



Рекомендации по применению Ре-хв
Предприятие изготовитель
ООО «ПРАДО-Ижевск»

УТВЕРЖДАЮ
Исполнительный директор ООО «ПРАДО-Ижевск»

_____ Д.В. Кузнецов

«01» июля 2011г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению в проектировании и монтаже систем отопления и внутреннего водопровода
зданий с использованием труб марки «PRADO» из сшитого полиэтилена Ре-хв.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. ВВЕДЕНИЕ. _____	4
2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. _____	5
<u>Достоинства труб «PRADO».</u> _____	5
<u>Номенклатура труб «PRADO».</u> _____	6
3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБ «PRADO». _____	7
<u>Таб. №1 Типоразмеры труб «PRADO».</u> _____	7
<u>Таб. №3 Свойства молекулярно сшитого полиэтилена Ре-хб «PRADO».</u> _____	8
4. ПРИМЕНЕНИЕ ТРУБ «PRADO» В ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ. _____	9
<u>Гидравлический расчет системы отопления.</u> _____	9
<u>Расчет диаметра трубы «PRADO» для системы отопления.</u> _____	10
<u>Табл. №4 Определение внутреннего диаметра труб «PRADO».</u> _____	11
<u>Определение потерь давления на участках систем водяного отопления.</u> _____	11
5. ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРУБ «PRADO». _____	14
6. ТРУБА «PRADO» И СИСТЕМА «ТЕПЛЫЙ ПОЛ». _____	15
<u>Бетонная система водяного теплого пола с использованием труб «PRADO».</u> _____	15
<u>Первый этап монтажа системы «теплый пол».</u> _____	16
<u>Второй этап монтажа системы «теплый пол».</u> _____	16
<u>Третий этап монтажа системы «теплый пол».</u> _____	16
<u>Четвертый этап монтажа системы «теплый пол».</u> _____	18
7. МОНТАЖ СИСТЕМ ВНУТРЕННИХ КОММУНИКАЦИЙ ТРУБАМИ «PRADO». _____	18
<u>Расчет компенсирующей способности.</u> _____	19
<u>Система качества монтажа трубопроводов «PRADO».</u> _____	20
<u>Входной контроль качества труб и соединительных деталей.</u> _____	20
8. СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ «PRADO» СОЕДИНИТЕЛЬНЫМИ ДЕТАЛЯМИ «PRADO» ИЗ ЛАТУНИ. _____	21
<u>Типы соединений труб «PRADO».</u> _____	21
<u>Подготовительные работы.</u> _____	23
<u>Присоединения к резьбовым элементам.</u> _____	23
<u>Гнутье труб.</u> _____	24
<u>Испытания системы водопровода и отопления с использованием труб «PRADO».</u> _____	24
<u>Ремонтные работы.</u> _____	25
<u>Требования безопасности и охрана окружающей среды.</u> _____	25
<u>Транспортировка и хранение труб и фитингов марки «PRADO».</u> _____	26

Приложения:

Приложение № 1 (справочное). ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТЕРМОСТАТКИ «PRADO» ДЛЯ 2-УХ ТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.._____	27
Приложение № 2 (справочное). ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МАССА 1 П.М. ТРУБЫ «PRADO».._____	30
Приложение № 3 (справочное). ТИПОРАЗМЕРЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ НАПРЕССОВОЧНОГО ТИПА _____	31
ТИПОРАЗМЕРЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЦАНГОВОГО ТИПА _____	33
Приложение № 4 (справочное). КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ξ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ _____	35
Приложение № 5 (справочное). ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ _____	36
Приложение № 6 (справочное). НАИМЕНЬШИЕ РАЗМЕРЫ ИЗГИБА ПРИ ГНУТЬЕ ТРУБ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА _____	37
Приложение № 7 (справочное). РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ВОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И СРОКА СЛУЖБЫ _____	38
Приложение № 8 (справочное). ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ НАОРА ТРУБ «PRADO» _____	

1. ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемые специалистам рекомендации по применению в проектировании и монтаже систем отопления и внутреннего водопровода зданий с использованием труб из сшитого полиэтилена Ре-хв марки «PRADO» разработанных ООО «ПРАДО-Ижевск» на основе результатов теплогидравлических и прочностных испытаний полученных в специализированной лаборатории.

Трубы «PRADO» изготавливаются российским предприятием ООО «ПРАДО-Ижевск» согласно ТУ № 2248-005-90084029-2011.

Адрес изготовителя: Россия, Удмуртская республика, 426008, г. Ижевск, ул. Пушкинская, 268, тел./факс (83412) 91-10-20.

Труба из сшитого полиэтилена Ре-хв марки «PRADO», далее по тексту «труба PRADO», предназначена для применения в однетрубных и двухтрубных системах отопления (температурой теплоносителя до 95°C), системах теплых полов, системах холодного и горячего водоснабжения жилых, гражданских, высотных и малоэтажных зданий.

Трубы «PRADO» и латунные детали «PRADO» (фитинги) следует применять для всех инженерных систем внутренних коммуникаций зданий (кроме отдельной сети противопожарного водоснабжения) при условии скрытой прокладки в плинтусах, штробах, шахтах и каналах.

Допускается открытая прокладка трубами «PRADO» с антидифузионным покрытием «EVOH» подводок к санитарно-техническим приборам, прокладка водопроводов, систем отопления в жилых, производственных и складских помещениях, а также в технических этажах, чердаках и подвалах, в местах, где исключается их механическое повреждение.

Трубы «PRADO», и латунные резьбовые соединительные детали «PRADO» имеют сертификаты соответствия и гигиенические заключения Федерального Государственного бюджетного учреждения «Научный центр здоровья детей» Российской Академии Медицинских наук о возможности их использования в системах хозяйственного водоснабжения.

Разработаны ООО «ПРАДО-Ижевск»	Руководитель разработки: Исполнительный директор ООО «ПРАДО-Ижевск» Д.В. Кузнецов «01» июля 2011г.	Дата введение в действие «01» июля 2011г.
--------------------------------	---	--

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Труба «PRADO» изготавливается на импортном оборудовании методом шнековой экструзии из смеси силанольно-сшивающейся композиции на основе полиэтилена высокой плотности HDPE POLIDAN T/A с добавкой катализатора марки PS производства фирмы «PALANAPLAST».

Достоинства труб «PRADO».

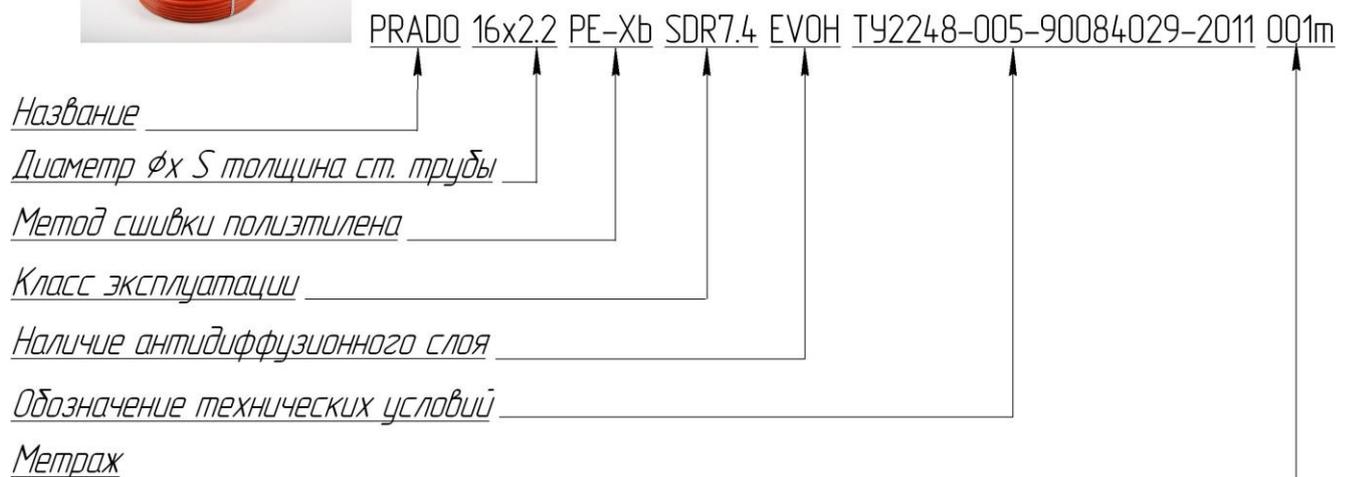
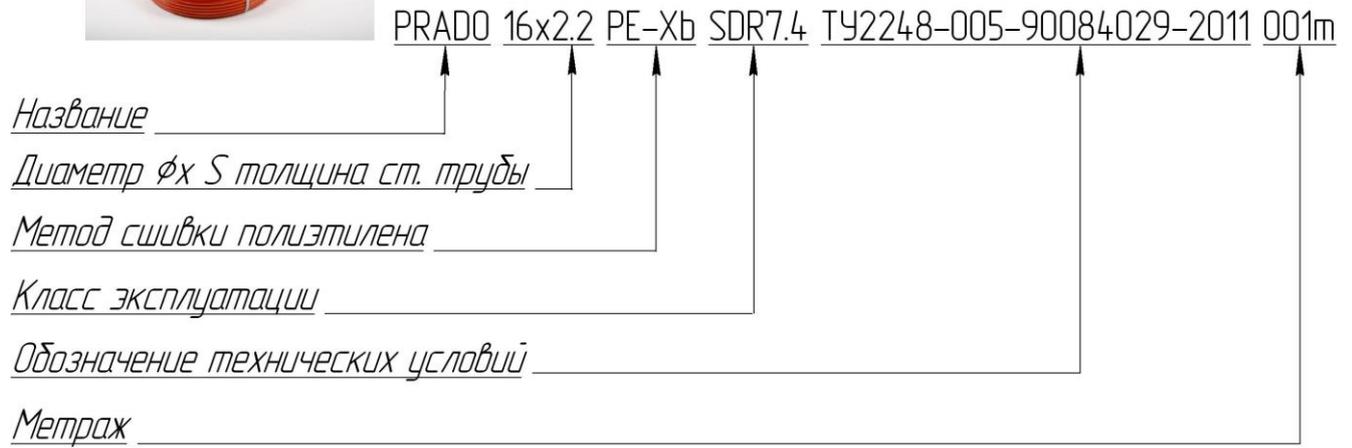
- устойчивость к воздействию высоких температур, позволяющая применять трубы в отоплении и горячем водоснабжении;
- эластичность, упругость, молекулярная память (способность восстанавливать свою форму после механических воздействий) материала. Изгибание труб без нагрева (до определенных радиусов) и специального инструмента. Выдерживают несколько циклов замораживания транспортируемой жидкости, поглощают шум и вибрации, амортизируют гидравлические удары;
- химическая и электрическая инертность, устойчивость к воздействию агрессивных сред, неподверженность коррозии;
- низкая шероховатость внутренней поверхности снижающее гидравлическое сопротивление, исключение зарастания каналов;
- более высокая, чем у обычного полиэтилена, стойкость к воздействию ультрафиолетовых лучей;
- гигиеничность (материал труб не выделяет в поток вредных веществ в рабочем диапазоне температур);
- стойкость к абразивному износу и старению;
- легкость труб, возможность их приобретения бухтами большой длины;
- простота и технологичность монтажа.

Номенклатура труб «PRADO».

Номенклатура труб PRADO включает в себя 2 модификации:

- Труба «PRADO» - без антидиффузионного покрытия;
- Труба «PRADO EVON»- с антидиффузионным покрытием, из поливинилэтилена, предотвращающую диффузию кислорода из окружающей среды.

При заказе трубы «PRADO» следует исходить из номенклатуры. Условные обозначения трубы «PRADO» должны соответствовать схемам, приведенным ниже Рис.1.



3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБ «PRADO».

Трубы «PRADO» имеют отличительную оранжевую окраску и характеризуются наружным диаметром и классом прочности (PN) или соотношением диаметра к толщине стенки SDR по ГОСТ Р 52134-2003.

Класс прочности для труб «PRADO»: – PN 20,0 (SDR 7,4) – 20,0 атм. при 20°C; 10,0 атм. при 95°C.

Таблица №1. Типоразмеры труб «PRADO»:

Наружный диаметр, d, мм	Серия труб, S (толщина стенки), мм		
	S3,2 (SDR 7,4)		
номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.
16	+0,3	2,2	+0,5
20	+0,3	2,8	+0,5
25	+0,3	3,5	+0,6
32	+0,3	4,4	+0,7

Примечание: Типоразмеры и основные характеристики для модификации труб «PRADO EVOH» одинаковы и соответствуют для труб «PRADO»

Стойкость труб «PRADO» при внутреннем давлении должна определяться при режимах испытаний, указанных в таблице №2.

Таблица №2. Стойкость при внутреннем давлении труб «PRADO».

Температура испытаний, °C	Среда испытаний	Время испытаний, ч, не менее	Напряжение в стенке трубы, МПа (кг/см ²)
20	Воздух или вода	1	12,0 (120)
95		24	4,8 (48)
		1000	4,4 (44)

Физические, механические и технологические свойства сшитого полиэтилена Ре-хв труб «PRADO» представлены в таблице №3.

Таблица №3. Свойства молекулярно сшитого полиэтилена Ре-хв «PRADO»:

П/П	Физические, механические, тепловые, электрические свойства.	Значение, ед.
1.	Степень сшивки	>68 %
2.	Плотность при 23°C	0,948 - 0,955 г/см ³
3.	Максимальная рабочая температура	+95 °C
4.	Температура аварийного режима	+110 °C
5.	Стабильное рабочее давление транспортируемой жидкости	0,6 ÷ 2,0 МПа
6.	Коэффициент линейного расширения	0,18 мм/°C
7.	Удлинение при растяжении	> 400, %
8.	Модуль упругости	800 МПа
9.	Теплопроводность	0,40 Вт/Мк
10.	Время термической деструкции при 200°C час	10 ÷ 15
11.	Предел прочности при разрыве	>21 МПа
12.	Удлинение при разрыве	>400 %
13.	Ударная вязкость	Нет предела кДж/м ²
14.	Удельная теплоемкость	2,3 кДж/кг°K
15.	Удельное сопротивление	1018 Ом/см
16.	Шероховатость внутренней поверхности	0,0015-0,005 Кэ мм
17.	Толщина слоя поливинилэтилена труб «PRADO EVON»	0,1 мм
18.	Минимальный радиус изгиба в холодном состоянии	5 наружных диаметров
19.	Минимальный радиус изгиба в нагретом состоянии (130 ÷ 150°C, нагрев горячим воздухом)	2,25 наружных диаметров

4. ПРИМЕНЕНИЕ ТРУБ «PRADO» В ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ.

