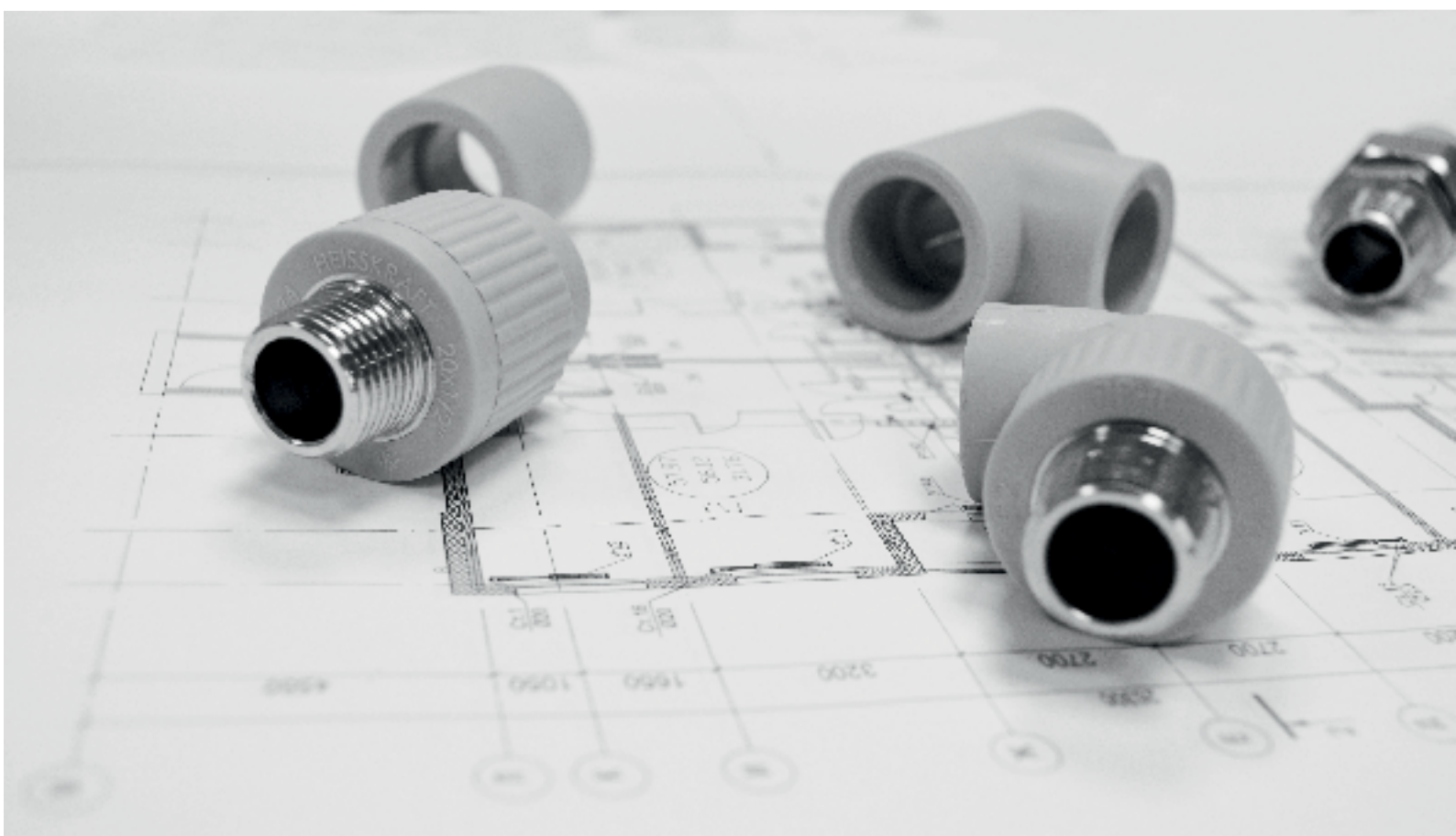




Система Heisskraft-therm

Руководство по проектированию и монтажу напорных трубопроводов, изготовленных из полипропилена рандомсополимера PP-R и PP-RCT

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА PP-R И PP-RCT	8
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА PP-R И PP-RCT	20
3.1 Разработка принципиальных схем напорных трубопроводных систем.	21
3.2 Выбор способов прокладки напорных полипропиленовых трубопроводов.	22
3.3 Выбор типоразмеров и серии напорных полипропиленовых труб, а также типоразмеров запорной, регулирующей, распределительно-смесительной, предохранительной и обратной арматуры.	24
3.4 Гидравлический расчет напорных полипропиленовых трубопроводов.	26
3.5 Расчет теплового линейного удлинения напорных полипропиленовых трубопроводов, компенсаторов, а также расстановка подвижных (скользящих) и неподвижных опор на данных трубопроводах.	29
3.6 Определение методов и средств защиты напорных полипропиленовых трубопроводов от статического электричества.	39
3.7 Расчет и выбор типоразмеров тепловой изоляции напорных полипропиленовых трубопроводов.	39
4. МОНТАЖ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА PP-R И PP-RCT	42
4.1 Устройство проходов в строительных конструкциях для напорных полипропиленовых трубопроводов.	42
4.2 Монтаж оборудования (насосных установок, распределительных коллекторов, санитарно-технических приборов и т.д.).	43
4.3 Монтаж креплений напорных полипропиленовых трубопроводов.	44
4.4 Монтаж напорных полипропиленовых трубопроводов.	45
4.5 Монтаж тепловой изоляции напорных полипропиленовых трубопроводов.	51
4.6 Испытания напорных трубопроводов давлением.	51
5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА PP-R И PP-RCT	51

6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА PP-R И PP-RCT	52
КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ	53
ПРИЛОЖЕНИЕ №1. Химическая стойкость напорных труб и соединительных деталей к ним, изготовленных из полипропилена рандомсополимера (в соответствии с данными, приведенными в DIN 80721-1982).	64
ПРИЛОЖЕНИЕ №2. Допустимое рабочее давление и расчетный срок службы для напорных труб из PP-R и PP-RCT при транспортировании воды.	71
ПРИЛОЖЕНИЕ №3. Расчет срока службы напорного трубопровода из полипропилена рандомсополимера при переменном температурном режиме с помощью правила Майнера.	78
ПРИЛОЖЕНИЕ №4. Удельные потери напора для труб из PP-R и PP-RCT	79
ПРИЛОЖЕНИЕ №5. Перечень нормативных документов	87

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящее руководство содержит рекомендации по проектированию и монтажу напорных трубопроводов, изготовленных из полипропилена рандомсополимера PP-R и PP-RCT.

Руководство разработано в помощь организациям и частным лицам, проектирующим и монтирующим системы холодного, горячего водоснабжения и отопления из напорных полипропиленовых труб.

Следует отметить, что в соответствии с международными стандартами EN ISO 15874-2003, EN ISO 21003-2008, немецкими стандартами DIN 8077, DIN 8078, DIN 16962, а также российскими стандартами и нормативными документами ГОСТ Р 52134-2003, СНиП 2.04.01-85, СНиП 41-01-2003, напорные трубы и соединительные детали (фитинги) могут изготавливаться из:

- полипропилена гомополимера PP-H;
- полипропилена блоксополимера PP-B;
- полипропилена рандомсополимера PP-R;
- полипропилена рандомсополимера с модифицированной кристаллической структурой и повышенной термостойкостью PP-RCT.

Напорные трубы и соединительные детали, изготовленные из полипропилена рандомсополимера, можно использовать для подачи воды в жилые дома, административные здания, учреждения культуры, медицинские учреждения, высшие и средние

учебные заведения, дошкольные учреждения, а также в промышленности и сельском хозяйстве.

