углом 90°



изделие	R	G	Z	L	L1	L2
KORDF1	1/2'	1/2'	15	29	23	28

Резьбовой фитинг с креплением



изделие	R	G	Z	L	L1	L2
KORSF1	1/2'	1/2'	15	29	13	27

Жидкости	Химическая формула	Концентрация	60°	20°
2-Бутанон	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	100%	да	-
Адипиновая кислота	HOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH	насыщ. P-p	да	да
Азотная кислота	HNO <sub>3</sub>	25%	да	да
Азотная кислота	HNO <sub>3</sub>	от 50% до 100%	нет	нет
Акролеин	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	-	нет	нет
Аллиловый спирт	H <sub>2</sub> C=CH-CH <sub>2</sub> -OH	96%	нет	да
Алюминия, сульфат	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Алюминия, хлорид	AlCl <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Амилаацетат	CH <sub>3</sub> COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub>	100%	нет	да
Амилацетат	CH <sub>3</sub> COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub>	100%	да	нет
Аминобензол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	100%	да	да
Аммиак	NH <sub>3</sub>	100%	да	да
Аммиака, газ	NH <sub>3</sub>	100%	да	да
Аммиака, раствор	NH <sub>3</sub>	100%	да	да
Аммиачная вода	NH <sub>3</sub>	разбав. P-p	да	да
Аммония, нитрат	(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Аммония, сульфат	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	насыщ. P-p	да	да
Аммония, сульфид	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	раствор	да	да
Аммония, фторид	NH <sub>4</sub> F	раствор	да	да
Аммония, хлорид	NH <sub>4</sub> Cl	насыщ. P-p	да	да
Анилин	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	100%	нет	да
Арсининовая кислота	H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	насыщ. P-p	да	да
Ацетальдегид	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	-	да	нет
Ацетон	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	100%	нет	нет
Ацетонитрил	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	-	нет	нет
Бария, гидрат	Ba(OH) <sub>2</sub>	насыщ. P-p	да	да
Бария, карбонат	BaCO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Бария, сульфат	BaSO <sub>4</sub>	насыщ. P-p	да	да
Бария, хлорид	BaCl <sub>2</sub>	насыщ. P-p	да	да
Бензальдегид	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHO	100%	нет	да
Бензальдегид	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHO	100%	да	нет
Бензин	-	-	да	нет
Бензин, алифатические углеводороды	-	-	нет	да
Бензоат натрия	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COONa	Н	да	да
Бензойная кислота	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	насыщ. P-p	да	да
Бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	100%	нет	нет
Бертолетова соль	KClO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Борная кислота	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	нет	нет
Бром -газ	Br <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Бром -жидкость	Br <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Бром, жидкий	Br	100%	нет	нет
Бром, сухой газ	Br <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Бромистоводородная кислота	HBr	50%	да	да
Бромистоводородная кислота	HBr	100%	да	да
Бромистоводородная кислота	HBr	100%	да	да
Бромистый этил	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br	100%	нет	да
Бура	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	насыщ. P-p	да	да