Водяное отопление является самым доступным и распространенным из видов систем отопления. Тепло в отапливаемые помещения передаётся горячей водой через находящиеся в них отопительные приборы. Система водяного отопления включает: водонагреватели, отопительные приборы, трубопроводы, по которым горячая вода от водонагревателя поступает в отопительные приборы, а после остывания в них возвращается обратно в водонагреватель. При проектировании систем внутреннего отопления из труб «PRADO» с соединительными латунными деталями «PRADO», (фитингами «PRADO»), компрессионного и цангового типа следует руководствоваться требованиями настоящих ТР: СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования» и ТУ 2248-005-90084029-2011 «Трубы напорные из сшитого полиэтилена для санитарно-технических систем». Теплоизоляция трубопроводов водоснабжения выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-85 и СНиП 2.04.14-88, СП 41-103-2000.

При проектировании систем отопления поэтажное присоединение к стоякам рекомендуется выполнять через распределительные коллекторы.

Распределительные коллекторы устанавливаются в квартире на ответвлениях от стояков после запорных устройств, фильтров и КРД (квартирный регулятор давления).

Трубопроводы отопления не должны примыкать вплотную к поверхностям строительных конструкций. Расстояние в свету между трубами и строительными конструкциями должно быть не менее 20 мм. Допускается отсутствие теплоизоляции на подводках к санитарно-техническим приборам.

Гидравлический расчет системы отопления

Тепловая нагрузка расчетного участка равняется тепловому потоку, который должен передаться (на подающих трубопроводах) или передаться (на обратных трубопроводах) теплоноситель, который транспортируется на участке системы. Тепловая нагрузка расчетных участков системы магистральных распределительных и сборных трубопроводов с округлением до 10Вт вычисляются после нанесения тепловой нагрузки на все отопительные приборы и приборные ветки. Как правило, тепловую нагрузку расчетного участка Q_{i-j} Вт, указывают над выносной линией, а длину участка l_{i-j} в метрах — под выносной линией.

Зная количество теплоты на $i-j$ -участке системы отопления Q_{i-j} — которое транспортирует теплоноситель с температурами в t_2 подающем и t_0 в обратном трубопроводах, можно определить необходимый расход теплоносителя на соответствующих участках системы отопления

$$Q_{i-j} = \frac{3,6 \cdot Q_{i-j}}{c \cdot (t_2 - t_0)} = \frac{0,86 \cdot Q_{i-j}}{t_2 - t_0}, \text{ кг/ч} \quad (1)$$

где:

$c = 4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)}$ — удельная теплоемкость воды;

t_2 — расчетная температура горячего теплоносителя в системе отопления, °С;

t_0 — расчетная температура охлажденного теплоносителя в системе отопления, °С.

Расчет диаметра трубы «PRADO» для системы отопления

Основными технико-экономическими требованиями при определении диаметров трубопроводов в системах отопления являются:

- минимизация эксплуатационных затрат на преодоление гидравлического сопротивления при циркуляции теплоносителя в системе;
- минимизация капитальных затрат при строительстве на трубопроводы и запорно-регулирующую арматуру принятых диаметров.

Для удовлетворения первого из требований диаметры трубопроводов и установленной регулирующей арматуры должны быть в пределах обеспечения минимальной скорости движения теплоносителя 0,2–0,25 м/с, необходимой для удаления пузырьков воздуха, которые способны образовывать воздушные пробки.

Малые скорости движения теплоносителя приводят к увеличению диаметров трубопроводов и, как следствие, к ряду отрицательных моментов при строительстве и эксплуатации систем водяного отопления:

- увеличение материалоемкости (Ø труб) системы;
- увеличение стоимости системы отопления;
- увеличение количества (объема) теплоносителя в системе;
- снижение быстродействия системы (увеличение тепловой инерции).

Для обеспечения минимизации капитальных затрат по второму экономическому условию — диаметры трубопроводов и арматуры должны быть наименьшими, но не приводящими при расчетном расходе теплоносителя к появлению гидравлических шумов в трубопроводах и запорно-регулирующей арматуре системы отопления, которые возникают при значениях скорости теплоносителя 0,6–1,5 м/с в зависимости от величины коэффициента местного сопротивления.

При противоположной направленности приведенных требований к величине определяемого диаметра трубопровода существует область целесообразных значений скорости движения теплоносителя. Как показывает опыт строительства и эксплуатации систем отопления, а также сопоставление капитальных и эксплуатационных затрат, оптимальная область значений скоростей движения теплоносителя находится в пределах 0,3...0,7 м/с.

Для труб «PRADO» удельные потери давления составляют 45...280 Па/м благодаря значительно более низкой величине коэффициента гидравлического трения.

Примечание: Наиболее удачным решением является комплексное использование в проектах систем трубопроводов, фитингов и термостатики марки «PRADO». В (приложении № 1) приведены данные по гидравлическому сопротивлению и пропускной способности термостатики «PRADO».

Определение внутреннего диаметра труб «PRADO»

Для определения внутреннего диаметра трубопровода $d_{вн}$ на расчетном участке системы отопления при известном транспортируемом тепловом потоке и разности температур в подающем и обратном трубопроводах $\Delta t_{co} = 90 - 70 = 20^\circ\text{C}$ (для двухтрубных систем отопления) или расходе теплоносителя удобно пользоваться таблицей №4.

Таблица 4. Определение внутреннего диаметра труб «PRADO» для системы отопления.

Внутренний диаметр трубопровода	Тепловой поток Q, Вт при $\Delta t_{co} = 20^\circ\text{C}$ Расход воды G, кг/час при скорости движения V, м/с										
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
16	1437	2874	4311	5748	7185	8622	10059	11496	12933	14370	15807
	62	124	185	247	309	371	433	494	556	618	680
20	2555	5109	7664	10219	12774	15328	17883	20438	22992	25547	28102
	110	220	330	439	549	659	769	879	989	1099	1208
25	3992	7983	11975	15967	19959	23950	27942	31934	35926	39917	43909
	172	343	515	687	858	1030	1202	1373	1545	1716	1888
32	6540	13080	19620	26160	32700	39240	45780	52320	58860	65401	71941
	281	562	844	1125	1406	1687	1969	2250	2531	2812	3093

Расчетная плотность воды при $t_{cp} = 80^\circ\text{C}$, $\rho = 971,8 \text{ кг/м}^3$

На основании предварительно определенного внутреннего диаметра трубопровода принимают соответствующий наружный диаметр и толщину стенки трубы $d_n \times S$ труб «PRADO».

Определение потерь давления на участках систем водяного отопления.

Разные типы труб имеют различные механические, гидравлические и эксплуатационные характеристики, оказывающие различное влияние на процессы гидродинамики и распределения тепловых потоков в системе отопления.

Известно, что при снижении гидравлических потерь давления на трение при движении теплоносителя в трубах повышается эффективность регулирования расходом теплоносителя (тепловым потоком) отопительного прибора за счет увеличения (перераспределения) срабатываемого располагаемого давления на регулируемых вручную или автоматически вентилях, кранах, клапанах или другой арматуре. При этом говорят о росте авторитета регулирующего вентиля. Под авторитетом регулирующей арматуры следует понимать долю располагаемого на регулируемом участке давления, которое расходуется на преодоление местного сопротивления вентиля (клапана) при движении теплоносителя.

Совокупность последовательно соединенных участков системы отопления, от источника теплоты до отопительных приборов и обратно, образуют циркуляционные

кольца, по которым осуществляется движение теплоносителя. В двухтрубных системах отопления количество циркуляционных колец равно количеству отопительных приборов, а в однотрубных — количеству приборных веток (стояков).

Необходимое, пропорциональное тепловым нагрузкам, распределение теплоносителя по циркуляционным кольцам системы отопления осуществляется обратно пропорционально потерям давления в этих кольцах. Причем обратная пропорциональность является квадратичной.

Последующий этап гидравлического расчета заключается в определении потерь давления в системе отопления, которые определяются как сумма потерь давления на участках, образующих главное циркуляционное кольцо. В общем случае каждый из этих участков представляет собой трубопровод постоянного диаметра, на котором может быть установлена запорная и регулирующая арматура, а так же оборудование системы отопления, которые являются местными гидравлическими сопротивлениями.

Таким образом, потери давления на произвольном участке системы целесообразно представлять как сумму двух составляющих: потери давления на гидравлическое трение при транспортировании теплоносителя в трубе и потери давления в местных сопротивлениях. Представленное описание гидравлических процессов, происходящих на участке любой гидравлической системы, описывается формулой:

$$\Delta P = \Delta P_l + \Delta P_m = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \Sigma \xi \right), \quad (2)$$

где:

ΔP_l — потери давления на трение в трубопроводе участка системы отопления, Па;

ΔP_m — потери давления в местных сопротивлениях на участке системы отопления, Па;

ρ — плотность транспортируемого теплоносителя, кг/м³;

λ — коэффициент гидравлического трения;

d и l — соответственно внутренний диаметр и длина трубопровода на участке системы отопления, м;

$\Sigma \xi$ — сумма коэффициентов местных гидравлических сопротивлений на участке;

v — скорость теплоносителя, м/с.

Для определения коэффициента гидравлического трения трубопроводов λ определяет следующая зависимость.

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{Re} + \frac{k_э}{d} \right)^{0,25}; \quad (3)$$

где:

Re — число Рейнольда;

$k_э$ — эквивалентная шероховатость трубы, мм.

Анализ результатов вычислений коэффициентов гидравлического трения λ , полученных на основании приведенных формул в области экономически целесообразных скоростей движения теплоносителя в трубах 0,4–0,6 м/с, что соответствует переходному

режиму протекания жидкости, показывает, что формула (3) является более точной для полимерных трубопроводов.

Приведенные выше аналитические зависимости положены в основу существующих методов гидравлических расчетов систем отопления, в том числе и наиболее распространенного — метода характеристик сопротивления.

Согласно метода характеристик сопротивления и как это видно из уравнения (2) потери давления на участке прямо пропорциональны квадрату расхода теплоносителя:

$$\Delta P = S \cdot G^2, \text{Па} \quad (4)$$

где:

G — массовый расход теплоносителя на участке, кг/ч;

S — характеристика гидравлического сопротивления участка системы, Па/(кг/ч)².

Величина характеристики гидравлического сопротивления участка в физическом смысле представляет собой потери давления на участке при единичном массовом расходе теплоносителя и определяется по формуле:

$$S = A \cdot \xi_{np} = A \left(\frac{\lambda}{d} \cdot l + \Sigma \xi \right), \text{Па}/(\text{кг}/\text{ч})^2, \quad (5)$$

где:

A — удельное динамическое давление, Па/(кг/ч)²;

ξ_{np} — приведенный коэффициент местных сопротивлений участка.

Удельное динамическое давление в трубопроводе фиксированного диаметра есть не что иное, как динамическое давление, создаваемое протекающим теплоносителем при массовом расходе 1 кг/ч, и при отсутствии данных производителя может быть определено по формуле:

$$\begin{aligned} A &= \frac{\rho \cdot v^2}{2 \cdot G^2} = \frac{l}{2 \cdot \rho \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 3600 \right)^2} = \\ &= \frac{6,2544}{\rho \cdot d^4} \cdot 10^{-8}, \text{Па}/(\text{кг}/\text{ч})^2 \end{aligned} \quad (6)$$

Приведенный коэффициент местных сопротивлений участка представляет собой сумму местных сопротивлений на участке и величины $((\lambda/d) \cdot l)$, которая адекватна коэффициенту местного сопротивления, учитывающему потери давления на гидравлическое трение.

$$\xi_{np} = \frac{\lambda}{d} \cdot l + \Sigma \xi \quad (7)$$

$$\Delta P = \Delta P_l + \Delta P_M = R \cdot l \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \Sigma \xi \quad (8)$$

Приведенное уравнение составляет суть метода гидравлического расчета по удельным потерям давления.

Таким образом, для определения потерь давления на участке системы отопления с предварительно определенным диаметром трубы d необходимо знать:

- λ/d и A или R — гидравлические характеристики трубопровода;
- l — длину трубопровода на расчетном участке системы;
- $\Sigma\xi$ — конфигурацию участка и коэффициенты местных сопротивлений установленной на участке запорно-регулирующей арматуры и оборудования.

5. ВНУТРЕННИЙ ВОДОПРОВОД ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРУБ «PRADO».

При проектировании систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения из труб «PRADO» с фитингами «PRADO» компрессионного и цангового типа следует руководствоваться требованиями настоящих ТР; СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий»; СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования» и ТУ 2248-005-90084029-2011 «Трубы напорные из сшитого полиэтилена для санитарно-технических систем».

При проектировании внутреннего водопровода поэтажное присоединение к стоякам рекомендуется выполнять через распределительные коллекторы.

Распределительные коллекторы устанавливаются в квартире на ответвлениях от стояков после запорных устройств, фильтров и КРД (квартирный регулятор давления).

Трубопроводы горячей и холодной воды не должны примыкать вплотную к поверхностям строительных конструкций. Расстояние в свету между трубами и строительными конструкциями должно быть не менее 20 мм.

Теплоизоляция трубопроводов водоснабжения выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-85 и СНиП 2.04.14-88, СП 41-103-2000.

Допускается отсутствие теплоизоляции на подводках к санитарно-техническим приборам.

Гидравлический расчет трубопроводов горячего и холодного водоснабжения заключается в определении потерь напора на преодоление сопротивлений, возникающих в трубе, соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

При гидравлическом расчете величина напора в системах горячего и холодного водоснабжения $H_{тр}$, необходимая для подачи воды потребителю определяется по формуле:

$$H_{тр} = \sum i l + \sum h_{м.с.} \quad (1)$$

где i – удельная потеря напора при температуре воды t , °С (потери напора на единицу длины трубопровода, м/м;

λ - длина участка трубопровода, м;

$h_{м.с.}$ – потеря напора в местных сопротивлениях, м.

Расчет гидравлических потерь напора труб «PRADO» следует производить по методике СП 40-102-2000 и по таблицам приложения № .