В настоящем руководстве приведен сортамент напорных труб и соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера, поставляемых компанией Heisskraft.

В российском стандарте ГОСТ Р 52134-2003 не содержатся сведения о конструктивном исполнении многослойных (комбинированных) напорных полипропиленовых труб. Поэтому для выпуска многослойных труб в компании разработаны технические условия (ТУ 2248-001-88915380-2011 от 01.08.2011 года). Технические условия разработаны в соответствии с международным стандартом EN ISO 21003-2008.

Компания Heisskraft поставляет на рынок продукцию из полипропилена рандомсополимера в строгом соответствии требованиями, изложенными в стандартах EN ISO 15874-2003, EN ISO 21003-2008, DIN 8077, DIN 8078, DIN 16962 и ГОСТ Р 52134-2003. В качестве исходного сырья (материала) используется полипропилен рандомсополимер, выпускаемый компаниями «BOREALIS», «BASELL» и «SABIC». Основные механические и термические характеристики данных материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства материала	Метод испытаний	Единица измерений	Материал			
			BOREALIS	BOREALIS	BASELL	SABIC
			PP-R RA-130E	PP-RCT RA7050	PP H5216 34	P 9421 67727
Плотность	ISO 1183	кг/м³	905	905	909	898
Показатель текучести расплава <i>MFR</i> (230°C/2,16 кг)	ISO 1183	г/10 мин.	0,25	0,3	0,3	0,3
Модуль эластичности под напряжением (1мм/мин.)	ISO 527	МПа	900	900	850	900
Предел текучести при растяжении (50 мм/мин.)	ISO 527-2	МПа	25	25	24	27
Прочность на растяжение при разрыве (50 мм/мин.)	ISO 527/1A	МПа	21,5	-	-	32

Продолжение таблицы 1

Свойства материала	Метод испытаний	Единица измерений	Материал			
			BOREALIS	BOREALIS	BASELL	SABIC
			PP-R RA130E	PP-RCT RA7050	PP H5216 34	P 9421 67727
Удлинение при разрыве (50 мм/мин.)	ISO 527/1B	%	-	10	-	> 50
Ударная вязкость по Шарли с надрезом +25°C 0°C -20°C	ISO 179	кДж/м²	20 3,5 2	40 4 2	22 4,5 2,5	30 - -
Температура размягчения по Вика VST/A/50 k/h (10 N) VST/A/50 k/h (50 N)	ISO 306	°C	132 69	- -	132 69	130 61
Средний коэффициент теплового линейного удлинения (0 - 90°C)	DIN 53752, VDE 0304 (часть 1§4)	°K ⁻¹	1,5·10 ⁻⁴	1,5·10 ⁻⁴	1,5·10 ⁻⁴	1,5·10 ⁻⁴
Теплопроводность при 20°C	DIN 52612	Вт/м·K	0,24	0,24	0,24	0,24
Удельное объемное сопротивление	DIN 53462	Ом·м	> 1·10 ¹²	> 1·10 ¹²	> 1·10 ¹²	> 1·10 ¹²
Диэлектрическая постоянная	DIN 53463		-2,3	-	-2,3	-2,3
Диэлектрическая прочность	DIN 53481	кВ/мм	> 20	-	> 20	> 20
Минимальная длительная прочность (<i>MRS</i>)	ISO 9080	МПа	> 8	> 8	> 8	> 8

а - в соответствии с американским стандартом ASTM D792;
 б - в соответствии с американским стандартом ASTM D1238;
 с - в соответствии с американским стандартом ASTM D790;
 д - в соответствии с американским стандартом ASTM D638;
 е - в соответствии с американским стандартом ASTM D1525.

Пожарно-технические характеристики полипропилена рандомсополимера в соответствии с классификацией, принятой в ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» приведены в таблице 2. Температура плавления поли-

пропилена рандомсополимера составляет 140 - 144°C, температура начала деструкции материала - 250°C, температура воспламеняемости материала - около 325°C. Кислородный индекс (показатель горючести) составляет приблизительно 20%.

Таблица 2

Пожарно-технические характеристики	Группа
Группа горючести	Г4
Группа воспламеняемости	В3
Дымообразующая способность	Д3
Токсичность продуктов горения	Т3

В качестве дополнительных материалов при изготовлении многослойных (комбинированных) напорных полипропиленовых труб применяются:

- равномерно перфорированная алюминиевая фольга;
- компаунд, состоящий из смеси полипропилена рандомсополимера PP-R или PP-RCT и стекловолокна.

Поставляемые компанией Heisskraft напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера PP-R имеют пигментную окраску серого (PP-RCT- темно-серого) цвета, выполненную на фирмах-изготовителях материала. Данная окраска делает напорные полипропиленовые трубы светонепроницаемыми. Непрозрачность труб должна быть не менее 0,2% в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52134-2003. Напорные трубы и соединительные детали, изготовленные из полипропилена рандомсополимера, обладают хорошей химической стойкостью к воздействию водных растворов солей, неорганических кислот, не обладающих окислительными свойствами (соляная и фосфорная), минеральных масел, а также щелочей, органических кислот и спиртов. Химическая стойкость данных труб и соединительных деталей приведена в Приложении 1 настоящего руководства.

Материал напорных полипропиленовых труб абсолютно нетоксичен и химически стоек (инертен), и поэтому совершенно не оказывает влияния на органолептические и физико-химические показатели качества воды. Данный материал специально подобран в соответствии с гигиеническими требованиями для трубопроводов питьевого водоснабжения.

Напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера имеют сертификат соответствия и санитарно-эпидемиологическое заключение.

Кроме этого, напорные трубы, изготовленные из полипропилена рандомсополимера, имеют следующие положительные качества:

- долговечность (гарантийный срок эксплуатации трубопроводов системы холодного водоснабжения и отопления - 25 лет);
- имеют относительно небольшую стоимость;
- имеют небольшой вес, легко транспортируются и очень быстро монтируются;
- обладают высокой стойкостью к воздействию тепла;
- не подвержены коррозии и истиранию;
- имеют высокую ударную вязкость;
- обладают низкой паро- и газопроницаемостью;
- имеют низкую теплопроводность, что препятствует тепловой дисперсии и образованию конденсата при транспортировке холодных жидкостей;
- имеют низкую электропроводность, в силу этого трубопроводы не подвержены действию блуждающих токов и сквозной коррозии;
- поглощают вибрации и вследствие этого гасят акустические волны, обеспечивая хорошую звукоизоляцию;
- имеют гладкую внутреннюю поверхность, что приводит к уменьшению потерь напора в трубопроводах при транспортировании жидкости, а также предотвращает образование известковых отложений;
- производятся из непрозрачного материала, следовательно, в воде, протекающей в таких напорных трубах, под действием света не размножаются светочувствительные бактерии и водоросли;
- обладают неплохой стойкостью к ультрафиолетовому излучению;

- при замерзании жидкости в однослойных напорных полипропиленовых трубах они не разрушаются, а увеличиваются в объеме (диаметре) и при оттаивании вновь приобретают прежний размер (замораживание жидкости в многослойных напорных полипропиленовых трубах, армированных перфорированной алюминиевой фольгой или стекловолокном, не допускается);
- при сварке двух тел одинакового состава на стыках получается единое, абсолютно однородное тело (такое соединение является очень прочным и герметичным);
- подходят для всех известных видов монтажа (монтаж открытым способом, монтаж под штукатуркой, в полу, в шахтах и каналах, бесканальная прокладка в грунте и т.д.);
- могут быть легко подсоединены к трубопроводам, изготовленным из различных материалов (сталь, металлопластик и т.д.) при помощи соответствующих комбинированных фитингов.