Таблица химической стойкости

Продолжение приложения 2

Жидкости	Химическая формула	Концентрация	60°	20°
Бутадиен-1,3	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	-	нет	нет
Бутан -газ	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	100%	да	да
Бутанол	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH	100%	да	да
Бутилен	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CH=CH <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Бутиловый спирт	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH	100%	да	да
Винная кислота	-	раствор	да	да
Вино	-	-	да	да
Вода	H <sub>2</sub> O	-	да	да
Водород	H <sub>2</sub>	100%	да	да
Гептан	C <sub>7</sub> H <sub>17</sub>	100%	нет	да
Гидроксиуксусная кислота	HOCH <sub>2</sub> COOH	Н	да	да
Гидрохинон	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Глауберова соль	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Гликолевая кислота	HOCH <sub>2</sub> COOH	раствор	да	да
Глицерин	HOCH <sub>2</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> OH	100%	да	да
Глюкоза	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Декагидронафтаден	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	100%	нет	нет
Декалин	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	100%	нет	нет
Декстрин	(C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>n</sub>	раствор	да	да
Диизопропиловый эфир	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	-	нет	нет
Диизобутилкетон	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	-	нет	нет
Диметиламин	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N	-	нет	нет
Диметилсульфат	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub> S	-	нет	нет
Диметилформамид	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	-	нет	нет
Диоксан	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	100%	да	да
Дихлорметан	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Дихлорэтан	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl	-	нет	нет
Диэтилкетон	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	-	нет	нет
Диэтиловый эфир	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	-	нет	нет
Дрожжи	ПР	раствор	да	да
Дрожжи	ПР	100%	да	нет
Едкое кали	КОН	Н	да	да
Железа, нитрат (III)	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	раствор	да	да
Железа, сульфат (II)	FeSO <sub>4</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Железа, сульфат (III)	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Железа, хлорид (II)	FeCl <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Железа, хлорид (III)	FeCl <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Желтая кровяная соль	K <sub>4</sub> [Fe(CH) <sub>6</sub> ]	Н	да	да
Изоамилацетат	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	-	-	-
Изопропиловый спирт	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	-	-	-
Калий, железосинеродистый	K <sub>4</sub> [Fe(CH) <sub>6</sub> ]	насыщ. Р-р	да	да
Калия, бикарбонат	KHCO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, бисульфат	KHSO <sub>4</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, бисульфид	NaHSO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, бихромат	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	раствор	да	да
Калия, бромат	KBrO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, бромид	KBr	насыщ. Р-р	да	да



**Таблица химической стойкости**
*Продолжение приложения 2*

Жидкости	Химическая формула	Концентрация	60°	20°
Калия, гидрат	KOH	10%	да	да
Калия, гидроокись	KOH	насыщ. Р-р	да	да
Калия, гипохлорид	KClO	раствор	да	да
Калия, карбонат	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, нитрат	KNO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, ортофосфат	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, перманганат	KMnO <sub>4</sub>	20%	да	да
Калия, персульфат	K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, перхлорат	KClO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, сульфат	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, сульфид	K <sub>2</sub> S	раствор	да	да
Калия, ферроцианид	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	насыщ. Р-р	да	да
Калия, фторид	KF	насыщ. Р-р	да	да
Калия, хлорат	KClO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Калия, хлорид	KCl	насыщ. Р-р	да	да
Каломель	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Кальция карбонат	CaCO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Кальция хлорат	CaClO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Кальция, гидрат	Ca(OH) <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Кальция, гипохлорид	CaCl <sub>2</sub> O	раствор	да	да
Кальция, карбонат	CaCO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Кальция, нитрат	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Кальция, сульфат	CaSO <sub>4</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Кальция, хлорид	CaCl <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Камфора	C-(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> O	-	нет	нет
Касторовое масло	-	-	нет	нет
Квасцы	-	-	да	да
Керосин	-	100%	нет	нет
Кетен	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	-	нет	нет
Кислород	O <sub>2</sub>	100%	да	да
Красная кровяная соль	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	насыщ. Р-р	да	да
Крезоловая кислота	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OH)CH <sub>3</sub>	100%	нет	нет
Кремнефтористо-водородная кислота	-	40%	да	да
Ксилен	-	100%	нет	нет
Ксилол	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Лимонная кислота	HOCC(OH)(CH <sub>2</sub> COOH) <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Ляпис	AgNO <sub>3</sub>	Н	да	да
Магния, гидрат	Mg(OH) <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Магния, карбонат	MgCO <sub>3</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Магния, нитрат	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Магния, хлорид	MgCl <sub>2</sub>	насыщ. Р-р	да	да
Малеиновая кислота	HOCH=CHCOOH	насыщ. Р-р	да	да
Масла	-	-	да	да
Масла и жиры	-	-	нет	да
Медный купорос	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	Н	да	да
Мелисса	-	рабоч. Конц.	да	да