Потери напора при преодолении местных сопротивлений $\sum h_{м.с.}$ могут быть определены из зависимости:

$$\sum h_{м.с.} = \sum \xi * V^2 / 2 * \rho \quad (2)$$

где $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке трубопровода;

V – скорость прохождения воды на рассчитываемом участке трубопровода, м/с;

ρ - плотность воды при соответствующей температуре на рассчитываемом участке трубопровода, кг/м³.

Для укрупненных расчетов внутренних водопроводных систем с использованием труб из сшитого полиэтилена, соединенных фитингами «PRADO» величину потерь напора на местные сопротивления в соединительных деталях и арматуре рекомендуется принимать равной 30% величины потерь напора в трубах.

6. ТРУБА «PRADO» И СИСТЕМА «ТЕПЛЫЙ ПОЛ»

Бетонная система водяного теплого пола с использованием труб «PRADO»

Самая распространенная на сегодняшний день система водяного тёплого пола, трубы контуров теплого пола заливаются бетоном и дополнительных распределителей тепла не требуется.

Технология производства монтажа водяных теплых полов для бетонных систем включает следующие этапы:

- Деление помещения на участки, на основании проекта системы теплый
- Покрытие основания (почва) теплоизоляционным слоем
- Укладка арматурной сетки и производство монтажа труб (контуров)
- Опрессовка системы отопления и заливка бетонной стяжки
- Чистовое покрытие,

Первый этап монтажа системы

Производится деление помещений на участки(поля). Количество участков зависит от площади помещения и его геометрии. Максимальная площадь участка составляет 40 м² при отношении сторон не менее 1:2. Обязательность создания таких участков вызвана температурными расширениями стяжки, которые, нужно компенсировать, в встречном случае произойдет ее растрескивание.

Второй этап монтажа системы

На заблаговременное очищенное основание укладывается теплоизоляционный слой. Его основное назначение – препятствие тепловым потерям вниз. Тепло должно идти вверх, в обогреваемое помещение. Может выполняться из любых материалов, разрешенных в строительстве в качестве теплоизоляционного слоя для применения в конструкции пола. Наиболее распространенным теплоизоляционным материалом в современном строительстве является полистирол (пенопласт) и пеноплекс. Укладка теплоизоляционного слоя производится плотностью не менее 35кг/м³, а толщина слоя должна быть 30- 150мм в зависимости от теплопотерь пола и теплового режима помещения. По периметру помещения укладывается демпферная (рантовая) лента, служащая для компенсации теплового расширения бетонной стяжки. За тем расстилается полиэтиленовая пленка по всей площади всех участков системы.

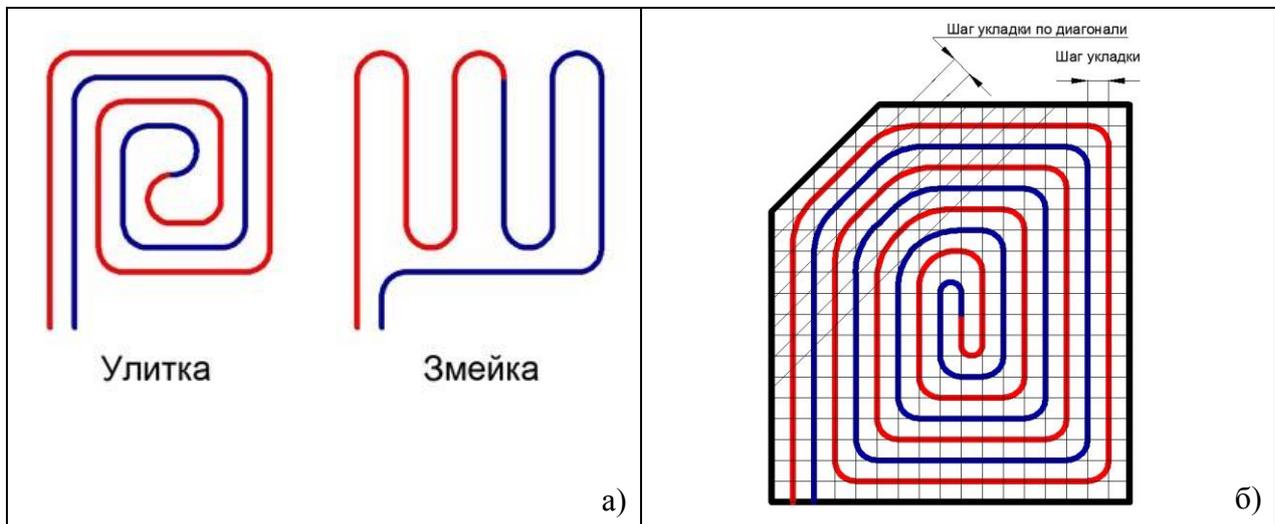
Третий этап монтажа системы

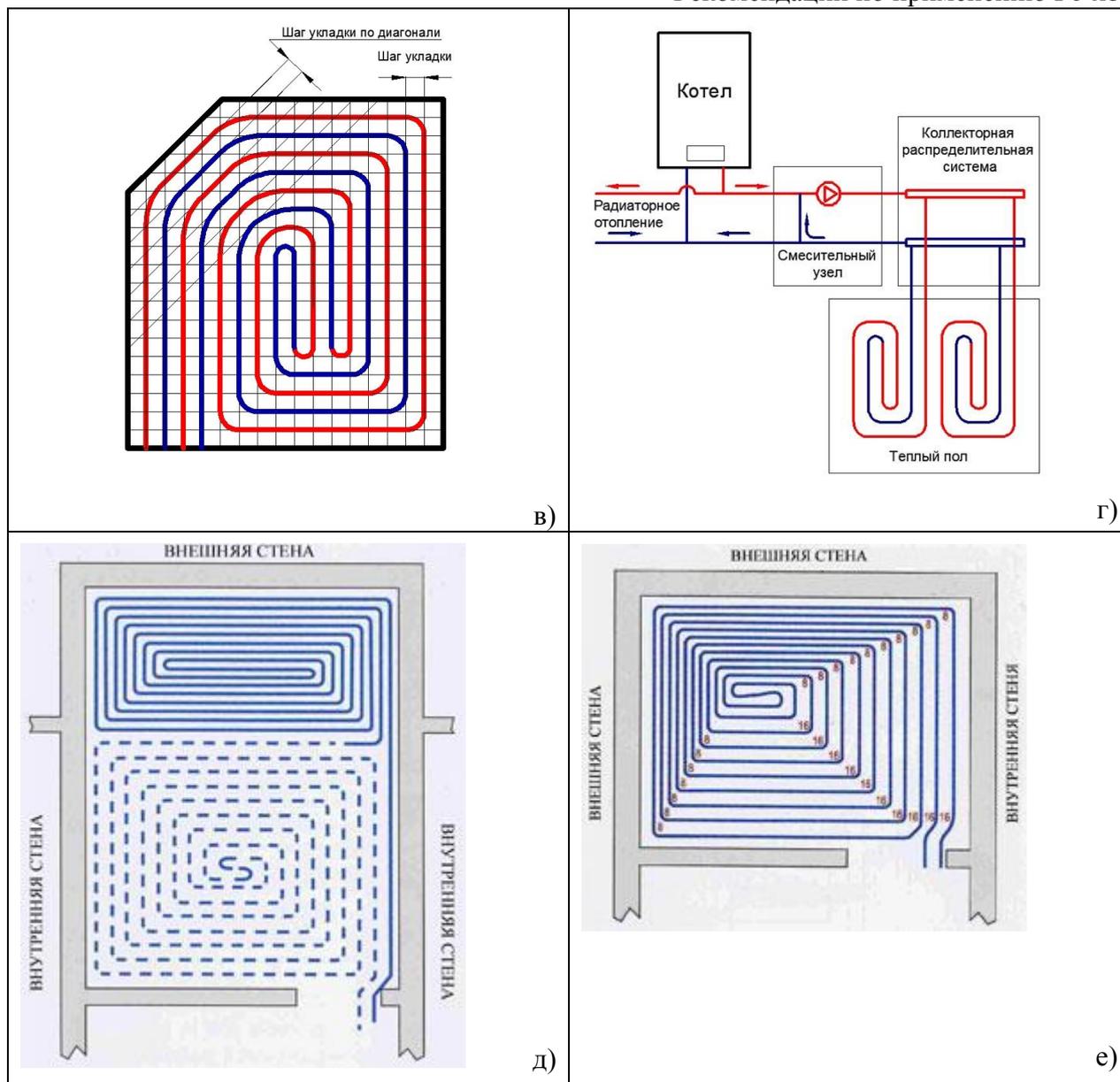
Укладывается арматурная сетка (как правило, 150x150мм, пруток 4-5мм) под контр трубы. При двойном армировании может дополнительно укладываться слой арм. сетки поверх труб теплого пола. За тем производится монтаж труб в зависимости от проектного решения выбирается шаг укладки (75-300мм) и схема укладки труб контуров. Труба крепиться с

помощью пластиковых хомутов, местах компенсационных швов на тепловую трубу надевается защитная гофрированная – труба для теплоизоляции и наружных механических повреждений. Существует несколько схем укладки трубы с образованием рабочей (греющей) петли. Это змейка, двойная змейка (или "меандр"), спираль и спираль со смещенным центром Рис. 2 (а, б, в.). При производстве монтажа петли в форме змейка подача горячей воды идет со стороны наружной стены, рядом с которой теплотери выше, чем в центре помещения Рис. 2 (д, е.). У такого контура неравномерное распределение тепла. Для того чтобы это исправить, необходимо монтировать петли в виде двойной змейки или спирали. Области вблизи наружных стен здания называют граничными зонами. Здесь рекомендуется уменьшать шаг укладки трубы, для того чтобы компенсировать потери тепла. Шаг укладки является расчетной величиной, но в любом случае не должен превышать 300мм - в противном случае возникнет неравномерный нагрев поверхности пола с появлением теплых и холодных полос. Чтобы "температурная зebra" не воспринималась ногой человека, максимальный перепад температуры по длине стопы не должен превышать 4°C. Эти все показатели рассчитываются в проекте напольно-водяного отопления.

Расход трубы на 1 м² поверхности пола при шаге 20 см составляет приблизительно 5 пог. м. В связи с тем что из-за гидравлических потерь в системе теплые полы, контур петли длиной более 100 м укладывать не рекомендуется, несложно подсчитать, что при шаге укладки 20 см можно будет уложить трубу на площади 20 м². Участки большей площади необходимо обогревать несколькими петлями, каждая из которых, в свою очередь, подключается к распределительному коллектору.

Рис. 2





Четвертый этап монтажа системы.

Опрессовка систем отопления – это обязательное мероприятие, которое проводится после осуществления монтажных работ. Опрессовка производится непосредственно перед заливкой бетонной стяжки. Заливка бетонной стяжки производится при комнатной температуре, при этом система находится, как правило под давлением 3-4 бар в течение 24 часов. Рекомендуется оставлять систему отопления под давлением до завершения всех монтажных работ теплого пола.

Бетонная стяжка в системе теплого водяного пола является теплораспределительным материалом. Для производства бетонной стяжки обычно применяют цементно-песчаный раствор или пескобетон, рекомендуемая марка бетона не ниже М-300(В-22,5). Толщина стяжки водяного теплого пола должна быть не менее 30мм над трубой. При толщине стяжки более 150мм требуется отдельные расчеты теплового режима отопительной панели с вводом специальных поправочных коэффициентов.

Для справки: вес 1 кв.м. стяжки при толщине 50 мм составляет 250-300 кг.

Включать систему можно только после полного "созревания" раствора (для составов на основе цемента этот процесс занимает не менее 28 дней). И лишь после того как раствор полностью наберет прочность, следует постепенно и плавно повышать температуру воды в системе - с постепенным выходом на рабочий режим в течение трех суток.

На заключительном этапе чистовое покрытие, укладывается поверх бетонной стяжки. Особого внимания заслуживает материал который должен обладать коэффициентом сопротивления теплопередаче не более 0,15 м²• К/Вт. С керамической плитой и другими подобными материалами никаких проблем не возникнет, а материалы как паркет, ковровые и эластичные покрытия должны иметь специальные обозначения, предназначенные для систем напольного отопления.

7. МОНТАЖ СИСТЕМ ВНУТРЕННИХ КОММУНИКАЦИЙ ТРУБАМИ «PRADO».

Работы по монтажу систем отопления, холодного и горячего водоснабжения зданий из напорных труб «PRADO» должны производиться квалифицированными монтажниками, прошедшими соответствующее обучение и усвоившие правила обращения с напорными трубами Re-xb и фитингами марки «PRADO» при монтаже трубопроводов.

Монтаж систем трубопроводов должен производиться в соответствии с утвержденной в установленном порядке проектно-сметной и рабочей документацией, а также проектом производства работ.

Компенсация температурных удлинений должна осуществляться, как правило, за счет самокомпенсации отдельных участков трубопровода: поворотов, изгибов и т.д. Это достигается правильной расстановкой неподвижных креплений, делящих трубопровод на независимые участки, деформация которых воспринимается поворотами трубопровода.

Удлинение участка трубопровода в мм при максимальной температуре воды в трубопроводе следует определять по формуле ;

$$\Delta L = 0,18L\Delta t$$

где L – длина участка рассчитываемого трубопровода, м;

Δt – разность температур при монтаже и эксплуатации, °С.

Таблица 6 Удлинение трубопровода в зависимости от длины участка

Длина отрезка L (м)	Удлинение отрезка ΔL (мм)								
	Разница температур Δt (°C)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0,5	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1
1,0	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16,2
2,0	3,6	7,2	10,8	14,4	18,0	21,6	25,2	28,8	32,4
3,0	5,4	10,8	16,2	21,6	27,0	32,4	37,8	43,2	48,6
4,0	7,2	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2	50,4	57,6	64,8
5,0	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0	81,0
6,0	10,8	21,6	32,4	43,2	54,0	64,8	75,6	86,4	97,2
7,0	12,6	25,2	37,8	50,4	63,0	75,6	88,2	100,8	113,4
8,0	14,4	28,2	43,2	57,6	72,0	88,2	100,8	115,2	129,6
9,0	16,2	32,4	48,6	64,8	81,0	97,2	113,4	129,6	145,8
10,0	18,0	36,0	54,0	72,0	90,0	100,8	126,0	144,0	162,0

Крепление трубопроводов осуществляется с учетом линейных температурных удлинений и их компенсирующей способности.

Средства крепления должны иметь поверхности, исключающие возможность механического повреждения труб. Крепления не должны иметь острых кромок и заусенцев.