Преимущество напорных полипропиленовых труб заключается в том, что их можно сваривать и соответственно использовать дешевые соединительные детали. Номенклатура изделий представлена широким набором соединительных деталей, запорной арматуры и напорных труб.

Отличием пластмассовых трубопроводов от трубопроводов из неполимерных материалов является существенное изменение во времени их прочностных и деформационных характеристик при непрерывном воздействии внешних силовых, климатических и других факторов. На прочностные и деформационные характеристики пластмассовых трубопроводов в значительной степени влияет температура транспортируемой среды. В связи с этим расчет напорных трубопроводов из полимерных материалов должен производиться с учетом указанных особенностей данных материалов, т.е. нормативные прочностные и деформационные характеристики должны назначаться в зависимости от срока службы конструкции, температуры её эксплуатации и условий прокладки.

Главный недостаток напорных труб, изготовленных из полипропилена рандомсополимера, это хрупкость при отрицательных температурах. Из-за этого при обработке материала (например, резка) при очень низких температурах следует соблюдать особую осторожность.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА.

Напорные трубы и соединительные детали, изготовленные из полипропилена рандомсополимера, в соответствии с ГОСТ Р 52134-2003 и EN ISO 15874-2003 классифицируются по следующим параметрам:

1. Номинальный наружный диаметр d , мм, - условный размер, принятый для классификации труб из термопластов и всех составляющих элементов систем трубопроводов, соответствующий минимальному допустимому значению среднего наружного диаметра трубы;

2. Номинальная толщина стенки e , мм, - условный размер, соответствующий минимальной допустимой толщине стенки трубы в любой точке ее поперечного сечения;

3. Минимальная длительная прочность MRS , МПа, - характеристика материала трубы, численно равная напряжению в стенке, возникающему при действии постоянного внутреннего давления, которое труба способна выдержать при нижнем доверительном интервале 97,5% в течение 50 лет при температуре 20°C;

4. Расчетное напряжение σ_s , МПа, - допустимое напряжение в стенке трубы в течение 50 лет при температуре 20°C с учетом коэффициента запаса прочности C , определяемое по следующей формуле:

$$\sigma_s = MRS/C,$$

где:
 MRS - минимальная длительная прочность, МПа;
 C - коэффициент запаса прочности в соответствии с таблицей 27 ГОСТ Р 52134-2003.

5. Коэффициент запаса прочности C - безразмерная величина, имеющая значение большее единицы, учитывающая особенности эксплуатации трубопровода, а также его свойства, отличающиеся от учтенных при расчете MRS ;

6. Серия труб S (номинальная) - безразмерная величина, определяемая как отношение расчетного напряжения σ_s к максимальному допустимому рабочему давлению p_{PMS} ;

7. Стандартное размерное отношение SDR - безразмерная величина, численно равная отношению номинального наружного диаметра трубы d к номинальной толщине стенки e . Значения SDR и S связаны следующим соотношением:

$$SDR = 2S + 1,$$

где S - серия труб.

Максимальное допустимое рабочее давление p_{PMS} , МПа, - максимальное значение постоянного внутреннего давления воды в трубе при температуре 20°C в течение 50 лет, связанное с серией труб S следующим уравнением:

$$p_{PMS} = \sigma_s / S,$$

где:

σ_s - расчетное напряжение, МПа;

S - серия труб.

8. Номинальное давление PN , бар, - условная величина, применяемая для классификации труб из термопластов, численно равная максимальному допустимому рабочему давлению, выраженному в бар (1 бар = 0,1 МПа);

9. Максимальное рабочее давление при постоянной температуре MOP , МПа, - максимальное значение постоянного внутреннего давления воды в трубопроводе в течение срока службы 50 лет, определяемое по следующей формуле:

$$MOP = 2MRS \cdot C_t / (C \cdot (SDR - 1)),$$

где:

MRS - минимальная длительная прочность, МПа;

C - коэффициент запаса прочности в соответствии с таблицей 27 ГОСТ Р 52134-2003;

SDR - стандартное размерное отношение;

C_t - коэффициент снижения максимального рабочего давления при температуре воды более 20°C (п. 5.2.8 ГОСТ Р 52134-2003).

10. Максимальное рабочее давление при переменном температурном режиме $p_{макс}$, МПа, - максимальное давление воды в трубе при заданных условиях эксплуатации, определяемое по следующей формуле:

$$p_{макс} = \sigma_o / S,$$

где:

σ_o - расчетное напряжение в стенке трубы, МПа, для заданного класса эксплуатации, определяемое по правилу Майнера, указанному в Приложении 3 ГОСТ Р 52134-2003;

S - серия труб.

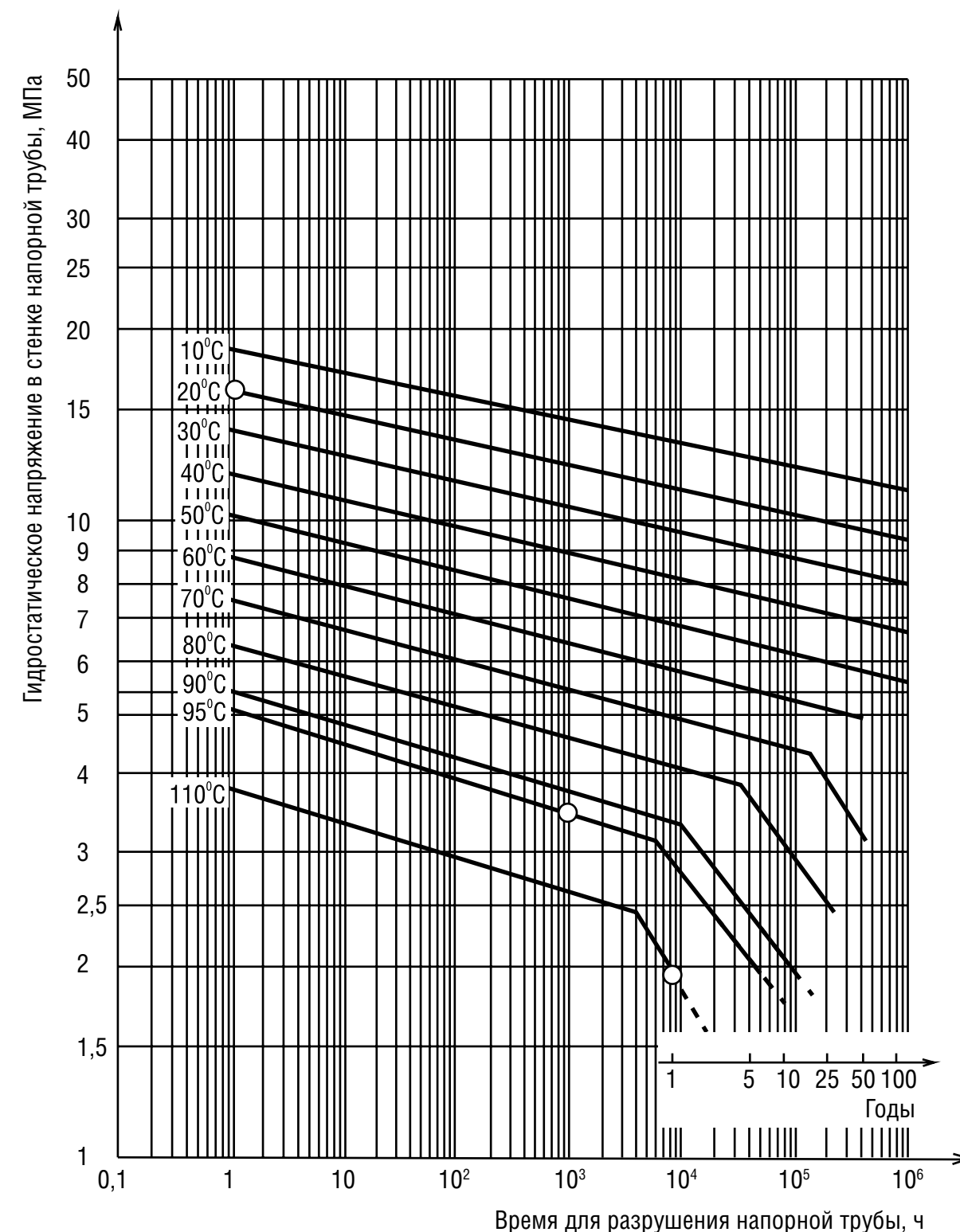


Рисунок 1. Эталонные кривые длительной прочности напорных труб из полипропилена рандомсополимера PP-R.