Таблица химической стойкости

Продолжение приложения 2

Жидкости	Химическая формула	Концентрация	60°	20°
Метанол	CH <sub>3</sub> OH	100%	нет	да
Метилакрилат	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	-	нет	нет
Метилметакрилат	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	-	нет	нет
Молоко	-	-	да	да
Молочная кислота	-	100%	да	да
Моча	-	-	да	да
Мочевина	-	раствор	да	да
Натрия гидрат	NaOH	раствор	да	да
Натрия, бикарбонат	NaHCO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Натрия, бисульфит	NaHSO <sub>3</sub>	раствор	да	да
Натрия, бромид	NaBr	насыщ. P-p	да	да
Натрия, гидроокись	NaOH	40%	да	да
Натрия, гидроокись	NaOH	насыщ. P-p	нет	да
Натрия, гипохлорит	NaClO	15% хлора	нет	да
Натрия, карбонат	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Натрия, нитрат	NaNO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Натрия, ортофосфат	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	насыщ. P-p	да	да
Натрия, сульфат	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	насыщ. P-p	да	да
Натрия, сульфид	Na <sub>2</sub> S	насыщ. P-p	да	да
Натрия, ферроцианид	Na <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	насыщ. P-p	да	да
Натрия, фторид	NaF	насыщ. P-p	да	да
Натрия, хлорат	NaClO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Натрия, хлорид	NaCl	насыщ. P-p	да	да
Никеля, нитрат	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	насыщ. P-p	да	да
Никеля, сульфат	NiSO <sub>4</sub>	насыщ. P-p	да	да
Никеля, хлорид	NiCl <sub>2</sub>	насыщ. P-p	да	да
Никотиновая кислота	-	20%	нет	да
Озон	O <sub>3</sub>	100%	нет	нет
Ортофосфорная кислота	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	50%	да	да
Ортофосфорная кислота	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	95%	да	да
Перекись водорода	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	30%	да	да
Перекись водорода	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	90%	нет	да
Пиво	-	-	да	да
Пикриновая кислота	C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH	насыщ. P-p	да	да
Пиридин	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	100%	да	да
Пропионовая кислота	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	100%	да	да
Проявитель фотографический	-	рабоч.конц.	да	да
Ртути, нитрат	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	раствор	да	да
Ртути, хлорид	Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	насыщ. P-p	да	да
Ртути, цианид	Hg(CN) <sub>2</sub>	насыщ. P-p	да	да
Ртуть	Hg	100%	да	да
Салициловая кислота	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OOCCH <sub>3</sub> )COOH	насыщ. P-p	да	да
Свинца, ацетат	Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	насыщ. P-p	нет	да
Серебра ацетат	AgCH <sub>3</sub> COO	насыщ. P-p	да	да
Серебра нитрат	AgNO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Серебра, ацетат	AgCH <sub>3</sub> COO	H	да	да
Серная кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10%	да	да

**Таблица химической стойкости**
*Продолжение приложения 2*

Жидкости	Химическая формула	Концентрация	60°	20°
Серная кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50%	да	да
Серная кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98%	да	да
Серная кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	дымящаяся	нет	нет
Сернистая кислота	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	30%	да	да
Сернистый ангидрид сухой	SO <sub>2</sub>	100%	да	да
Соляная кислота	HCl	10%	да	да
Соляная кислота	HCl	80%	да	да
Тионила, хлорид	SOCl <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Толуол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	100%	нет	нет
Трихлорэтилен	CCl <sub>2</sub> =CHCl	100%	нет	нет
Триэтиламин	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> N	раствор	нет	да
Углерода, двуокись	CO <sub>2</sub>	100%	да	да
Углерода, дисульфид	CS <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Углерода, сульфид	CS	100%	нет	нет
Уксус пищевой	-	-	да	да
Уксусная кислота	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	10%	да	да
Уксусная кислота (ледяная)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	96%	нет	да
Уксусный альдегид	CH <sub>3</sub> CHO	100%	нет	да
Фенол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	раствор	да	да
Формальдегид	CH <sub>2</sub> O	40%	да	да
Фтор, газ	F <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Фтористоводородная кислота	HF	40%	да	да
Фтористоводородная кислота	HF	60%	да	да
Фурфуроловый спирт	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	100%	да	да
Хлор, сухой газ	Cl <sub>2</sub>	100%	нет	нет
Хлорированная вода	Cl	насыщ. P-p	нет	нет
Хлороформ	CHCl <sub>3</sub>	100%	нет	нет
Хромовая кислота	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	20%	нет	да
Хромовая кислота	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	50%	нет	да
Царская водка	HCl/HNO <sub>3</sub>	3/1	нет	нет
Циклотексанол	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> OH	100%	нет	нет
Циклогексанол	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O	100%	нет	нет
Цинка, карбонат	ZnCO <sub>3</sub>	насыщ. P-p	да	да
Цинка, оксид	ZnO	насыщ. P-p	да	да
Цинка, сульфат	ZnSO <sub>4</sub>	насыщ. P-p	да	да
Цинка, хлорид	ZnCl <sub>2</sub>	насыщ. P-p	да	да
Щавелевая кислота	-	насыщ. P-p	да	да
Этанол	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	40%	нет	да
Этилацетат	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	100%	нет	да
Этиленгликоль	HOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	100%	да	да