Размеры хомутов, фиксаторов, скоб должны строго соответствовать диаметрам труб. Металлические крепления должны иметь прокладки и антикоррозионное покрытие.

Расстояние между креплениями следует принимать согласно таблице 7.

Таблица 7 Расстояние между креплениями.

Наружный диаметр трубы, мм	Расстояние между опорами трубопроводов (мм)	
	Горизонтальная прокладка	Вертикальная прокладка
16	500	1000
20	500	1000
25	800	1000
32	800	1000

Необходимо предусматривать соответствующее расположение креплений на поворотах и ответвлениях трубопровода.

Распределительные коллекторы и запорно-регулирующую арматуру следует крепить с помощью неподвижных креплений для устранения передачи усилий на трубопровод в процессе эксплуатации.

Неподвижные опоры необходимо размещать так, чтобы температурные изменения длины участка трубопровода между ними не превышали компенсирующей способности отводов и компенсаторов, расположенных на этом участке, и распределялись пропорционально их компенсирующей способности.

Установку компенсаторов следует предусматривать при невозможности компенсации удлинений за счет поворотов трубопроводов.

Расчет компенсирующей способности

Расчет компенсирующей способности Г-образных элементов и П-образных компенсаторов производится по формуле 4.

$$L_k = 15\sqrt{d\Delta L} \quad (4)$$

где L_k – длина компенсационного плеча, воспринимающего температурные изменения

длины трубопровода, мм;

d – наружный диаметр трубы, мм;

ΔL – температурные изменения длины трубы, мм.

Требуемая длина наружного плеча L_k в зависимости от теплового удлинения трубы ΔL и ее диаметра d .

Таблица 8 Требуемая длина наружного плеча.

Удлинение ΔL (мм)	Длина компенсационного плеча (м)			
	Диаметр трубы d , мм			
	16	20	25	32
50	0,43	0,47	0,55	0,60
75	0,52	0,58	0,65	0,75
100	0,60	0,67	0,75	0,85
125	0,67	0,75	0,85	1,00
150	0,71	0,82	0,90	1,05

При монтажных работах большое внимание должно быть уделено контролю качества производимых соединений.

Система качества монтажа трубопроводов «PRADO»

Система качества монтажа трубопроводов «PRADO» должна включать входной контроль.

Общие требования:

При хранении бухт труб «PRADO» или их транспортировании при температуре ниже 0°C, они должны быть перед раскаткой и дальнейшими монтажными операциями выдержаны в течение 24 часов при температуре не ниже +10°C.

Монтаж следует производить при температуре не ниже 0°C.

В процессе размотки бухты и монтажа трубопровода необходимо следить, чтобы труба не перекручивалась.

Устранение возможных перекручиваний и загибов следует устранять с помощью нагрева.

Нагретую часть трубы не допускается использовать в качестве соединения в месте сопряжения с соединительной деталью.

Прокладку труб следует вести без натяга.

В процессе монтажа при протаскивании труб через стены, чтобы в систему не попали грязь и мусор, свободные концы необходимо закрывать заглушками или липкой лентой.

Монтаж систем отопления, водопровода с использованием труб «PRADO» из сшитого полиэтилена по возможности следует прокладывать скрыто.

Стояки целесообразно размещать в каналах, нишах, бороздах, за декоративными панелями или замоноличивать их в стенах и перегородках. В случае замоноличивания, труб «PRADO» должна быть защищена гофрированной оболочкой или изоляцией из вспененного полиэтилена.

Горизонтальные трубопроводы и подводки допускается размещать за плинтусами. По возможности открытые участки должны быть закрыты декоративными элементами.

Для прохода труб через строительные конструкции стен и перекрытий необходимо предусматривать гильзы.

Внутренний диаметр гильзы должен быть на 5-10 мм больше наружного диаметра прокладываемой трубы. Зазор между трубой и гильзой необходимо заделать мягким несгораемым материалом, допускающим продольное перемещение трубы.

В случае прокладки труб «PRADO» в конструкцию пола не допускается натягивание по прямой линии, а следует укладывать их дугами малой кривизны (змейкой), принимая во внимание температурные параметры эксплуатации трубопровода и температуру при монтаже.

Входной контроль качества труб и соединительных деталей

Входной контроль качества труб и соединительных деталей включает:

- наличие сопроводительного документа о качестве (паспорт, сертификат соответствия и санитарно-эпидемиологическое заключение);
- наличие маркировки на трубах и соединительных деталях;
- контроль внешнего вида;
- выборочный контроль геометрических размеров;
- комплектность соединительных деталей.

Контроль внешнего вида осуществляется визуально без применения увеличительных приборов. Трубы должны иметь гладкие наружную и внутреннюю поверхности. На наружной, внутренней и торцевой поверхностях не допускаются пузыри, трещины, раковины, посторонние включения. Окраска труб должна быть сплошной и равномерной.

Контроль геометрических размеров должен проводиться выборочно (не менее 3-х образцов труб и соединительных деталей) путем измерения с помощью штангенциркуля или

другого, соответствующего его точности, измерительного инструмента и сопоставления с размерами, указанными в нормативно-технической документации на изделия.

При получении неудовлетворительных результатов входного контроля монтажные работы приостанавливают до выяснения причин несоответствия.

8. СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ «PRADO» СОЕДИНИТЕЛЬНЫМИ ДЕТАЛЯМИ «PRADO» ИЗ ЛАТУНИ.

Трубы «PRADO» соединяются между собой и другими элементами систем отопления и водоснабжения при помощи фитингов «PRADO».

Фитинги «PRADO» характеризуются типом (методом) соединения (напрессовочный или цанговый), диаметром и классом прочности используемой трубы, размером внутренней/наружной резьбы для соединения с металлическими трубами и водозаборной арматурой.

Материал фитингов «PRADO» используемых для отопления и водоснабжения — латунь ЛС59-1 ГОСТ 15527-2004, относительно устойчивая к обесцинкиванию

Резьбовые части латунных соединительных деталей полностью оформлены, без заусенцев, сколов, рваных и смятых ниток. Резьба изготовлена в соответствии с ГОСТ 6357-81.

Типы соединений труб «PRADO»

Для труб «PRADO» применяется 2 наиболее распространенных типа соединения:

1. Соединение напрессовочного типа, состоящее из:
 - корпуса соединительной детали;
 - монтажной гильзы (компрессионного кольца);
2. Соединение цангового типа, состоящее из:
 - корпуса соединительной детали;
 - разрезного обжимного кольца (цангового кольца);
 - накидной гайки.

Соединения труб «PRADO» и фитингов «PRADO» цангового типа осуществляются путем обжатия цанговым кольцом трубы на ниппельную часть детали с помощью накидной гайки.

Технологический процесс соединения трубы из сшитого полиэтилена «PRADO» и латунных деталей с разрезным цанговым кольцом:

- а) надевание накидной гайки на трубу;
- б) надевание цангового кольца на трубу;
- в) сопряжение трубы с ниппельной частью соединения;
- г) затяжка накидной гайки на резьбовую часть соединения.

Резьбовая часть накидной гайки надевается на трубу в сторону резьбовой части соединения.

Разрезное кольцо надевается на трубу так, чтобы край кольца отступал от края трубы на $0,5 \div 1$ мм.

Труба должна быть насажена до упора ниппельной части соединительной детали.

Накидная гайка, зажимающая разрезное кольцо, затягивается при помощи двух рожковых ключей, с целью предотвращения передачи усилия при затяжке на трубу.

Труба должна быть насажена до упора ниппельной части соединительной детали.

Герметичность и надежность соединения достигается за счет геометрии ниппельной части латунной соединительной детали, соответствующего усилия обжатия цангового кольца к трубе и необходимой пластичности материала трубы.

Технология соединения труб «PRADO» напрессовочного типа подробно описана в таблице №9

Таблица №9 Соединение труб «PRADO» напрессовочного типа.

<p>1. С помощью труборезных ножниц отрежьте трубу желаемого размера без заусенцев и под прямым углом. Внимание! Рука, которой вы держите трубу, должна находиться на безопасном расстоянии от инструмента! Не используйте пилку и аналогичные инструменты!</p> <p>2. Наденьте гильзу на трубу. Внимание! Фаска металлической гильзы должна быть направлена в сторону соединения.</p>		
<p>3. Расширение с помощью экспандера: Расширьте трубу один раз и повторите операцию, повернув трубу на 30°. При этом минимальное расстояние между расширительной оправкой и надвижной гильзой должно быть не менее длины одной гильзы.</p>		
<p>4. Вставьте штуцер фитинга в трубу до последнего ребра (до упора). Через некоторое время фитинг будет прочно держаться в трубе (память формы).</p>		
<p>5. Полностью захватите соединение пресс инструментом. Внимание! Перекося инструмента не допускается! Инструмент должен устанавливаться ровно и под прямым углом!</p> <p>6. Сводя рукоятки пресса, надвиньте гильзу до фланца фитинга.</p>		
<p>Внимание! Как только подвижная гильза упрется в фланец фитинга, запрессовку следует прекратить! Во избежание повреждения фитинга и блокировки инструмента. Максимальное усилие на подвижную рукоятку пресса 32,4 Н или 4 кгс. <u>Допускается недоход гильзы до фланца фитинга 1,5-2мм!</u></p> <p>7. Нажать на металлическую педаль для возврата инструмента в исходное положение.</p> <p>8. Готовое соединение.</p>		

Монтаж соединений труб «PRADO» и фитингов «PRADO» следует осуществлять при температуре окружающей среды не менее +10°C.

Подготовительные работы

До начала монтажа трубопровода систем отопления холодного и горячего водоснабжения из труб «PRADO» необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- а) отобрать трубы и соединительные детали, прошедшие входной;
- б) разметить трубы в соответствии с проектом или по месту с учетом припуска на соединение и с учетом увеличения длины за счет установки соединительной детали;
- в) разрезать трубы согласно разметке специальным инструментом (труборезами для пластмассовых труб).

Разметка труб может быть осуществлена стандартными измерительными инструментами – измерительной линейкой, складным метром, рулеткой, а также специально изготовленным шаблоном и разметочным приспособлением.

Риски для отрезки и ориентации соединительной детали относительно трубы наносятся мягким карандашом или маркером. Недопустимо нанесение царапин или надрезов на поверхностях трубы.

Разрезка трубы производится согласно разметке специальными ножницами, по возможности, не допуская смятия трубы и образования заусенцев. Овальность торцов труб должна быть не более 5%. Отклонение плоскости реза от перпендикуляра к оси трубы не должно превышать 5°.

Операцию по расширению трубы и запрессовку монтажных гильз на фитинги «PRADO» рекомендуется выполнять инструментами PRADO PRPG 16-32-005, PRPH 16-32-001.

Не допускается применять какие-либо смазки и пасты с целью более легкой насадки трубы на nipple-часть соединительной детали.

Не допускается прокручивание соединительной детали относительно трубы после затяжки накидной гайки и запрессовки.

Присоединения к резьбовым элементам

Переход системы трубопроводов «PRADO» на стальные трубопроводы, а также на другие системы трубопроводов из пластмасс или комбинированные трубопроводы, присоединение запорно-регулирующей арматуры, получение резьбовых соединений выполняется специальными латунными соединительными деталями.

Резьбовая часть оформлена в соответствии с ГОСТ 66357-81, класс точности В.

При сборке узлов резьбовые соединения должны быть уплотнены.

В качестве уплотнителя для резьбовых соединений при температуре перемещаемой среды до 95°C включительно следует применять ленту из фторопластового уплотнительного материала (ФУМ), анаэробные герметики и пр.

Примечание: Для резьбовых соединений допускаются и другие уплотнительные материалы, обеспечивающие герметичность соединений при температуре теплоносителя 95°C, допущенные к применению в системах хозяйственного водоснабжения и отопления в качестве уплотнителей резьбовых частей и прошедших согласование соответствующих органов в установленном порядке.

Затяжка резьбовых соединений производится либо с помощью гаечного ключа соответствующего размера, газового ключа или специального инструмента.

В любом случае необходимо принять меры, чтобы усилие прилагаемое при затяжке не передавалось на трубу.

Гнутье труб

Гнутье труб «PRADO» производится в холодном или горячем состоянии, в зависимости от необходимого радиуса изгиба.

Наименьшие радиусы изгиба приведены в справочном приложении № 5.

При необходимости изгиба в холодном состоянии с малым радиусом надо использовать фиксатор загиба.

Для гнутья трубы в горячем состоянии необходимо использовать горячий воздух и внутреннюю спиральную пружину.

Не допускается нагрев трубы открытым пламенем.

Максимальная температура нагрева 130°C.

После нагрева согнутую в нужное положение и зафиксированную трубу следует охладить в воде или на воздухе.

Испытания системы отопления и водопровода с использованием труб «PRADO».

Испытания трубопровода производятся в соответствии с действующими правилами.

Предварительно осуществляется визуальный контроль всех смонтированных соединений «PRADO».

Не должно обнаруживаться видимых дефектов на фитингах и трубе, полученных в процессе монтажа (сколы, трещины, царапины, перегибы труб в местах закруглений и т.д.).

Режимы и последовательность гидравлических или пневматических испытаний систем холодного, горячего водоснабжения и отопления с использованием труб из сшитого полиэтилена регламентируется СНиП 3.05.01-85.

Испытания внутренним давлением должны производиться после полной герметизации резьбовых элементов, в соответствии с рекомендациями предприятий-изготовителей.

Системы внутреннего отопления, холодного и горячего водоснабжения рекомендуется испытывать гидростатическим методом.

При сдаче трубопровода в эксплуатацию гидравлические испытания проводят при температуре воды до 20°C в два этапа:

а) Предварительное гидравлическое испытание производится в следующем порядке:

- трубопровод заполняется водой и выдерживается без давления в течение 2 ч;
- в трубопроводе создается испытательное полуторкротное рабочее давление ($1,5 P_{\text{раб.}}$) и поддерживается в течение 0,5 ч;
- испытательное давление снижается до рабочего и производится осмотр трубопровода;
- выдержка трубопровода под рабочим давлением ($P_{\text{раб.}}$) производится не менее 0,5 ч.

Трубопровод считается выдержавшим предварительное гидравлическое испытание, если под давлением $1,5 P_{\text{раб.}}$ не обнаружено разрушения элементов системы, а под рабочим давлением не обнаружено видимых утечек воды.