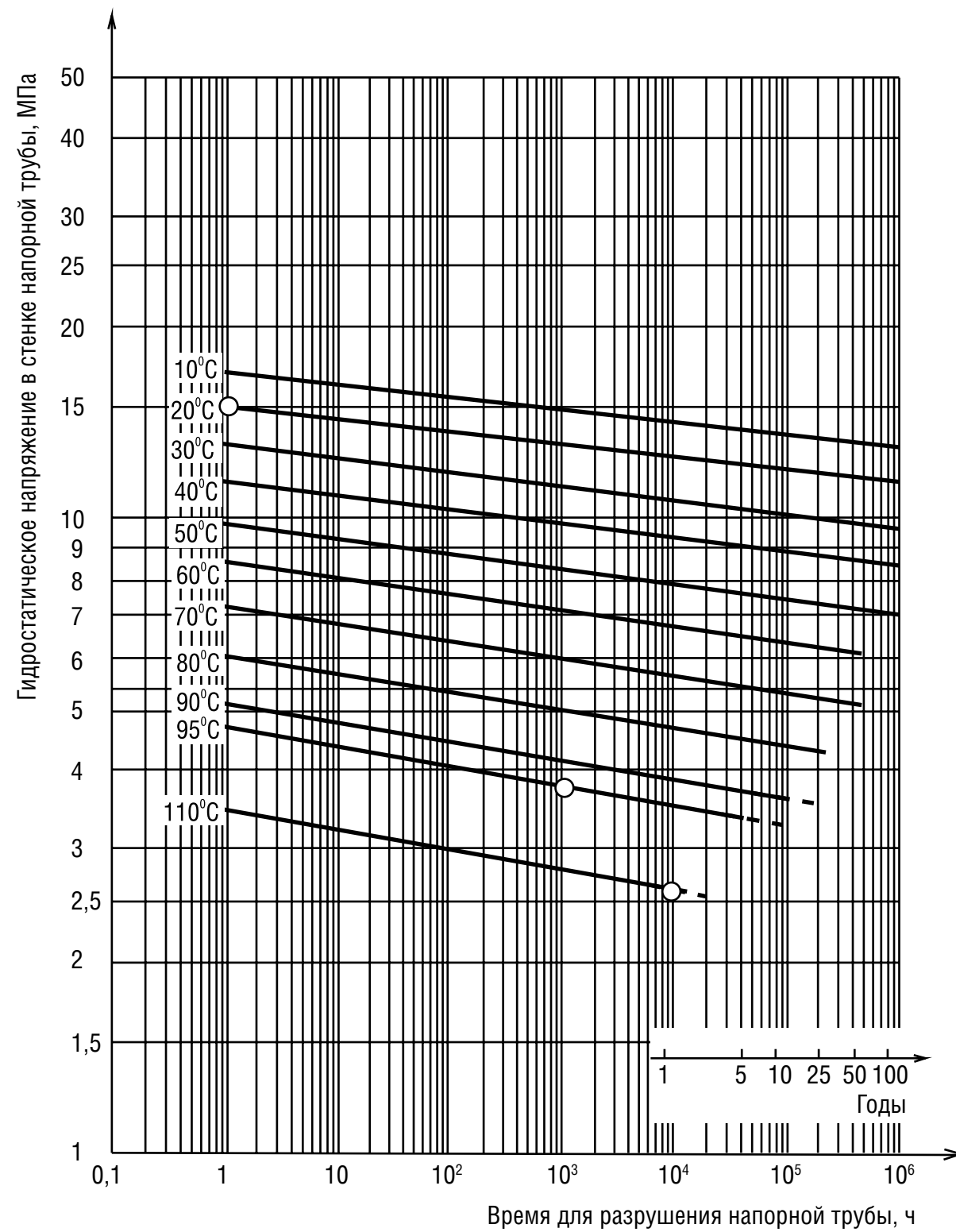


Рисунок 2. Эталонные кривые длительной прочности напорных труб из модифицированного полипропилена рандомсополимера PP-RCT.

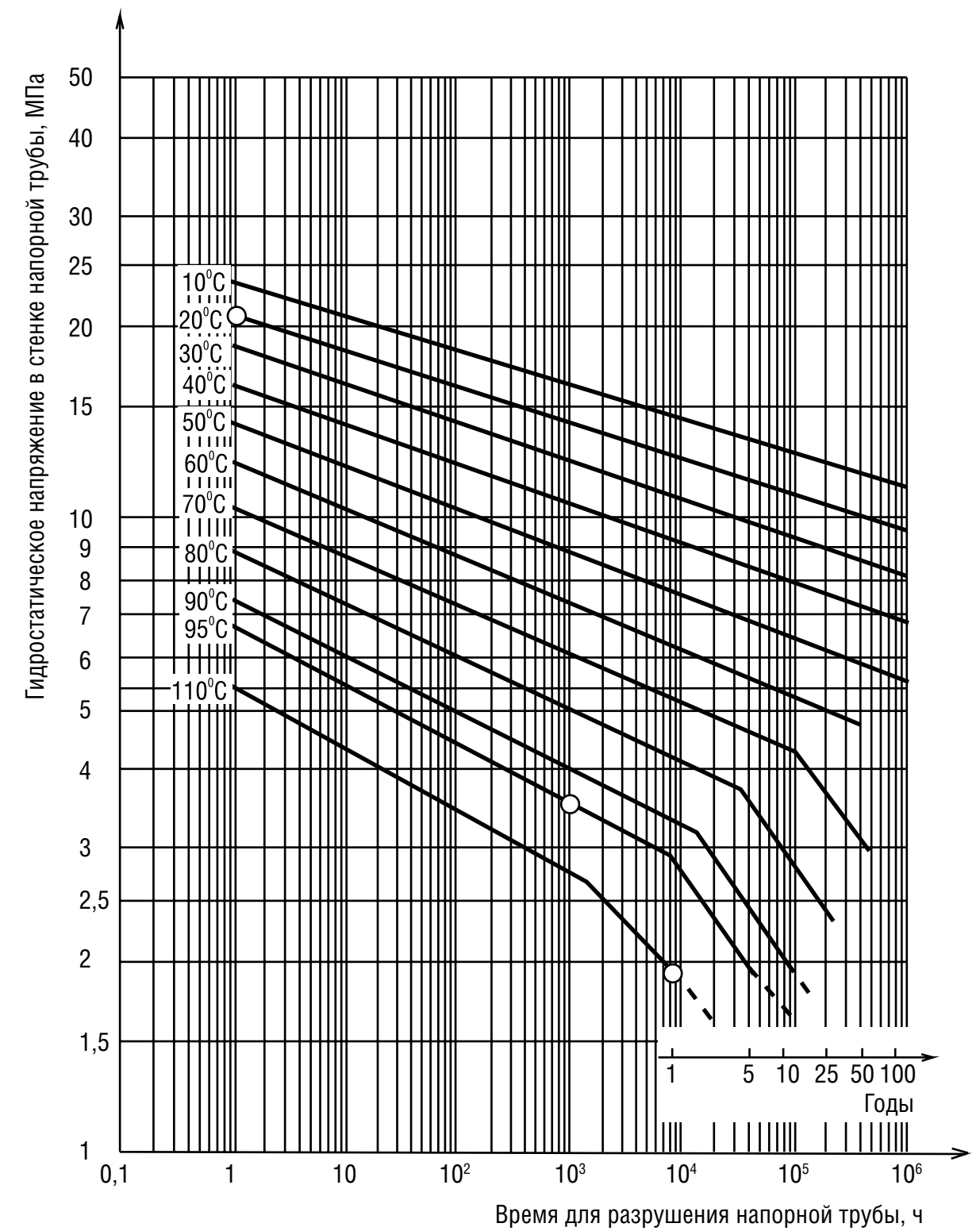


Рисунок 3. Эталонные кривые длительной прочности напорных труб из полипропилена гомополимера PP-H.