Таблицы для гидравлического расчёта трубопроводов  
радиаторного отопления (температура воды 95°C)

## Приложение 3

	Размеры труб, мм											
	14 x 2			16 x 2			16 x 2,25			18 x 2		
	расход воды		1000i	расход воды		1000i	расход воды		1000i	расход воды		1000i
	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м
0,1	0,00785	28,30	2,17	0,0113	40,70	1,72	0,0104	37,37	1,82	0,015	55,39	1,42
0,15	0,0118	42,40	4,46	0,0169	61,02	3,55	0,0156	56,05	3,74	0,023	83,08	2,93
0,2	0,0157	56,50	7,45	0,0226	81,36	5,93	0,0208	74,74	6,26	0,031	110,78	4,89
0,25	0,0196	70,65	11,12	0,0282	101,70	8,86	0,026	93,42	9,34	0,038	138,47	7,30
0,3	0,0235	84,78	15,45	0,034	122,04	12,30	0,0311	112,10	12,98	0,046	166,17	10,14
0,35	0,027	98,91	20,43	0,0395	142,38	16,27	0,036	130,79	17,15	0,054	193,86	13,40
0,4	0,0314	113,04	26,03	0,0452	162,72	20,70	0,041	149,47	21,87	0,062	221,55	17,10
0,45	0,035	127,11	32,27	0,051	183,06	25,70	0,0467	168,16	27,10	0,069	249,25	21,60
0,5	0,039	141,30	39,14	0,0565	203,40	31,17	0,052	186,84	32,87	0,077	276,95	25,70
0,55	0,043	154,80	46,60	0,062	223,74	37,12	0,057	205,50	39,14	0,085	304,64	30,60
0,6	0,047	169,60	54,70	0,0678	244,08	43,57	0,062	224,20	45,90	0,092	332,33	35,93
0,65	0,051	183,70	63,40	0,0734	264,40	50,50	0,067	242,90	53,25	0,100	360,00	41,65
0,7	0,055	197,80	72,70	0,079	284,76	57,90	0,073	261,58	61,08	0,108	387,70	47,77
0,75	0,059	211,95	82,70	0,085	305,10	65,80	0,078	280,26	69,40	0,115	415,40	54,28
0,8	0,063	226,08	93,20	0,090	325,44	74,20	0,083	298,90	78,25	0,123	443,10	61,20
0,85	0,067	240,20	104,30	0,096	345,80	83,08	0,088	317,60	87,60	0,131	470,80	68,50
0,9	0,0706	254,34	116,06	0,102	366,12	92,40	0,093	336,30	97,47	0,138	498,50	76,20
0,95	0,0745	268,47	128,40	0,107	386,46	102,26	0,0986	355,00	107,83	0,146	526,20	84,30
1	0,0785	282,60	141,35	0,113	406,80	112,57	0,1038	373,70	118,70	0,154	553,90	92,83
1,1	0,0863	310,86	169,03	0,124	447,48	134,60	0,114	411,05	141,95	0,169	609,28	111,00
1,2	0,0942	339,12	199,10	0,136	488,16	158,60	0,124	448,40	167,20	0,185	664,70	130,70
1,3	0,102	367,38	231,60	0,147	528,80	184,40	0,135	485,80	194,48	0,200	720,00	152,09
1,4	0,110	395,64	266,40	0,158	569,50	212,20	0,145	523,10	223,76	0,215	775,40	175,00
1,5	0,118	423,90	303,70	0,170	610,20	216,00	0,155	560,50	255,05	0,230	830,80	285,80