б) окончательное гидравлическое испытание проводится в следующем порядке:

- в трубопроводе создается рабочее давление и поддерживается в течение не менее 2 ч;
- при падении рабочего давления на 0,02 МПа производится подкачка воды;
- давление поднимают до уровня рабочего за период не более 10 мин и поддерживают его в течение 2 ч.

Трубопровод считается выдержавшим окончательное гидравлическое испытание, если в течение последнего часа окончательного гидравлического испытания падение давления наблюдалось не более чем 0,02 МПа.

Порядок пневматических испытаний трубопроводов систем отопления, горячего и холодного водоснабжения с использованием труб из сшитого полиэтилена устанавливается проектом.

Арбитражным методом приемо-сдаточных испытаний системы трубопровода на прочность и герметичность соединений является гидравлический метод.

Ремонтные работы

Работы по ремонту систем отопления, холодного, горячего водоснабжения и отопления зданий с использованием труб «PRADO» и латунных фитингов «PRADO» должны производиться квалифицированным персоналом, прошедшим соответствующее обучение и усвоившим правила обращения с трубами из сшитого полиэтилена и латунными соединительными деталями.

При замене труб и соединительных частей во время ремонта не допускается изменение диаметра трубы, установка принципиально других узлов соединительных деталей, а также любые другие действия, способные изменить эксплуатационные параметры системы трубопровода. Все принципиальные изменения должны быть внесены в проектные и эксплуатационные документы и утверждены в установленном порядке.

Течи в резьбовых соединениях устраняются путем подворачивания в резьбовых частях или полной замены уплотнителя.

В процессе ремонтных работ не допускается проворачивание трубы относительно обжимной части соединительной детали.

В случае повреждения участка трубопровода или устранения течи в резьбовом соединении путем замены участка трубопровода, целесообразно вырезать поврежденный участок. Длина вырезаемого участка определяется в каждом случае отдельно, исходя из условий возможности проведения ремонтных работ. Замена производится с помощью отрезка трубы необходимой длины, соединенного с ремонтируемым трубопроводом с помощью различных фитингов.

Труба, использовавшаяся ранее, может быть использована при ремонте при условии вырезания участка, участвовавшего в соединении на расстоянии не менее 10 мм от края соединительной детали.

Требования безопасности и охрана окружающей среды

При производстве работ по монтажу труб «PRADO» из сшитого полиэтилена и фитингов «PRADO» следует выполнять общие требования СНиП III-4080 «Техника безопасности в строительстве» и требования, указанные в настоящем разделе.

К монтажным работам при строительстве трубопроводов из сшитого полиэтилена с латунными соединительными деталями допускаются лица, прошедшие теоретическое и практическое обучение по специальной программе и усвоившие особенности обращения с трубами из сшитого полиэтилена, вводный инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности.

При монтаже систем отопления и водопровода с использованием труб из сшитого полиэтилена и фитингами марки «PRADO» необходимо производить работы только исправным инструментом, соблюдая условия безопасного обращения с ним.

Трубы «PRADO» относятся к 4-ому классу опасности. В стандартных условиях при комнатной температуре (23°C) они не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и при непосредственном контакте не оказывают вредного воздействия на организм человека. Работа с ними не требует особых мер предосторожности.

Трубы из сшитого полиэтилена относятся к сгораемым материалам. Их пожарно-технические характеристики следующие:

- группа горючести ГЗ;
- группа воспламеняемости ВЗ;
- дымообразующая способность ДЗ;
- токсичность продуктов горения Т2.

Первичные средства пожаротушения: распыленная вода, пена, инертные газы, песок, асбестовые одеяла.

Для защиты органов дыхания от токсичных веществ, образующихся в условиях пожара, следует применять изолирующие противогазы любого типа.

Гидравлические (или пневматические) испытания трубопроводов следует производить после визуального осмотра соединений и надежного закрепления трубопровода в присутствии мастера или производителя работ. Лица, проводящие испытания, должны находиться в безопасных местах на случай разрушения испытуемого объекта.

Возможные отходы от монтажа подлежат уничтожению в соответствии с санитарными правилами обезвреживания и захоронения отходов.

Транспортировка и хранение труб и фитингов марки «PRADO»

Трубы и соединительные детали перевозят любым видом транспорта в соответствии с требованиями перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

Транспортирование и хранение следует производить методом, исключающим механическое повреждение поверхности труб и нарушение целостности упаковки соединительных деталей (сбрасывание труб и соединительных деталей с транспортных средств не допускается).

Напорные трубы из сшитого полиэтилена следует хранить в складских помещениях в условиях, исключающих вероятность их механических повреждений не ближе одного метра от отопительных приборов.

Соединительные детали следует хранить в условиях, исключающих повреждение упаковки.

Высота штабелирования при хранении: труб свыше 2 месяцев не должна превышать 2 м, при меньших сроках хранения – не более 3 м; упаковок соединительных деталей – не более 1 м.

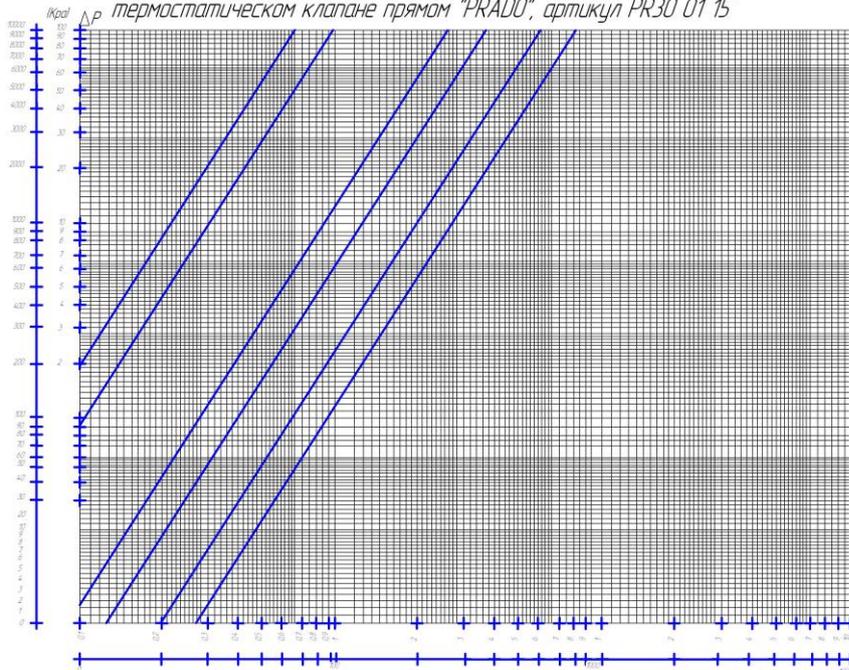
В условиях строительной площадки допускается временное хранение напорных труб «PRADO» Ре-хв и фитингов «PRADO» под навесом, оберегая от попадания на них прямых солнечных лучей (УФ) и прямого контакта с горюче-смазочными материалами.

При нарушении правил транспортирования и хранения труб «PRADO» Ре-хв и фитингов «PRADO» вопрос о возможности дальнейшего их использования решается только после определения изменения эксплуатационных свойств соответствующими организациями и испытательными лабораториями.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
 (справочное)

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТЕРМОСТАТКИ «PRADO» ДЛЯ 2-УХ ТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.

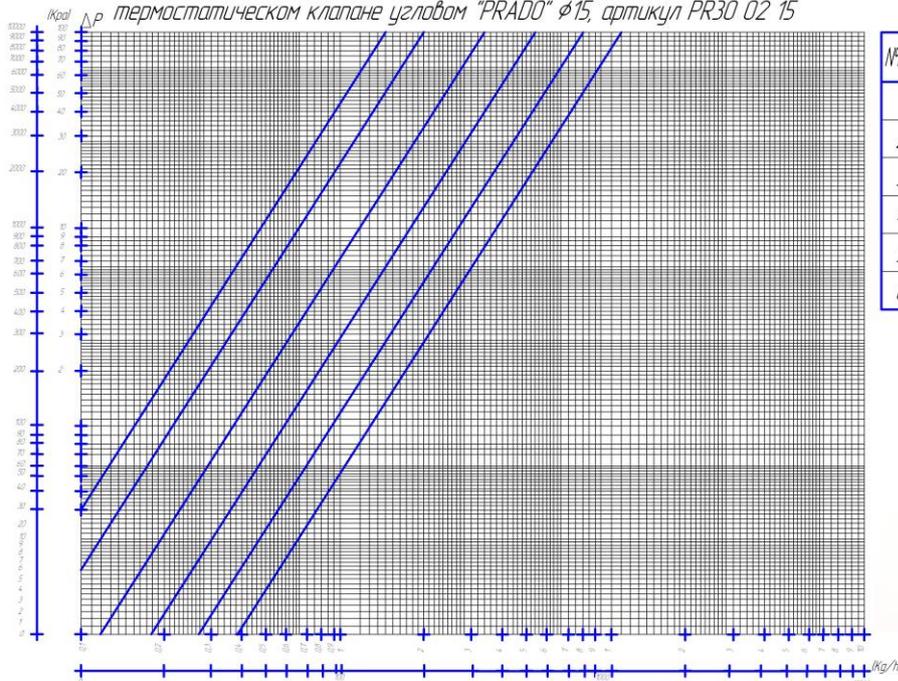
Диаграмма потерь давления на термостатическом клапане прямом "PRADO", артикул PR30 01 15



№п/п	Поз. преднастройки	Kv	°C
1	6	0.86	20.3
2	5	0.63	20.5
3	4	0.38	20.5
4	3	0.27	20.7
5	2	0.09	20.7
6	1	0.07	20.8



Диаграмма потерь давления на термостатическом клапане угловом "PRADO" φ15, артикул PR30 02 15



№п/п	Поз. преднастройки	Kv	°C
1	6	1.26	20.3
2	5	0.90	20.5
3	4	0.59	20.5
4	3	0.38	20.7
5	2	0.22	20.7
6	1	0.16	20.8



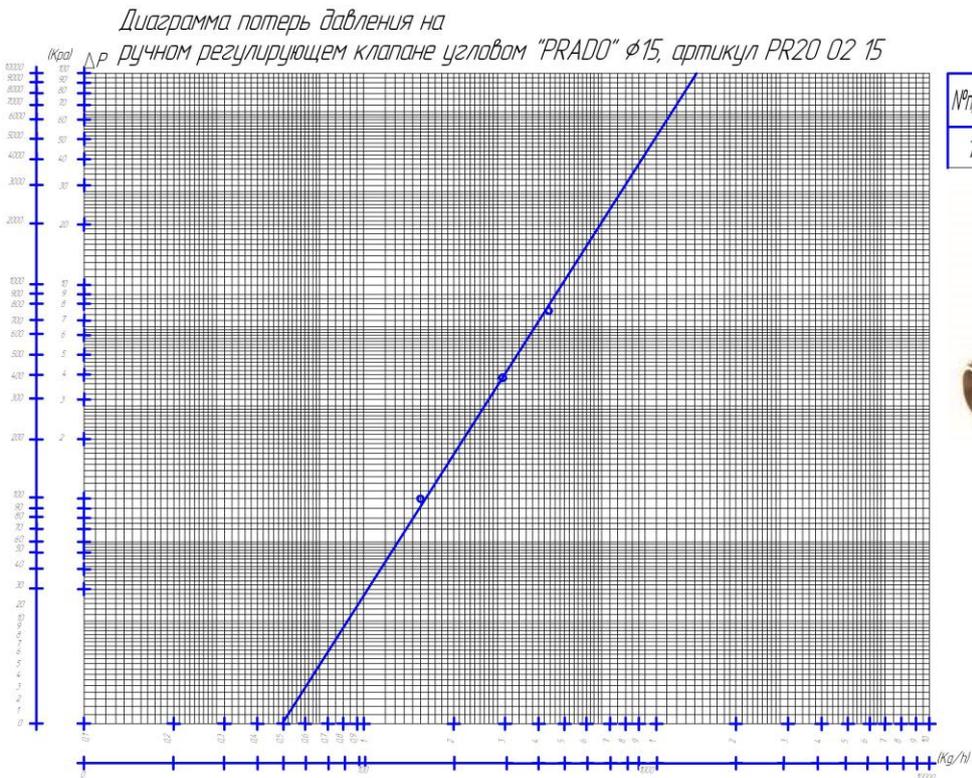
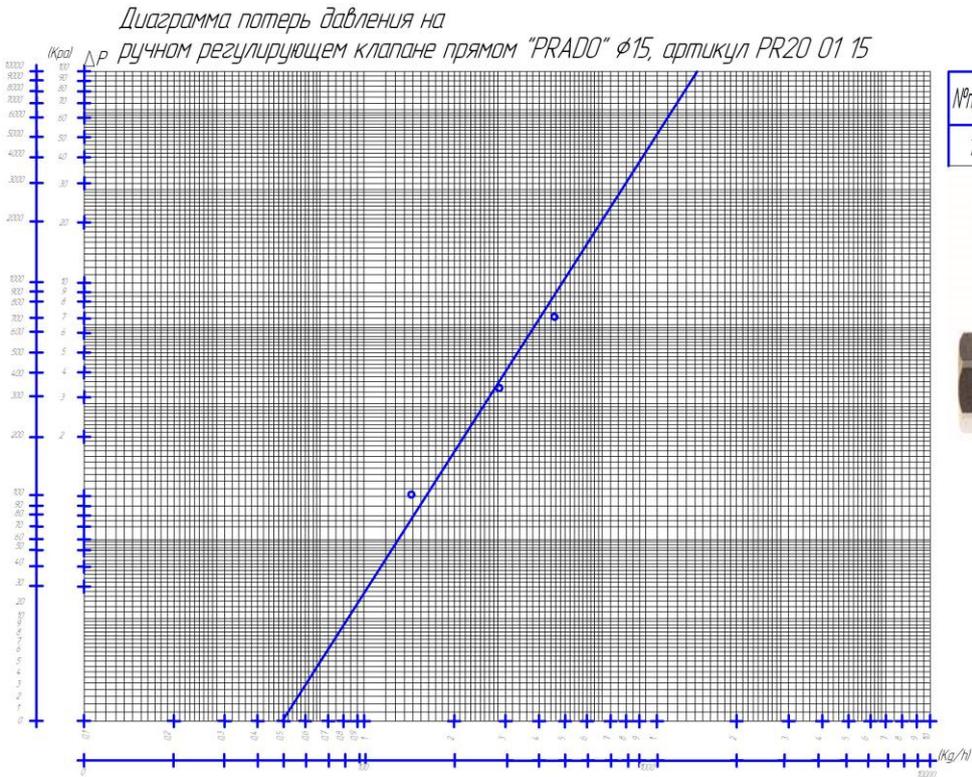
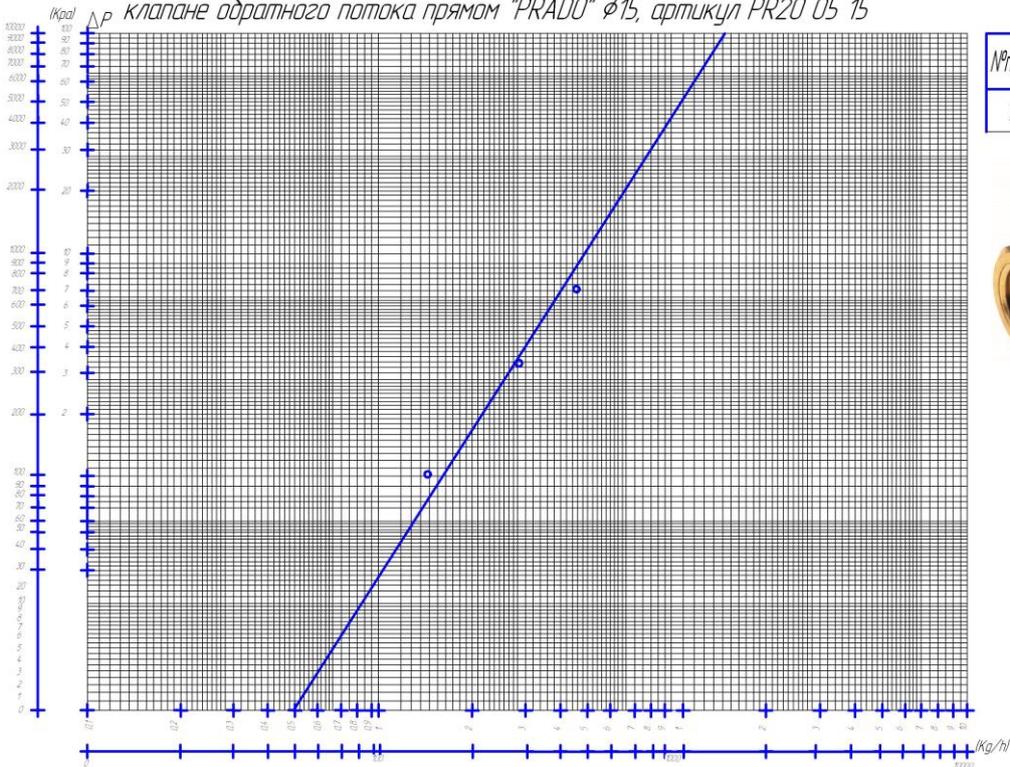