В соответствии с международным стандартом DIN EN ISO 9080 и немецким стандартом DIN 16887 данные эталонные кривые длительной прочности описываются уравнением вида:

$$\lg t = A + B/T \cdot \lg \sigma + C/T + D \cdot \lg \sigma,$$

где:

A, B, C и D - коэффициенты, приведенные в таблице 3;

T - температура, К;

t - время, ч;

σ - напряжение в стенке трубы, МПа.

Таблица 3

Материал	Часть эталонной кривой	Коэффициенты			
		A	B	C	D
PP-R	левая часть	-55,725	-9484,1	25502,2	6,39
	правая часть	-19,98	0	9507	-4,11
PP-RCT	общая часть	-119,546	-23738,797	52176,696	31,279
PP-H	левая часть	-46,364	-9601,1	20381,5	15,24
	правая часть	-18,387	0	8918,5	-4,1
PP-B	левая часть	-56,086	-10157,8	23971,7	13,32
	правая часть	-13,699	0	6970,3	-3,82

На основании данных, приведенных на рисунках 1- 4 и в таблице 3, следует:

- при повышенных температурах транспортируемой среды пригодны для эксплуатации напорные трубы только из полипропилена рандомсополимера PP-R и PP-RCT (т.к. данные материалы характеризуются повышенной термостойкостью);
- прочность напорных труб из различных марок полипропилена начинает существенно снижаться при температурах транспортируемой в них среды свыше 90°C.

Зависимость срока службы напорных труб из полипропилена рандомсополимера PP-R и PP-RCT от постоянной температуры транспортируемой в них среды и постоянного внутреннего давления по данным DIN 8077-2007 приведена в Приложении 2 настоящего руководства для различных значений коэффициента запаса прочности.

Для напорных полипропиленовых трубопроводов, транспортирующих холодную воду, коэффициент запаса прочности рекомендуется принимать равным 1,25; для трубопроводов, транспортирующих горячую воду, коэффициент запаса прочности следует принимать равным 1,5.

Приведенное в Приложении 2 настоящего руководства время нельзя рассматривать как реальный срок службы напорной полипропиленовой трубы, так как на практике данная труба в процессе эксплуатации подвергается воздействию комплекса температур и давлений. Расчет срока службы на-

порного трубопровода из полипропилена рандомсополимера при переменном температурном режиме производится по правилу Майнера, представленному в Приложении 3 настоящего руководства.

Напорные трубы и соединительные детали, изготовленные из полипропилена рандомсополимера, предназначены для монтажа трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения, отопления и технологических трубопроводов. В качестве технологических трубопроводов напорные трубы из полипропилена рандомсополимера могут применяться для транспортирования веществ, к которым данный материал химически стоек. Срок службы таких трубопроводов зависит от химического состава транспортируемой среды, её температуры и давления, кроме того, напорные полипропиленовые трубы используют в ирригационных и опреснительных системах, а также системах распределения сжатого воздуха.

Напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера не допускаются к применению:

- при максимальной температуре транспортируемой в них воды выше указанной в таблице 4 настоящего руководства (таблица 26 ГОСТ Р 52134-2003) и давлениях, превышающих 1,0 МПа для трубопроводов холодного и горячего водоснабжения и 0,6 МПа для трубопроводов отопления (класс эксплуатации 5);
- при устройстве раздельной системы противопожарного водоснабжения;

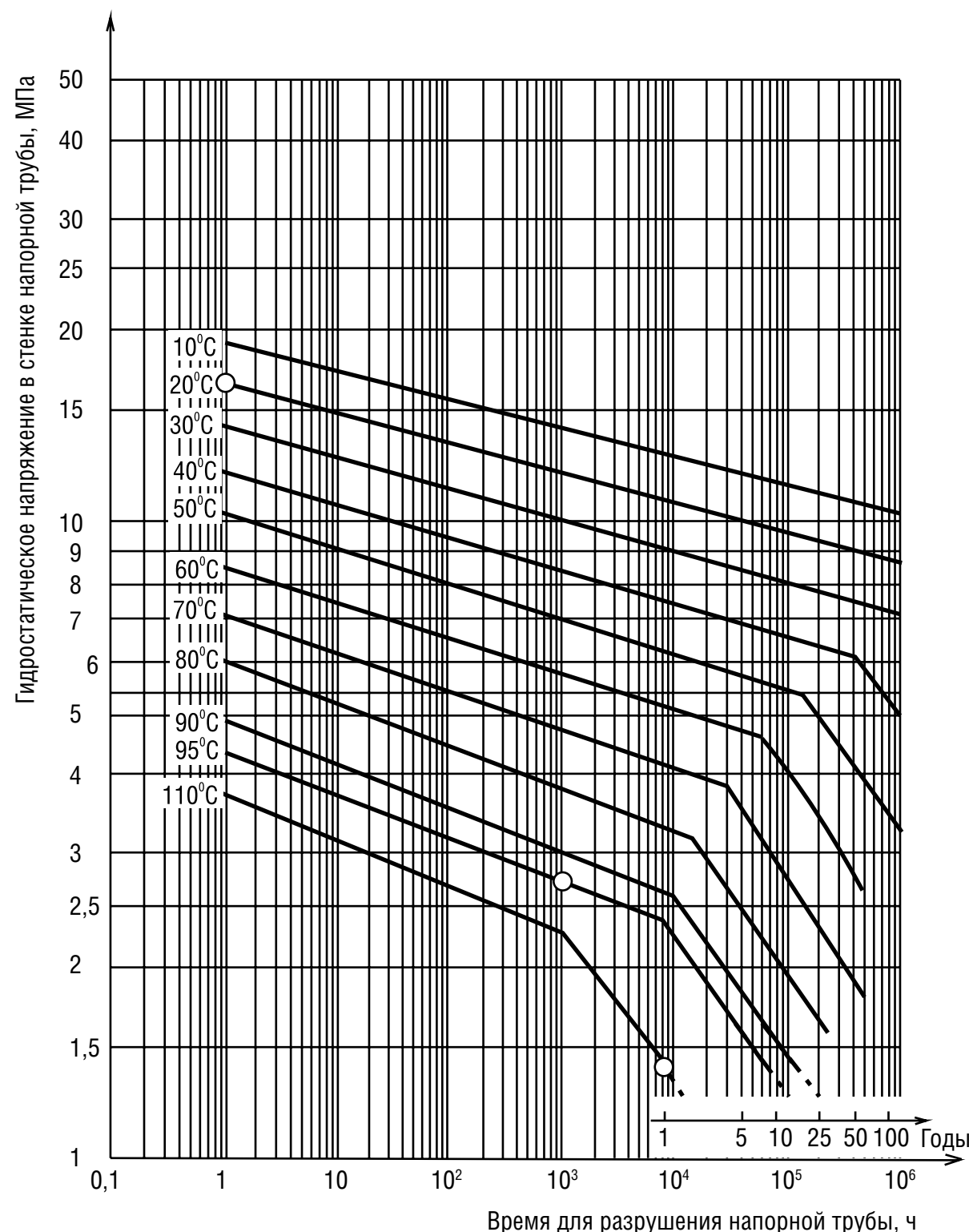


Рисунок 4. Эталонные кривые длительной прочности напорных труб из полипропилена блоксополимера PP-B.