	Размеры труб, мм								
	20 x 2			20 x 2,25			25 x 2,5		
	расход воды		1000i	расход воды		1000i	расход воды		1000i
	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м
0,1	0,020	72,00	1,20	0,019	67,90	1,27	0,031	113,04	1,13
0,15	0,030	108,00	2,48	0,028	101,80	2,61	0,047	169,60	2,34
0,2	0,040	144,00	4,14	0,038	135,80	4,37	0,063	226,10	3,92
0,25	0,050	180,00	6,18	0,047	169,70	6,53	0,078	282,60	5,84
0,3	0,060	216,00	8,59	0,056	203,70	9,06	0,094	339,10	8,12
0,35	0,070	252,00	11,35	0,066	237,60	11,97	0,110	395,60	10,73
0,4	0,080	288,00	14,47	0,075	277,60	15,26	0,126	452,20	13,68
0,45	0,090	324,00	17,90	0,085	305,50	18,92	0,140	508,70	16,96
0,5	0,100	360,00	21,74	0,094	339,50	22,94	0,157	565,20	20,56
0,55	0,110	396,00	25,90	0,104	373,40	27,32	0,173	621,70	24,49
0,6	0,120	432,00	30,40	0,113	407,40	32,07	0,188	678,20	28,74
0,65	0,130	468,00	35,20	0,123	441,30	37,17	0,200	734,80	33,32
0,7	0,140	504,00	40,40	0,132	475,30	42,60	0,220	791,30	38,22
0,75	0,150	540,00	45,90	0,141	509,20	48,45	0,235	847,80	43,43
0,8	0,160	576,00	51,80	0,151	543,20	54,60	0,251	904,30	48,96
0,85	0,170	612,00	58,00	0,160	577,10	61,15	0,267	960,80	54,81
0,9	0,180	648,00	64,50	0,170	611,10	68,03	0,283	1017,40	60,98
0,95	0,190	684,00	71,30	0,179	645,00	75,26	0,300	1073,90	67,40
1	0,200	720,00	78,50	0,189	679,00	88,28	0,314	1130,40	74,26
1,1	0,220	792,00	93,90	0,207	746,80	99,07	0,345	1243,40	88,81
1,2	0,240	864,00	110,60	0,226	814,70	116,78	0,377	1356,50	104,60
1,3	0,260	936,00	128,70	0,245	882,60	135,73	0,408	1469,50	121,68
1,4	0,280	1008,00	148,00	0,264	950,40	156,17	0,440	1582,60	140,00
1,5	0,300	1080,00	168,70	0,283	1018,40	178,00	0,471	1695,60	159,58

Таблицы для гидравлического расчёта трубопроводов радиаторного отопления (температура воды 95°C)