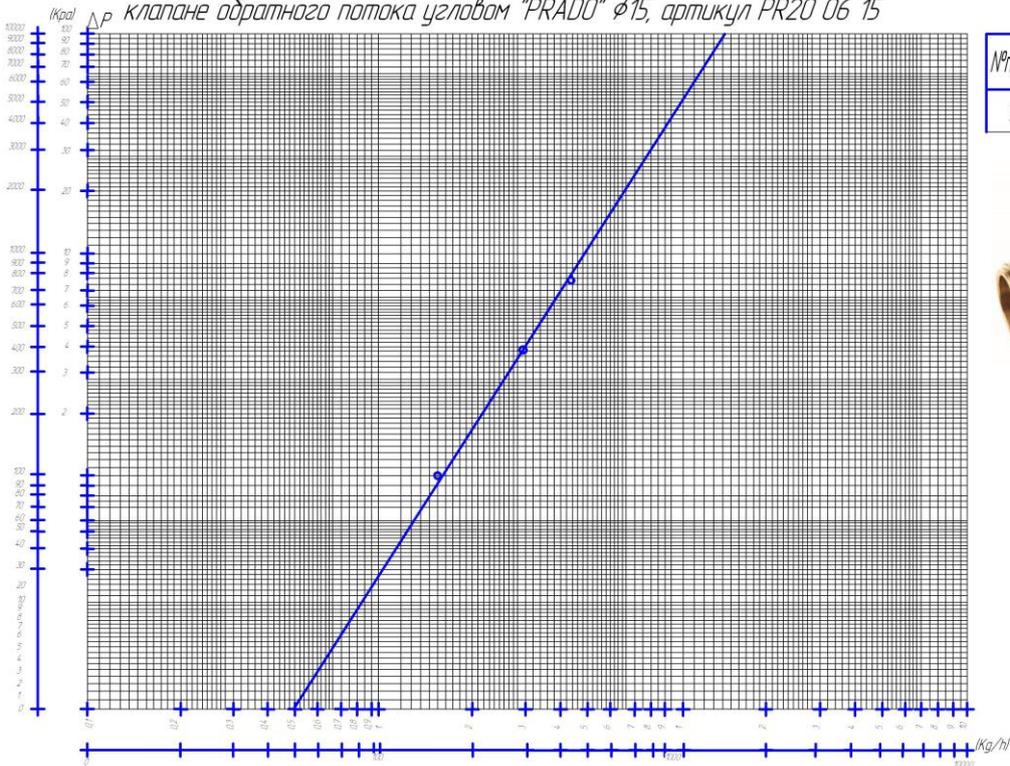
Диаграмма потерь давления на
 клапане обратного потока прямом "PRADO" $\phi 15$, артикул PR20 05 15



№п/п	Kv	°C
1	1,56	20,3



Диаграмма потерь давления на
 клапане обратного потока углом "PRADO" $\phi 15$, артикул PR20 06 15



№п/п	Kv	°C
1	1,58	20,3



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МАССА 1 П.М. ТРУБЫ «PRADO»

Номинальный наружный диаметр, d, мм	<i>Теоретическая (расчетная) масса 1 п. м труб, кг</i>			
	S 5 (SDR 11)	S 4 (SDR 9)	S 3,2 (SDR 7,4)	S 2,5 (SDR 6)
16	0,073	0,045	0,090	-
20	0,115	0,134	0,153	-
25	0,169	0,239	0,242	-
32	0,269	0,364	0,388	-

Примечание: Теоретическая масса 1 п.м. трубы вычислена при плотности полиэтилена 0,94 г/см³ с учетом половины допусков на толщину стенки и средний наружный диаметр.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
 (справочное)

ТИПОРАЗМЕРЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ НАПРЕССОВОЧНОГО ТИПА

№№ п/п	Наименование типов соединительных деталей	Типоразмеры соединительных деталей
1	2	3
1.	Переходник прямой с наружной резьбой 	16x1/2" 16x3/4" 20x1/2" 20x3/4" 25x3/4" 25x1" 32x3/4" 32x1"
2.	Переходник прямой с внутренней резьбой 	16x1/2" 16x3/4" 20x1/2" 20x3/4" 25x3/4" 25x1" 32x1"
3.	Прямое соединение (муфта) 	16x16 20x20 25x25 32x32
4.	Угловое соединение 	16x16 20x20 25x25 32x32
5.	Угловое соединение с наружной резьбой 	16x1/2" 16x3/4" 20x3/4" 25x3/4" 25x1"

1	2	3
6.	Угловое соединение с внутренней резьбой	16x1/2" 16x3/4" 20x3/4" 25x3/4" 32x1"
7.	Тройник равнопроходный 	16x16x16 20x20x20 25x25x25 32x32x32
8.	Тройник с наружной резьбой	16x1/2"x16 20x3/4"x20 25x1"x25
9.	Тройник с внутренней резьбой	16x1/2"x16 20x3/4"x20 25x3/4"x25 32x3/4"x32 32x1"x32
11.	Угловое соединение с внутренней резьбой с креплением 	16x1/2"

Примечание: Номенклатура соединительных деталей может быть дополнена.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
 (справочное)

ТИПОРАЗМЕРЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЦАНГОВОГО ТИПА

№№ п/п	Наименование типов соединительных деталей	Типоразмеры соединительных деталей
1	2	3
1.	Переходник прямой с наружной резьбой 	16x1/2" 16x3/4" 20x1/2" 20x3/4" 25x3/4" 25x1" 32x3/4" 32x1"
2.	Переходник прямой с внутренней резьбой 	16x1/2" 16x3/4" 20x1/2" 20x3/4" 25x3/4" 25x1" 32x1"
3.	Прямое соединение (муфта) 	16x16 20x20 25x25 32x32
4.	Угловое соединение 	16x16 20x20 25x25 32x32
5.	Угловое соединение с наружной резьбой 	16x1/2" 16x3/4" 20x3/4" 25x3/4" 25x1"

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(справочное) продолжение

1	2	3
6.	Угловое соединение с внутренней резьбой 	16x1/2" 16x3/4" 20x3/4" 25x3/4" 32x1"
7.	Тройник равнопроходной 	16x16x16 20x20x20 25x25x25 32x32x32
8.	Тройник с наружной резьбой 	16x1/2"x16 20x3/4"x20 25x1"x25
9.	Тройник с внутренней резьбой 	16x1/2"x16 20x3/4"x20 25x3/4"x25 32x3/4"x32 32x1"x32
11.	Угловое соединение с внутренней резьбой с креплением 	16x1/2"

Примечание: Номенклатура соединительных деталей может быть дополнена.

КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ξ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ

№ п/п	Детали	Схематическое изображение деталей	Значение коэффициента ξ
1	2	3	4
1.	Отвод с радиусом закругления $\geq 5d:90^\circ$		0,5
2.	Отвод с радиусом закругления $\geq 5d:45^\circ$		0,3
3.	Тройник на проход		0,5
4.	Тройник на ответвление 90°		1,5
5.	Тройник на слияние 90°		1,5
6.	Тройник на разделение потоков		3,0
7.	Крестовина на проход		2,0
8.	Крестовина на ответвление		3,0
9.	Крестовина на разделение потоков		2,1
10.	Крестовина на соединение потоков		3,7
11.	Отступ		0,5
12.	Обход трубопровода		1,0
13.	Отвод		2,0
14.	Вентиль шаровой		0,15
15.	Компенсатор П-образный		2,0
16.	Редукция на 1 размер		0,4
17.	Редукция на 2 размера		0,5
18.	Редукция на 3 размера		0,6
19.	Расширение на 1 размер		0,8
20.	Расширение на 2 размера		1,0
21.	Соединение компрессионного типа с обжимным кольцом	Рис. приложение 4	1,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
 (справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Обозначение НТД, на который дана ссылка		Номер пункта, подпункта
Обозначение	Наименование	
1	2	3
ГОСТ 14192-77	Маркировка грузов	1.5.2
ГОСТ 21650-76	Средства скрепления тарно-штучных грузов в транспортных пакетах. Общие требования	1.6.2
ГОСТ 27078-86	Трубы из термопластов. Методы определения изменения длины труб после прогрева	5.14
ГОСТ Р 52134-2003	Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия	1
ГОСТ 12.1.044-89	Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения	3.1
СНиП 2.04.01-85	Внутренний водопровод и канализация зданий	7.1
СНиП 3.05.01-85	Внутренние санитарно-технические системы	7.1
СНиП 2.04.05-91	Отопление, вентиляция и кондиционирование	7
СНиП 21-01-97	Пожарная безопасность зданий и сооружений	3.2
ГОСТ 19433-88	Грузы опасные. Классификация и маркировка	П.6.1
ГОСТ 12.3.030-83	Система стандартов безопасности труда. Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы испытаний	
ГОСТ 17.2.3.02-78	Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями	

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(справочное)

НАИМЕНЬШИЕ РАЗМЕРЫ ИЗГИБА ПРИ ГНУТЬЕ ТРУБ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА (в мм)

d _e , мм	Холодный изгиб		Горячий изгиб
	Без угловой опоры	С угловой опорой	
16	80	65	36
20	100	100	45
25	125	120	48
32	150	-	85

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
 (справочное)

 РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ВОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
 ТЕМПЕРАТУРЫ И СРОКА СЛУЖБЫ

Кол- во лет	Рабочая температура							
	20 °С	30 °С	40 °С	50 °С	60 °С	70 °С	80 °С	90 °С
1	7,00	6,20	5,67	5,00	4,60	4,00	3,13	2,80
5	6,87	6,00	5,57	4,93	4,55	3,88	3,43	2,78
10	6,79	5,96	5,53	4,86	4,42	3,86	3,39	2,77
25	6,73	5,86	5,40	4,80	4,36	3,73	2,93	2,66
50	6,70	5,80	5,33	4,73	4,33	3,33	3,30	2,60