- в помещениях категорий «А», «Б», «В» и «Г» по пожарной опасности;
- в помещениях с источниками теплового излучения, температура поверхности которых превышает 150°C;
- в открытых системах центрального отопления с элеваторными узлами, т.к. в таких системах теоретически возможно повышение температуры теплоносителя выше 100°C. Данное положение не относится к открытым системам с элеваторными узлами, оборудованными автоматикой терморегулирования теплоносителя;
- при транспортировке жидкостей и растворов с отрицательной температурой (в соответствии с

данными, приведенными в таблице 3 СН 550-82). Кроме того, их не рекомендуется использовать в системах низкотемпературного и высокотемпературного напольного отопления (система «теплый пол») по причине низкой теплопроводности полипропилена рандомсополимера. Типовые условия применения полимерных труб приведены в ГОСТ Р 52143-2003. Они подразделяются на классы эксплуатации, температурные режимы которых приведены в таблице 4.

Таблица 4

Класс эксплуатации	$T_{\text{раб}}^{\circ\text{C}}$	Время при $T_{\text{раб}}^{\circ\text{C}}$ год	$T_{\text{макс}}^{\circ\text{C}}$	Время при $T_{\text{макс}}^{\circ\text{C}}$ год	$T_{\text{авар}}^{\circ\text{C}}$	Время при $T_{\text{авар}}^{\circ\text{C}}$ ч	Область применения
1	60	49	80	1	95	100	Горячее водоснабжение (60°C)
2	70	49	80	1	95	100	Горячее водоснабжение (70°C)
3	30 40	20 25	50	4,5	65	100	Низкотемпературное напольное отопление
4	20 40 60	2,5 20 25	70	2,5	100	100	Высокотемпературное напольное отопление. Низкотемпературное отопление отопительными приборами
5	20 60 80	14 25 10	90	1	100	100	Высокотемпературное отопление отопительными приборами
XB	20	50	-	-	-	-	Холодное водоснабжение

В данной таблице приняты следующие обозначения:
 $T_{\text{раб}}$ - рабочая температура или комбинация рабочих температур транспортируемой воды;
 $T_{\text{макс}}$ - максимальная рабочая температура транспортируемой воды, действие которой ограничено по времени;
 $T_{\text{авар}}$ - аварийная температура транспортируемой воды, возникающая в аварийных ситуациях при нарушении работы автоматики терморегулирования.
 Максимальный срок службы напорного трубопровода для каждого класса эксплуатации определяется суммарным временем работы трубопровода при температурах $T_{\text{раб}}$, $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{авар}}$ в течение 50 лет. При сроке службы менее 50 лет все временные характеристики, кроме $T_{\text{авар}}$, следует пропорционально уменьшать. Могут устанавливаться другие классы эксплуата-

ции, но значения температур должны быть не более указанных для класса 5.
 Трубы и фитинги, предназначенные для классов эксплуатации 1, 2, 4 и 5, должны быть пригодными для класса эксплуатации «XB» при максимальном рабочем давлении 1,0 МПа.
 Напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера эксплуатируются при рабочих температурах транспортируемой среды от +2°C до +80°C. Кроме того, они способны выдерживать кратковременное превышение максимальной рабочей температуры транспортируемой среды до +90°C и аварийной температуры до +100°C.
 Трубы из термостабилизированного полипропилена эксплуатируются при температурах транспортируемой жидкости от +2°C до +95°C.

Компания Heisskraft поставляет напорные трубы из полипропилена рандомсополимера пяти типов:
 1. Труба однослойная напорная полипропиленовая KraftPipe S5 (SDR11) PN10 - для систем холодного водоснабжения с температурой воды до +20°C, номинальное давление 10 бар;
 2. Труба однослойная напорная полипропиленовая KraftPipe S2,5 (SDR6) PN20 - для систем холодного и горячего водоснабжения с температурой воды до +75°C, номинальное давление 20 бар;
 3. Труба многослойная напорная полипропиленовая KraftStabi S3,2 (SDR7,4) PN20, армированная перфорированной алюминиевой фольгой - для систем горячего водоснабжения и закрытых систем централизованного или децентрализованного отопления с температурой воды до +90°C, номинальное давление 20 бар;
 4. Труба многослойная напорная полипропиленовая KraftFaser S2,5 (SDR7,4) PN20, армированная

стекловолокном - для систем горячего водоснабжения и закрытых систем централизованного или децентрализованного отопления с температурой воды до +90°C, номинальное давление 20 бар.
 5. Труба термостабилизированная многослойная напорная полипропиленовая FestFaser S2,5 (SDR6) PN25, армированная стекловолокном - для систем высокотемпературного отопления с температурой воды до +95°C, номинальное давление 25 бар (в том числе в многоэтажном строительстве).
 В соответствии с российским стандартом ГОСТ Р 52134-2003 и международным стандартом EN ISO 15874-2003 в таблице 5 приведены сведения о расчетных сериях напорных полипропиленовых труб (величины S и SDR), их диаметрах и толщинах стенок.

Таблица 5

Диаметр				Толщина стенки, мм					
наружный, мм		условного прохода		S5 (SDR11)		S3,2 (SDR7,4)		S2,5 (SDR6)	
номинальное значение	предельное отклонение	мм	дюймы	номинальное значение	предельное отклонение	номинальное значение	предельное отклонение	номинальное значение	предельное отклонение
20	0,3	15	1/2	1,9	+0,4	2,8	+0,5	3,4	+0,6
25	+0,3	20	3/4	2,3	+0,5	3,5	+0,6	4,2	+0,7
32	+0,3	25	1	2,9	+0,5	4,4	+0,7	5,4	+0,8
40	+0,4	32	1 1/4	3,7	+0,6	5,5	+0,8	6,7	+0,9
50	+0,5	40	1 1/2	4,6	+0,7	6,9	+0,9	8,3	+1,1
63	+0,6	50	2	5,8	+0,8	8,6	+1,1	10,5	+1,3
75	+0,7	65	2 1/2	6,8	+0,9	10,3	+1,3	12,5	+1,5
90	+0,9	80	3	8,2	+1,1	12,3	+1,5	15,0	+1,7
110	+1,0	100	4	10,0	+1,2	15,1	+1,8	18,3	+2,1

Следует отметить, что напорные трубы серии S2 (SDR5) из полипропилена рандомсополимера не изготавливаются по причине большого заужения внутреннего проходного сечения труб и больших затрат исходного материала на их изготовление. Имеющиеся на российском рынке напорные полипропиленовые трубы с маркировкой S2 или SDR5, как правило, не соответствуют требованиям действующих стандартов.
 Однослойные напорные полипропиленовые трубы должны отвечать требованиям, изложенным в международном стандарте EN ISO 15874-2003. Коэффициент теплового линейного удлинения труб KraftPipe S5 (SDR11) PN10 и KraftPipe S2,5 (SDR6)

PN20 составляет 0,15 мм/м·°C.
 Многослойные (комбинированные) напорные полипропиленовые трубы должны отвечать требованиям, изложенным в международном стандарте EN ISO 21003-2008.
 Кислородопроницаемость труб имеет важное значение при их использовании в закрытых системах отопления, где теплоноситель циркулирует по замкнутому контуру и с течением времени происходит постепенное увеличение концентрации растворенного кислорода.
 В соответствии с ГОСТ Р 52134-2003, кислородопроницаемость полимерных труб регламентируется для классов эксплуатации 3-5 и должна быть не более 0,1 г/(м³·сут).