Продолжение приложения 3

	Размеры труб, мм								
	32 x 3			40 x 4			50 x 4,5		
	расход воды		1000i	расход воды		1000i	расход воды		1000i
	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м
0,1	0,053	191,16	0,66	0,080	288,00	0,507	0,132	475,20	0,37
0,15	0,080	286,79	1,35	0,121	434,20	1,04	0,198	712,80	0,76
0,2	0,106	382,30	2,26	0,161	578,90	1,73	0,264	950,40	1,28
0,25	0,133	477,90	3,37	0,201	723,60	2,60	0,330	1188,00	1,91
0,3	0,159	573,50	4,68	0,241	868,30	3,61	0,396	1425,60	2,65
0,35	0,186	669,10	6,19	0,281	1013,00	4,77	0,462	1663,20	3,50
0,4	0,212	764,60	7,88	0,322	1159,20	6,08	0,528	1900,80	4,46
0,45	0,239	760,20	9,78	0,362	1302,50	7,54	0,594	2138,40	5,53
0,5	0,265	955,80	11,86	0,402	1447,20	9,14	0,660	2376,00	6,71
0,55	0,292	1051,40	14,12	0,442	1591,90	10,90	0,726	2613,60	8,00
0,6	0,319	1147,00	16,58	0,482	1736,60	12,78	0,792	2851,20	9,38
0,65	0,345	1242,50	19,21	0,523	1882,80	15,00	0,858	3088,80	10,88
0,7	0,372	1338,10	22,04	0,563	2026,10	17,00	0,924	3326,40	12,47
0,75	0,398	1433,70	25,04	0,603	2170,80	19,31	0,990	3564,00	14,18
0,8	0,425	1529,30	28,24	0,643	2315,50	21,77	1,056	3801,60	15,98
0,85	0,451	1624,90	31,61	0,683	2460,20	24,37	1,122	4039,20	17,89
0,9	0,478	1720,40	35,17	0,724	2605,00	27,11	1,188	4276,80	19,90
0,95	0,504	1816,00	38,91	0,764	2749,70	30,00	1,254	4514,40	22,02
1	0,531	1911,60	42,82	0,804	2894,40	33,02	1,320	4752,00	24,24
1,1	0,584	2102,80	51,22	0,884	3183,80	39,48	1,452	5227,20	29,00
1,2	0,637	2293,90	60,33	0,965	3473,30	46,51	1,584	5702,40	34,15
1,3	0,690	2485,00	70,17	1,045	3762,70	54,10	1,716	6177,60	39,72
1,4	0,743	2676,20	80,74	1,126	4052,20	62,20	1,848	6652,80	45,70
1,5	0,796	2867,40	92,03	1,206	4341,60	70,90	1,980	7128,00	52,09

	Размеры труб, мм								
	63 x 6			75 x 7,5			90 x 8,5		
	расход воды		1000i	расход воды		1000i	расход воды		1000i
	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м	л/с	л/ч	мм/м
0,1	0,204	734,40	0,283	0,283	1017,40	0,23	0,418	1504,80	0,18
0,15	0,306	1101,60	0,58	0,424	1526,00	0,47	0,627	2257,20	0,37
0,2	0,408	1468,80	0,97	0,565	2034,70	0,79	0,836	3009,60	0,62
0,25	0,510	1836,00	1,45	0,766	2543,40	1,18	1,045	3762,00	0,93
0,3	0,612	2203,20	2,02	0,848	3052,10	1,64	1,254	4514,40	1,29
0,35	0,714	2570,40	2,67	0,989	3560,80	2,17	1,463	5266,80	1,70
0,4	0,816	2937,60	3,40	1,130	4069,40	2,77	1,672	6019,20	2,17
0,45	0,918	3304,80	4,21	1,270	4578,10	3,43	1,881	6771,60	2,69
0,5	1,020	3672,00	5,11	1,410	5086,80	4,16	2,090	7524,00	3,26
0,55	1,122	4039,20	6,08	1,550	5595,50	4,96	2,300	8276,40	3,88
0,6	1,224	4406,40	7,14	1,696	6104,20	5,82	2,508	9028,80	4,56
0,65	1,326	4773,60	8,27	1,837	6612,80	6,74	2,717	9781,20	5,28
0,7	1,428	5140,80	9,49	1,980	7121,50	7,74	2,926	10533,60	6,06
0,75	1,530	5508,00	10,78	2,120	7630,20	8,79	3,135	11286,00	6,89
0,8	1,632	5875,20	12,16	2,260	8138,90	9,91	3,344	12038,40	7,77
0,85	1,734	6242,40	13,61	2,400	8647,60	11,10	3,553	12790,80	8,70
0,9	1,836	6609,60	15,14	2,540	9156,20	12,34	3,762	13543,20	9,67
0,95	1,938	6976,80	16,75	2,685	9664,90	13,66	3,971	14295,60	10,70
1	2,040	7344,00	17,89	2,826	10173,60	15,03	4,180	15048,00	11,78
1,1	2,244	8078,40	22,05	3,109	11191,00	17,98	4,598	16552,80	14,09
1,2	2,448	8812,80	26,00	3,390	12208,30	21,17	5,016	18057,60	16,60
1,3	2,652	9547,20	30,21	3,670	13225,70	24,63	5,434	19562,40	19,38
1,4	2,856	10281,60	34,76	3,960	14243,00	28,33	5,852	21067,20	22,20
1,5	3,060	11016,00	39,62	4,240	15260,40	32,29	6,270	22572,00	25,30