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ НАОРА ТРУБ «PRADO»
Систем внутреннего холодного водоснабжения (10°C)

q, л/с	Наружный диаметр на толщину стенки трубы в мм																			
	15x2,0		15x2,5		16x1,5		16x1,8		16x2,2		16x2,7		18x2,0		18x2,5		20x1,9		20x2,3	
	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0,02	0,21	1,7	0,25	17,8	0,15	5,2	0,17	6,5	0,19	8,8	0,23	13,5	0,13	3,7	0,15	5,2	9,7	1,8	0,11	2,4
0,04	0,42	1,7	0,51	57,3	0,30	16,5	0,33	20,6	0,38	28,3	0,45	43,4	0,26	11,6	0,3	16,5	0,19	5,8	0,21	7,4
0,06	0,63	1,7	0,76	115,7	0,45	32,9	0,50	41,31	0,57	56,8	0,68	87,4	0,39	23,1	0,45	32,9	0,29	11,5	0,32	19,7
0,1	1,05	1,7	1,27	284,2	0,75	80,0	0,83	100,5	0,95	138,6	1,13	214,4	0,65	56,0	0,75	80,1	0,48	27,8	0,54	35,5
0,12	1,26	247,5	1,53	393,2	0,91	110,3	0,99	138,6	1,14	191,4	1,36	296,3	0,78	77,2	0,90	110,0	0,58	38,2	0,64	48,8
0,14	1,47	325,8	1,78	518,1	1,05	144,9	1,16	182,1	1,32	251,7	1,59	390,1	0,91	101,2	1,05	144,9	0,68	50,1	0,75	63,9
0,16	1,68	413,7	2,04	658,6	1,21	183,7	1,33	231,0	1,51	319,5	1,81	495,6	1,04	128,3	1,21	183,7	0,78	63,4	0,86	80,9
0,18	1,89	511,2	2,29	814,4	1,36	226,6	1,49	285,1	1,70	394,5	2,04	612,5	1,17	158,1	1,36	22,6	0,87	78,0	0,97	99,7
0,2	2,11	618,0	2,55	985,4	1,51	273,6	1,66	344,4	1,89	476,8	2,27	740,8	1,3	190,8	1,51	273,7	0,97	94,0	1,07	120,2
0,2	2,31	734,2	2,80	1171,4	1,66	324,7	1,82	408,8	2,08	566,2	2,49	880,26	1,43	226,3	1,66	324,7	1,07	111,4	1,18	142,4
0,24	2,52	859,5	3,06	1372,1	1,81	379,7	1,99	478,3	2,27	662,6	2,72	1030,7	1,6	264,6	1,81	379,7	1,16	130,2	1,29	166,4
0,26	2,74	993,9	3,31	1587,5	1,96	438,7	2,15	552,6	2,46	766,0	2,95	1192,1	1,69	305,5	1,96	438,7	1,26	150,2	1,40	192,1
0,28	2,95	1137,3	3,57	1817,5	2,11	501,5	2,32	632,0	2,65	876,3	3,17	1364,4	1,82	349,2	2,11	501,5	1,36	171,5	1,50	219,4
0,3	3,16	1289,6	3,82	2061,8	2,26	568,2	2,48	716,2	2,84	993,4	3,40	1547,4	1,95	395,5	2,26	568,2	1,46	194,1	1,61	248,4
0,32	3,37	1450,8	4,08	2320,5	2,41	638,8	2,65	805,3	3,03	1117,3	2,63	1741,1	2,08	444,4	2,41	638,8	1,553	218,0	1,72	279,0
0,34	3,58	1620,8	4,33	2593,4	2,56	713,1	2,82	899,2	3,22	1247,9	3,85	1945,4	2,21	496,0	2,56	713,1	1,65	243,1	1,83	311,3
0,36	3,79	1799,5	4,59	2880,5	2,71	791,2	2,98	997,9	3,41	1385,3	4,08	2160,2	2,34	550,2	2,71	791,2	1,75	269,5	1,93	345,1
0,38	4,0	1987,0	4,84	3181,7	2,86	873,1	3,15	1101,3	3,60	1529,3	4,31	2385,6	2,47	606,9	2,86	873,1	1,84	297,2	2,04	380,6
0,4	4,21	2183,1	5,1	3496,8	3,01	958,7	3,31	1209,5	3,79	1679,9	4,53	2621,3	2,6	666,3	3,01	958,7	1,94	326,0	2,15	417,7
0,42	4,42	2387,8	5,35	3825,9	3,17	1048,0	3,48	1322,4	3,98	1837,1	4,76	2867,5	2,73	728,2	3,17	1048,0	2,04	356,2	2,26	456,3
0,44	4,63	2601,0	5,61	4168,9	3,32	1141,1	3,64	1440,0	4,16	2000,8	4,99	3124,0	2,86	792,6	3,32	1141,0	2,14	387,5	2,36	496,6
0,46	4,84	2822,8	5,86	4525,6	3,47	1237,7	3,81	1562,2	4,35	2171,1	5,21	3390,7	2,99	859,6	3,47	1237,7	2,23	420,1	2,47	538,4
0,48	5,05	3053,1			3,62	1338,1	3,98	1689,1	4,54	2347,9	5,44	3667,7	3,12	929,1	3,62	1338,1	2,33	453,8	2,58	581,7
0,5	5,26	3291,9			3,77	1442,1	4,14	1820,6	4,73	2531,1	5,67	3954,9	3,25	1001,1	3,77	1442,1	2,43	488,8	2,68	626,7
0,54	5,68	3794,7			4,07	1660,9	4,47	2097,4	5,11	2916,9			5,51	1152,6	4,07	1660,9	2,62	562,4	2,9	721,1
0,6					4,52	2016,2	4,97	2546,9	5,68	3543,6			3,9	1398,4	4,52	2016,2	2,91	681,6	3,22	874,4
0,7					5,28	2679,4	5,70	3386,3					4,55	1857,0			3,4	903,9	3,76	1160,1
0,8													5,2	2376,1			3,88	1155,1	4,30	1438,2
0,9													5,85	2954,9			4,37	1434,9	4,83	1843,1

1,0																	4,85	1743,0	5,37	2239,6	
1,2																		5,82	2442,9		

Система внутреннего горячего водоснабжения (50°C)

продолжение

q, л/с	Наружный диаметр на толщину стенки трубы в мм																			
	15x2,0		15x2,5		16x1,5		16x1,8		16x2,2		16x2,7		18x2,0		18x2,5		20x1,9		20x2,3	
	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0,02	0,21	8,8	0,25	13,8	0,15	4	0,17	5	0,19	6,8	0,23	10,5	0,13	2,8	0,15	4	-	-	0,11	1,8
0,04	0,42	29,3	0,51	46,4	0,3	15,8	0,33	16,4	0,38	22,6	0,45	35	0,26	9,2	0,3	13,1	0,19	4,6	0,21	5,8
0,06	0,63	60	0,76	95,5	0,45	26,7	0,5	33,6	0,57	46,4	0,68	71,9	0,39	18,7	0,45	26,7	0,29	9,2	0,32	11,8
0,08	0,84	100,6	1,02	160,2	0,6	44,6	0,66	56,1	0,76	77,6	0,91	120,5	0,52	31,1	0,6	44,6	0,39	15,4	0,43	19,6
0,1	1,05	150,4	1,27	240,1	0,75	66,5	0,83	83,7	0,95	116	1,13	120,4	0,65	46,4	0,75	66,5	0,49	22,8	0,53	29,2
0,12	1,26	209,5	1,53	334,7	0,9	92,4	0,99	116,4	1,14	161,4	1,36	251,3	0,78	64,3	0,9	92,4	0,58	31,6	0,64	40,4
0,14	1,47	277,4	1,78	443,8	1,06	122,1	1,16	154,0	1,33	213,7	1,59	332,9	0,91	85	1,06	122,1	0,68	41,7	0,75	53,4
0,16	1,68	354,2	2,04	567,1	1,21	155,7	1,32	196,4	1,51	272,6	1,81	425,2	1,04	108,3	1,21	155,7	0,78	53	0,86	67,9
0,18	1,9	439,7	2,29	704,4	1,36	192	1,49	243,5	1,7	338,3	2,04	528	1,17	134,1	1,36	193	0,87	65,6	0,97	84,1
0,2	2,11	533,7	2,55	855,6	1,51	234	1,66	295,4	1,89	410,5	2,27	641	1,3	162,5	1,51	234	0,97	79,4	1,07	101,8
0,22	2,32	636,2	2,8	1020,6	1,66	278,7	1,82	351,8	2,08	489,2	2,49	764,4	1,43	193,4	1,66	278,7	1,07	94,4	1,18	121,1
0,24	2,53	747,2	3,06	1199,2	1,81	327	1,99	412,9	2,27	574,3	2,72	897,9	1,56	226,9	1,81	327	1,16	110,7	1,29	141,9
0,26	2,74	866,5	3,31	1391,4	1,96	378,8	2,15	478,5	2,46	665,8	2,95	1041,4	1,69	262,8	1,96	378,8	1,26	128,1	1,4	164,3
0,28	2,95	994,1	3,57	1597,0	2,11	434,3	2,32	548,7	2,65	763,7	3,17	1195,0	1,82	301,1	2,11	434,3	1,36	146,7	1,5	188,2
0,3	3,16	1129,9	3,82	1816,0	2,26	493,3	2,49	623,4	2,84	867,8	3,4	1358,5	1,95	341,9	2,26	493,3	1,46	166,4	1,61	213,6
0,32	3,37	1273,97	4,08	2048,33	2,41	555,8	2,65	702,5	3,03	978,3	3,63	1532,0	2,08	385,1	2,41	555,8	1,55	187,4	1,72	240,5
0,34	3,58	1426,2	4,33	2293,9	2,56	621,8	2,82	786,1	3,22	1094,9	3,85	1715,2	2,21	430,7	2,56	621,8	1,65	209,4	1,83	268,9
0,36	3,79	1586,5	4,59	2552,6	2,71	691,3	2,98	874,1	3,41	1217,8	4,08	1908,3	2,34	478,7	2,71	691,3	1,75	232,6	1,93	298,8
0,38	4,00	1754,9	4,84	2824,4	2,86	764,2	3,15	966,4	3,6	1346,8	4,31	2111,1	2,47	529,1	2,86	764,2	1,84	257,0	2,04	330,1
0,4	4,21	1931,3	5,1	3109,3	3,02	840,6	3,31	1063,2	3,79	1481,9	4,54	2323,6	2,6	581,9	3,02	840,6	1,94	282,5	2,15	362,9
0,42	4,42	2115,7	5,35	3407,1	3,17	920,4	3,48	1164,3	3,98	1623,2	4,76	2545,8	2,73	637	3,16	920,4	2,04	309,1	2,26	397,2
0,44	4,63	2308,1	5,61	3718,0	3,32	1003,7	3,65	1269,8	4,17	1770,6	4,99	2777,6	2,86	694,4	3,32	1003,7	2,14	336,9	2,36	432,9
0,46	4,84	2508,5	5,86	4041,8	3,47	1090,3	3,81	1379,6	4,35	1924,0	5,22	3019,0	2,99	754,2	3,47	1090,3	2,23	365,7	2,47	470,0
0,48	5,05	2716,8			3,62	1180,3	3,98	1493,7	4,54	2083,5	5,44	3270,0	3,12	816,4	3,61	1180,3	2,33	395,7	2,58	508,6
0,5	5,26	29330,0			3,77	1273,8	4,14	1612,1	4,73	2249	5,67	3530,5	3,25	880,8	3,77	1273,8	2,43	426,8	2,69	548,6
0,54	5,69	3389,0			4,07	1470,7	4,47	1861,7	5,11	2598,0			3,51	1016,6	4,07	1470,7	2,62	492,3	2,9	633
0,6					4,52	1791,1	4,97	2268,1	5,68	3116,4			3,9	1237,6	4,52	1791,1	2,91	598,7	3,22	770,1
0,7					5,28	2391,6	5,8	3029,7					4,55	1651,4	5,28	2391,6	3,4	797,9	3,76	1026,7
0,8													5,2	2121,5			3,88	1023,9	4,3	1318



0,9														5,85	2647,4			4,37	1276,5	4,83	1643,7
1,0																		4,85	1555,4	5,37	2003,4
1,2																		5,82	2191,4		
q, л/с	Наружный диаметр на толщину стенки трубы в мм																				
	20x2,8		20x3,4		22x2,0		22x3,0		25x2,3		25x2,8		25x3,5		25x4,2		32x2,9		32x3,6		
	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
0,02	0,12	2,4	0,15	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,04	0,25	8	0,29	12,2	0,16	2,8	0,2	4,8	0,12	1,5	0,14	1,9	0,16	2,8	0,18	4,1	-	-	-	-	-
0,06	0,37	16,3	0,44	24,8	0,24	5,6	0,3	9,8	0,18	3,1	0,2	3,9	0,24	5,6	0,28	8,2	0,11	0,9	0,12	1,2	1,2
0,08	0,49	27,1	0,58	41,4	0,31	9,2	0,4	16,3	0,24	5,1	0,27	6,4	0,31	9,2	0,37	13,6	0,15	1,5	0,17	2	2
0,1	0,61	40,4	0,73	61,7	0,39	13,7	0,5	24,2	0,31	7,5	0,34	9,5	0,39	13,7	0,46	20,3	0,19	2,3	0,21	3	3
0,12	0,74	56,1	0,88	85,7	0,47	19	0,6	33,6	0,37	10,3	0,41	13,2	0,47	19	0,55	28,1	0,22	3,1	0,25	4	4
0,14	0,86	74	1,02	113,3	0,55	25	0,7	44,3	0,43	13,6	0,47	17,4	0,55	25	0,65	37	0,26	4,1	0,29	5,3	5,3
0,16	0,98	94,3	1,17	144,55	0,63	31,7	0,8	56,3	0,49	17,3	0,54	22	0,63	31,7	0,74	47,1	0,3	5,1	0,33	6,7	6,7
0,18	1,11	116,8	1,32	179,1	0,71	39,2	0,9	69,7	0,55	21,3	0,61	27,2	0,71	39,2	0,83	58,2	0,33	6,3	0,37	8,3	8,3
0,2	1,23	141,5	1,46	217,1	0,79	47,4	1	84,4	0,61	25,8	0,68	32,9	0,79	47,4	0,92	70,5	0,37	7,6	0,41	10	10
0,22	1,35	168,4	1,61	258,5	0,86	56,4	1,09	100,4	0,67	30,6	0,74	39,1	0,86	56,4	1,02	83,8	0,41	9,1	0,46	11,8	11,8
0,24	1,47	197,5	1,75	303,2	0,94	66	1,19	117,6	0,73	38,8	0,81	45,8	0,94	66	1,11	98,2	0,45	10,6	0,5	13,8	13,8
0,26	1,6	228,7	1,9	351,3	1,02	76,4	1,29	136,2	0,8	41,4	0,88	52,9	1,02	76,4	1,2	113,6	0,48	12,2	0,54	16	16
0,28	1,72	262	2,05	402,7	1,1	87,4	1,39	155,9	0,86	47,4	0,95	60,6	1,1	87,4	1,29	131	0,52	14	0,58	18,3	18,3
0,3	1,84	297,5	2,19	457,4	1,18	99,1	1,49	176,9	0,92	53,7	1,02	68,7	1,18	99,1	1,39	147,6	0,56	15,8	0,62	20,7	20,7
0,32	1,97	335,0	2,34	515,3	1,26	111,6	1,59	199,2	0,98	60,4	1,08	77,2	1,26	111,6	11,48	166,2	0,59	17,8	0,66	23,2	23,2
0,34	2,09	374,7	2,49	576,5	1,34	124,7	1,69	222,7	1,04	67,4	1,16	86,3	1,34	124,7	1,57	185,7	0,63	19,8	0,7	25,9	25,9
0,36	2,21	416,4	2,63	640,9	1,42	138,4	1,79	247,4	1,1	74,8	1,22	95,8	1,42	138,4	1,66	206,3	0,67	22	0,75	28,8	28,8
0,38	2,33	460,2	2,78	708,4	1,49	152,9	1,89	273,3	1,16	82,6	1,29	105,7	1,49	152,9	1,76	227,9	0,71	24,3	0,79	31,7	31,7
0,4	2,46	506	2,92	779,2	1,57	168	1,99	300,4	1,22	90,7	1,35	116,2	1,57	168	1,85	250,4	0,74	26,6	0,83	34,8	34,8
0,42	2,58	553,9	3,07	853,2	1,65	180,7	2,09	328,7	1,29	99,2	1,42	127	1,65	183,7	1,94	274	0,78	29,1	0,87	38,1	38,1
0,44	2,7	603,8	3,22	930,3	1,73	200,2	2,19	358,2	1,35	108	1,49	138,4	1,73	200,2	2,03	298,6	0,82	31,7	0,91	41,4	41,4
0,46	2,83	655,8	3,36	1010,5	1,81	217,3	2,29	388,9	1,41	117,2	1,56	150,1	1,81	217,3	2,31	324,2	0,85	34,3	0,95	44,9	44,9
0,48	2,95	709,7	3,51	1094	1,89	235	2,39	428	1,47	126,7	1,62	162,4	1,89	235	2,22	350,7	0,89	37,1	0,99	48,5	48,5
0,5	3,07	765,7	3,66	1180,5	1,97	253,4	2,49	453,9	1,53	136,6	1,69	175,1	1,97	253,4	2,31	378,2	0,93	40	1,04	52,3	52,3
0,54	3,32	883,7	3,95	1362,9	2,12	292,1	2,69	523,6	1,65	157,4	1,83	201,7	2,12	292,1	2,5	436,2	1	46	1,12	60,2	60,2
0,6	3,69	1075,6	4,39	1659,7	2,36	355,1	2,99	636,9	1,84	191,2	2,03	245,1	2,36	355,1	2,77	530,5	1,11	55,8	1,24	73,0	73,0
0,7	4,3	1434,8	5,12	2215,8	2,75	472,7	3,48	848,8	2,14	254,2	2,37	326,1	2,75	472,7	3,24	706,8	1,3	74	1,45	96,4	96,4