В соответствии с международным стандартом EN ISO10508 кислородопроницаемость регламентируется для 4 и 5 классов эксплуатации. Максимальные значения кислородопроницаемости по стандарту EN ISO 10508 приведены в таблице 6.

симальные значения кислородопроницаемости по стандарту EN ISO 10508 приведены в таблице 6.

Таблица 6

Класс эксплуатации	Температура при испытаниях, °C	Требуемое значение, Fox, день	Метод испытаний
4	40	$\leq 0,32$ мг/м ² ·день	ISO 17455
5	80	$\leq 3,6$ мг/м ² ·день	ISO 17455

Труба комбинированная напорная полипропиленовая KraftStabi S3,2 (SDR7,4) PN20, армированная перфорированной алюминиевой фольгой, имеет трехслойную структуру. В процессе производства внутренняя полипропиленовая труба технологически соединяется с равномерно перфорированной алюминиевой фольгой и покрывается внешним слоем полипропилена. Внешний слой полипропилена предназначен для защиты алюминиевого слоя от механических повреждений и для закрепления общей структуры комбинированной напорной трубы KraftStabi. Состав многослойной напорной полипропиленовой трубы KraftStabi можно схематически описать как PP-R/AL/PP-R, причём первым обозначается внутренний слой, который определяет прочностные характеристики трубы.

В единичных случаях, при изготовлении многослойной напорной полипропиленовой трубы KraftStabi, на среднем слое (перфорированной алюминиевой фольге) может остаться влага. При нагреве данной трубы до температуры, при которой происходит вскипание воды (+100°C и более), могут образовываться небольшие вздутия и пузыри на поверхности внешнего защитного слоя полипропилена. Дефект не является критическим, деформация затрагивает лишь внешний защитный слой полипропилена, даже не разрывая его. Поскольку данный слой не влияет на механические свойства комбинированной напорной трубы KraftStabi, то речь идет всего лишь о недостатках эстетического характера. Внутренний (основной) слой полипропилена остается не тронутым. Таким образом, данный недостаток не влияет на прочностные свойства и не приводит к сокращению срока службы многослойной напорной полипропиленовой трубы KraftStabi, а также ни в коем случае не является поводом для проведения замены трубопроводов.

Армированный средний слой из алюминиевой фольги создает антидиффузионный барьер про-

тив проникновения кислорода в закрытые системы отопления, обеспечивая дополнительную защиту котлов, теплообменников, насосов, коллекторов, трубопроводной арматуры и радиаторов от коррозии. Более низкий коэффициент теплового линейного удлинения, чем у однослойных напорных полипропиленовых труб, делает трубу KraftStabi более жесткой, защищает ее от провисания и позволяет уменьшить количество креплений и компенсаторов. Коэффициент теплового линейного удлинения многослойной напорной полипропиленовой трубы KraftStabi, армированной перфорированной алюминиевой фольгой, составляет 0,03 мм/м·°C.

Трубы комбинированные напорные полипропиленовые KraftFaser S3,2 (SDR7,4) и термостабилизированные FestFaser S2,5 (SDR 6), армированные стекловолокном, также имеют трехслойную структуру. Внутренний и внешний слои изготовлены из полипропилена рандомсополимера PP-R (KraftFaser) и термостабилизированного полипропилена (FestFaser). Средний слой представляет собой композит, состоящий из смеси основного сырья (PP-R или PP-RCT) и стекловолокна. Состав этих слоев можно схематически описать как PP-R/PP-R-GF/PP-R. Поскольку все три слоя данных напорных труб содержат полипропилен рандомсополимера PP-R либо PP-RCT и являются базово однотипными, эти трубы производятся методом коэкструзии, т.е. слои трубы накладываются друг на друга в один момент времени. При этом нет необходимости пропускать какой бы то ни было слой трубы предварительно через водяную ванну и использовать связующие слои специального клея.

Трубы многослойные напорные полипропиленовые FestFaser, армированные стекловолокном, обладают свойствами труб KraftStabi и при этом у них исключена возможность образования вздутий и пузырей на внешней поверхности трубы. Нали-

чие армированного среднего слоя придает данной трубе дополнительную жесткость и приводит к уменьшению величины её теплового линейного удлинения. Коэффициент теплового линейного удлинения многослойной напорной полипропиленовой трубы FestFaser, армированной стекловолокном, составляет 0,04 мм/м·°C.

Для напорных труб из полипропилена рандомсополимера с SDR11 и SDR6 так же как и для труб с SDR7,4, армированных алюминиевой фольгой или стекловолокном, используются соединительные детали с S2,5.

Соединительные детали из полипропилена рандомсополимера могут поставляться в следующих модификациях:

- цельнопластиковые фитинги (колена, муфты, тройники, крестовины, заглушки и пр.);
- комбинированные фитинги (пластик + латунь) для соединения с металлическими элементами трубопровода (муфты комбинированные разъемные с внутренней и наружной резьбой, колена комбинированные с внутренней и наружной

резьбами, муфты комбинированные с внутренней и наружной резьбой, тройники комбинированные с внутренней и наружной резьбой и пр.);

- фитинги для фланцевых соединений (фланцевые бурты);
- специальные детали (перекрещивания, петли компенсирующие и пр.).

Таким образом, фитинги для напорных труб, изготовленных из полипропилена рандомсополимера, подразделяются на сварные, комбинированные и буртовые.

Сварные фитинги предназначены для соединения напорных полипропиленовых труб методом сварки в раструб. Материал фитинга должен быть идентичен материалу труб, а его показатель текучести расплава (*MFR*) и должен быть менее 0,5/10-мин (при T=230°C и P=2,16 кг).

Основные габаритные размеры раструбов сварных фитингов, приведенные на рисунке 5, должны соответствовать значениям, указанным в таблицах 7 и 8 настоящего руководства.

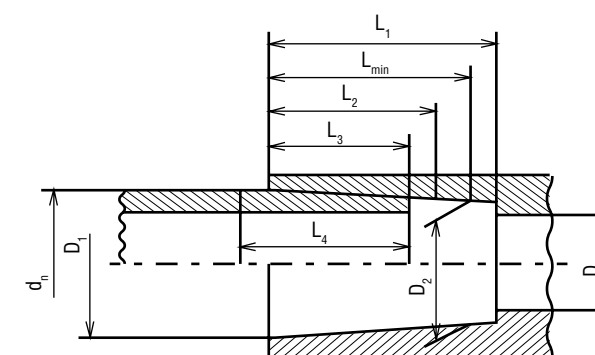


Рисунок 5. Габаритные размеры раструба сварных фитингов.

где:

d_n - номинальный наружный диаметр напорной полипропиленовой трубы, мм;

D_1 - средний внутренний диаметр наибольшего сечения раструба, измеренный в плоскости конца раструба, который включает средний диаметр окружности внутреннего сечения конца раструба, мм;

D_2 - средний внутренний диаметр наименьшего сечения раструба, который включает средний диаметр окружности, параллельной плоскости начала раструба, отделенный от начала раструба интервалом L_{min} (отрезок начала длины раструба), мм;

D_3 - минимальное входное отверстие, которое включает минимальный диаметр потока через тело фасонной части, мм;

L_{min} - отрезок начала длины раструба, который включает теоретическую минимальную длину раструба, используемую для вычислений, мм. Минимальное значение L_{min} должно быть равным $(0,3 d_n + 8,5)$ мм;

L_1 - фактическая длина раструба, которая включает интервал от начала до конца раструба (если это имеет значение), мм. Минимальное значение L_1 должно быть L_{min} ;

L_2 - нагреваемая длина раструба фасонной части, которая включает длину проникновения нагретого инструмента в раструб, мм. Минимальное значение L_2 - $(L_{min} - 2,5)$ мм. Максимальное значение L_2 должно быть L_{min} ;

L_3 - длина проникновения напорной полипропиленовой трубы в раструб, которая включает длину проникновения нагретого конца трубы или

гладкого конца фасонной части, вставляемой в раструб, мм. Минимальное значение $L_3 - (L_{min} - 3,5)$ мм. Максимальное значение L_3 должно быть L_{min} ; L_4 - нагреваемая длина напорной полипропиленовой трубы, которая включает длину

проникновения конца трубы или гладкого конца фасонной части, вставляемой в нагревательный прибор, мм. Минимальное значение L_4 должно быть $(L_{min} - 3,5)$ мм.