Система внутреннего горячего водоснабжения (80°С)

продолжение

q, л/с	Наружный диаметр на толщину стенки трубы в мм																			
	15x2,0		15x2,5		16x1,5		16x1,8		16x2,2		16x2,7		18x2,0		18x2,5		20x1,9		20x2,3	
	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0,02	0,21	7,7	0,25	12,2	0,15	3,5	0,17	4,4	0,19	6,0	0,23	9,2	0,13	2,4	0,15	3,5			0,11	1,5
0,04	0,42	26,4	0,51	42,0	0,3	11,7	0,3	14,7	0,38	20,4	0,45	31,6	0,26	8,2	0,3	11,7	0,19	4,1	0,21	5,2
0,06	0,63	54,7	0,76	87,2	0,45	24,2	0,5	30,5	0,57	42,2	0,68	65,6	0,39	16,9	0,45	24,2	0,29	8,3	0,32	10,6
0,08	0,84	92,2	1,02	147,4	0,6	40,6	0,66	51,2	0,76	71,0	0,91	110,6	0,52	28,3	0,6	40,6	0,39	13,9	0,43	17,8
0,1	1,05	138,6	1,27	221,9	0,75	60,9	0,83	76,8	0,95	106,7	1,13	166,4	0,65	42,4	0,75	60,9	0,49	20,7	0,54	26,6
0,12	1,26	193,7	1,53	310,4	0,9	85,0	0,99	107,2	1,14	149,0	1,36	232,6	0,78	59,0	0,9	85,0	0,58	28,9	0,64	37,0
0,14	1,47	257,3	1,78	412,8	1,06	112,7	1,16	142,3	1,33	197,9	1,59	309,2	0,91	78,2	1,06	112,7	0,68	38,2	0,75	49,0
0,16	1,68	329,4	2,04	528,9	1,21	144,1	1,33	182,0	1,51	253,1	1,81	395,9	1,04	99,9	1,21	144,1	0,78	48,7	0,86	62,5
0,18	1,9	409,8	2,29	658,4	1,36	179,0	1,49	226,2	1,7	314,8	2,04	492,6	1,17	124,1	1,36	179,0	0,87	60,4	0,97	77,5
0,2	2,11	498,4	2,55	801,2	1,51	217,4	1,66	274,8	1,89	382,7	2,27	599,3	1,3	150,7	1,51	217,4	0,97	73,3	1,07	94,1
0,22	2,32	595,1	2,8	957,4	1,66	259,4	1,82	328,0	2,08	456,9	2,49	715,8	1,43	179,7	1,66	259,4	1,07	87,3	1,18	112,1
0,24	2,53	700,0	3,06	1126,6	1,81	304,8	1,99	385,5	2,27	537,2	2,72	842,1	1,56	211,1	1,81	304,8	1,16	102,5	1,29	131,7
0,26	2,74	812,9	3,31	1308,9	1,96	353,7	2,15	447,4	2,46	623,7	2,95	978,1	1,69	244,8	1,96	353,7	1,26	118,8	1,4	152,7
0,28	2,95	933,8	3,57	1504,2	2,11	406,0	2,32	513,7	2,65	716,3	3,17	1123,7	1,82	280,9	2,11	406,0	1,36	136,3	1,5	175,1
0,3	3,16	1062,6	3,82	1712,5	2,26	461,7	2,49	584,3	2,84	814,9	3,4	1279,0	1,95	319,4	2,26	461,7	1,46	154,8	1,61	199,0
0,32	3,37	1199,4	4,08	1933,6	2,41	520,8	2,65	659,2	3,03	919,6	3,63	1443,8	2,08	360,1	2,41	520,8	1,55	174,5	1,72	224,3
0,34	3,58	1344,0	4,33	2167,4	2,56	583,3	2,82	738,3	3,22	1030,4	3,85	1618,1	2,21	403,2	2,56	583,3	1,65	195,2	1,83	251,0
0,36	3,79	1496,5	4,59	2414,1	2,71	649,1	2,98	821,8	3,41	1147,0	4,08	1801,9	2,34	448,6	2,71	649,1	1,75	217,1	1,93	279,2
0,38	4,00	1656,7	4,84	2673,4	2,86	718,2	3,15	909,4	3,6	1269,6	4,31	1995,1	2,47	496,2	2,86	718,2	1,84	240,1	2,04	308,8
0,4	4,21	1824,8	5,1	2945,4	3,02	790,6	3,31	1001,3	3,79	1398,2	4,54	2197,7	2,6	546,2	3,02	790,6	1,94	264,1	2,15	339,7
0,42	4,42	2000,6	5,35	3230,03	3,17	866,4	3,48	1097,4	3,98	1532,7	4,76	2409,7	2,73	598,4	3,17	866,4	2,04	289,2	2,26	372,1
0,44	4,63	2184,1	5,61	3527,2	3,32	945,5	3,65	1197,7	4,17	1673,0	4,99	2631,0	2,86	652,9	3,32	945,5	2,14	315,5	2,36	405,9
0,46	4,84	2375,4	5,86	3837,0	3,47	1027,8	3,81	1302,2	4,35	1819,3	5,22	2861,6	2,99	709,6	3,47	1027,8	2,23	342,7	2,47	441,1
0,48	5,05	2574,3			3,62	1113,4	3,98	1410,8	4,54	1971,4	5,44	3101,5	3,12	768,6	3,62	1113,4	2,33	371,1	2,58	477,6
0,5	5,26	2780,8			3,77	1202,3	4,14	1523,6	4,73	2129,3	5,67	3350,7	3,25	829,8	3,77	1202,3	2,43	400,5	2,69	515,5
0,54	5,69	3216,9			4,07	1389,9	4,47	1761,6	5,11	2462,6			3,51	958,9	4,07	1389,9	2,62	462,5	2,9	595,5
0,6					4,52	1695,4	4,97	2149,5	5,68	3006,1			3,9	1169,2	4,52	1695,4	2,91	563,5	3,22	725,7
0,7					5,28	2269,0	5,8	2877,8					4,55	1563,8	5,28	2269,0	3,4	752,7	3,76	969,8
0,8													5,2	2012,9			3,88	967,9	4,3	1247,5
0,9													5,85	2516,1			4,37	1208,7	4,83	1558,4

1,0																	4,85	1475,1	5,37	1902,4	
1,2																	5,82	2089,6			
q, л/с	Наружный диаметр на толщину стенки трубы в мм																				
	20x2,8		20x3,4		22x2,0		22x3,0		25x2,3		25x2,8		25x3,5		25x4,2		32x2,9		32x3,6		
	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с	1000i	V, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
0,02	0,12	2,1	0,15	3,2																	
0,04	0,25	7,1	0,29	10,9	0,16	2,4	0,2	4,3	0,12	1,3	0,14	1,7	0,16	2,4	0,18	3,6					
0,06	0,37	14,7	0,44	22,5	0,24	5,0	0,3	8,8	0,18	2,7	0,2	3,48	0,24	5,0	0,28	7,4	0,11	0,8	0,12	1,1	
0,08	0,49	24,7	0,58	37,7	0,31	8,32	0,4	14,7	0,24	4,5	0,27	5,8	0,31	8,3	0,37	12,3	0,15	1,4	0,17	1,8	
0,1	0,61	36,9	0,73	56,5	0,39	12,4	0,5	22,1	0,31	6,8	0,34	8,6	0,39	12,4	0,46	18,4	0,19	2,01	0,21	2,6	
0,12	0,74	51,4	0,88	78,8	0,47	17,2	0,6	30,7	0,37	9,4	0,41	12,0	0,47	17,2	0,55	25,6	0,22	2,8	0,25	3,6	
0,14	0,86	68,1	1,02	104,5	0,55	22,8	0,7	40,6	0,43	12,4	0,47	15,8	0,55	22,8	0,65	33,9	0,26	3,7	0,29	4,8	
0,16	0,98	87,0	1,17	133,6	0,63	29,1	0,8	51,8	0,49	15,8	0,54	20,1	0,63	29,1	0,74	43,2	0,3	4,7	0,33	6,1	
0,18	1,11	108,0	1,32	166,0	0,71	36,0	0,9	64,2	0,55	19,5	0,61	24,9	0,71	36,0	0,83	53,6	0,33	5,7	0,37	7,5	
0,2	1,23	131,1	1,46	201,6	0,79	43,6	1,0	77,9	0,61	23,6	0,68	30,2	0,79	43,6	0,92	65,0	0,37	7,0	0,41	10,0	
0,22	1,35	156,3	1,61	240,5	0,86	52,0	1,09	92,9	0,67	28,1	0,74	36,0	0,86	52,0	1,02	77,4	0,41	8,3	0,46	10,8	
0,24	1,47	183,6	1,75	282,6	0,94	61,0	1,19	109,0	0,73	32,9	0,81	42,2	0,94	61,0	1,11	91,0	0,45	9,7	0,5	12,6	
0,26	1,6	212,9	1,9	327,9	1,02	70,6	1,29	126,4	0,8	38,1	0,88	48,8	1,02	70,6	1,2	105,3	0,48	11,2	0,54	14,6	
0,28	1,72	244,3	2,05	376,3	1,1	81,0	1,39	144,9	0,85	43,7	0,95	56,0	1,1	81,0	1,29	120,8	0,52	12,8	0,58	16,7	
0,3	1,84	277,6	2,19	427,9	1,18	91,9	1,49	164,6	0,92	49,6	1,02	63,5	1,18	91,9	1,39	137,2	0,56	14,51	0,62	19,0	
0,32	1,97	313,1	2,34	482,7	1,26	103,6	1,59	185,6	0,98	55,8	1,08	71,5	1,26	103,6	1,48	154,6	0,6	16,3	0,66	21,4	
0,34	2,09	350,5	2,49	540,5	1,34	115,9	1,69	207,7	1,04	62,4	1,15	80,0	1,34	115,9	1,57	173,0	0,63	18,2	0,7	23,9	
0,36	2,21	389,9	2,63	601,5	1,42	128,8	1,79	230,9	1,1	69,4	1,22	88,9	1,42	128,8	1,66	192,4	0,67	20,2	0,75	26,5	
0,38	2,33	431,3	2,78	665,5	1,49	142,4	1,89	255,3	1,16	76,6	1,29	98,3	1,49	142,4	1,76	212,7	0,71	22,3	0,79	29,3	
0,4	2,46	474,6	2,92	732,6	1,57	156,6	1,99	280,9	1,22	84,3	1,35	108,0	1,57	156,6	1,85	234,0	0,74	24,6	0,83	32,2	
0,42	2,58	519,9	3,07	802,8	1,65	171,4	2,09	307,7	1,29	92,2	1,42	118,3	1,65	171,4	1,94	256,2	0,78	26,9	0,87	35,2	
0,44	2,7	567,2	3,22	876,0	1,73	186,9	2,19	335,6	1,35	100,5	1,49	128,9	1,73	186,9	2,03	279,4	0,82	29,9	0,91	38,3	
0,46	2,83	616,5	3,36	952,2	1,81	203,0	2,29	364,6	1,41	109,1	1,56	140,0	1,81	203,0	2,13	303,6	0,85	31,7	0,95	41,6	
0,48	2,95	667,7	3,51	1031,5	1,89	219,7	2,39	394,2	1,47	118,1	1,62	151,5	1,89	219,7	2,22	328,7	0,89	34,3	0,99	45,0	
0,5	3,07	720,8	3,66	1113,8	1,97	237,1	2,49	426,1	1,53	127,4	1,69	163,5	1,97	237,1	2,31	354,7	0,93	37,0	1,04	48,5	
0,54	3,32	832,9	3,95	1287,5	2,12	273,7	2,69	492,1	1,65	147,0	1,83	188,6	2,12	273,7	2,5	409,6	1,00	42,6	1,12	55,9	
0,6	3,69	1015,4	4,39	1570,4	2,36	333,2	2,99	599,6	1,84	178,8	2,03	229,6	2,36	333,2	2,77	498,9	1,11	51,8	1,24	68,0	
0,7	4,3	1357,7	5,12	2101,4	2,75	444,7	3,48	801,0	2,14	238,4	2,37	306,2	2,75	444,7	3,24	666,3	1,3	68,9	1,45	90,4	
0,8	4,91	1747,2	5,85	2706,1	3,15	571,4	3,98	1030,0	2,45	306,0	2,71	393,2	3,15	571,4	3,7	856,6	1,48	88,3	1,66	115,9	
0,9	5,53	2183,7			3,54	713,1	4,48	1286,4	2,75	381,7	3,05	490,5	3,54	713,1	4,16	1069,6	1,67	109,9	1,86	144,4	