Таблица 7. Размеры длин раструба сварных фитингов (мм)

Номинальный диаметр фасонной части	Исходная длина раструба, L	Фактическая длина раструба, L_1	Нагреваемая длина раструба, L_2		Длина проникновения трубы в раструб, L_3		Нагреваемая длина трубы, L_4
d_n	L_{min}	$L_{1,min}$	$L_{2,min}$	$L_{2,max}$	$L_{3,min}$	$L_{3,max}$	$L_{4,min}$
16	13,3	13,3	10,8	13,3	9,8	13,3	9,8
20	14,5	14,5	12,0	14,5	11,0	14,5	11,0
25	16,0	16,0	13,5	16,0	12,5	16,0	12,5
32	18,1	18,1	15,6	18,1	14,6	18,1	14,6
40	20,5	20,5	18,0	20,5	17,0	20,5	17,0
50	23,5	23,5	21,0	23,5	20,0	23,5	20,0
63	27,4	27,4	24,9	27,4	23,9	27,4	23,9
75	31,0	31,0	28,5	31,0	27,5	31,0	27,5
90	35,5	35,5	33,0	35,5	32,0	35,5	32,0
110	41,5	41,5	39,0	41,5	38,0	41,5	38,0
$L_{min} = 0,3 \cdot d_n + 8,5$; $L_{1,min} = L_{min}$; $L_{2,min} = L_{min} - 2,5$; $L_{2,max} = L_{min}$; $L_{3,min} = L_{min} - 3,5$; $L_{3,max} = L_{min}$; $L_{4,min} = L_{min} - 3,5$.							

Таблица 8. Размеры диаметров раструба сварных фитингов (мм)

Номиналь- ный диа- метр фасон- ной части	Среднее значение внутреннего диаметра раструба				Макси- мальная овальность ^a	Минималь- ное входное отверстие ^b , D_3
	Диаметр раструба D_1		Диаметр раструба D_2			
	d_n	$D_{1,min}$	$D_{1,max}$	$D_{2,min}$		$D_{2,max}$
Фасонные части, где технологии зачистки необязательны						
16	15,2	15,5	15,1	15,4	0,4	11,2
20	19,2	19,5	19,0	19,3	0,4	15,2
25	24,2	24,5	23,9	24,3	0,4	19,4
32	31,1	31,5	30,9	31,3	0,5	25,0
40	39,0	39,4	38,8	39,2	0,5	31,4
50	48,9	49,4	48,7	49,2	0,6	39,4
63	61,9	62,5	61,6	62,1	0,6	49,8
Фасонные части, где технологии зачистки не применяются						
75	74,3	74,9	73,1	73,7	1,0	59,4
90	89,3	89,9	87,9	88,5	1,0	71,6
110	109,4	110,0	107,7	108,3	1,0	87,6

Продолжение таблицы 8

Номиналь- ный диа- метр фасон- ной части	Среднее значение внутреннего диаметра раструба				Макси- мальная овальность ^a	Минималь- ное входное отверстие ^b , D_3
	Диаметр раструба D_1		Диаметр раструба D_2			
d_n	$D_{1,min}$	$D_{1,max}$	$D_{2,min}$	$D_{2,max}$		$D_{3,min}$
Фасонные части, где технологии зачистки обязательны к применению						
75	73,7	74,2	73,4	73,9	1,0	59,4
90	88,6	89,2	88,2	88,8	1,0	71,6
110	108,4	109,0	108,0	108,6	1,0	87,6
^a Овальность - максимальный внутренний диаметр минус минимальный внутренний диаметр раструба, изме- ренный в одном и том же сечении, параллельном плоскости входного отверстия раструба.						
^b Это измерение применимо только при наличии кромки на конце фасонной части.						

Толщина стенки раструба сварного фитинга выбирается по таблице 5 настоящего руководства в зависимости от серии S (или стандартного размерного отношения SDR) и номинального наружного диаметра напорных полипропиленовых труб. Габаритные размеры сварных фитингов должны соответствовать размерам, приведенным в стандартах EN ISO 3126 и DIN 16962.

Комбинированные фитинги с вварными металлическими вставками запрещается применять при устройстве технологических трубопроводов, предназначенных для транспортирования коррозионно-активных сред (хлорированная вода, водные растворы солей, неорганические и органические кислоты и т.д.).

Для уплотнения трубной резьбы применяются лента ФУМ или специальная быстротвердеющая мастика.

Буртовые фитинги выполняются в виде буртовых полипропиленовых втулок, изготавливаемых

литьем под давлением с последующей приваркой к основной напорной трубе из полипропилена рандомсополимера. Непосредственно перед сваркой на фланцевый бурт устанавливается накидная гайка или свободный фланец.

Компания Heisskraft поставляет широкий ассортимент буртовых фитингов, укомплектованных накидными гайками, ниппелями и свободными фланцами.

Для изготовления накидных гаек и ниппелей используется покрытая никелем латунь марки CW617N или CW614N, а для свободных фланцев - гальванизированная сталь. Стальные свободные фланцы выполнены в соответствии с ISO 7005-1 и EN 1092-1. Данные фланцы имеют увеличенный диаметр внутреннего отверстия для установки на фланцевые бурты и рассчитаны на номинальное давление 16 бар (1,6 МПа). Их основные габаритные размеры приведены в таблице 9.

Таблица 9

Размеры, мм	40/DN32	50/DN40	63/DN50	75/DN65	90/DN80	110/DN100
Внешний диаметр, мм	140	150	165	185	200	220
Межосевое расстояние, мм	100	110	125	145	160	180
Диаметр отверстий для крепления, мм	18	18	18	18	18	18
Количество отверстий для крепления, шт	4	4	4	8	8	8
Внутренний диаметр, мм	42	52	65	77	92	113
Толщина фланца, мм	16	16	19	20	20	22

Компания Heisskraft поставляет широкий ассортимент трубопроводной арматуры. Это вентили, обратные клапаны, шаровые краны, сетчатые фильтры. В арматуре применяется запорный механизм из латуни (CW617N или CW614N) и корпус

из полипропилена рандомсополимера. Латунные поверхности, в процессе эксплуатации контактирующие с транспортируемой жидкостью, покрыты никелем.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА.

Проектирование систем напорных трубопроводов из полипропилена рандомсополимера связано с выбором типа труб, соединительных деталей и трубопроводной арматуры, выполнением гидравлического и теплотехнического расчетов, выбором способов прокладки и условий, обеспечивающих компенсацию тепловых линейных удлинений труб без перенапряжения материала и соединений трубопроводов.

При проектировании внутренних систем холодного, горячего водоснабжения и отопления зданий из напорных полипропиленовых труб необходимо выполнять ряд требований, изложенных в ГОСТ Р 52134-2003, СНиП 2.04.01-85*, СНиП 41-01-2003 и СНиП 3.05.01-85.

Кроме того, ряд полезных рекомендаций по проектированию и строительству напорных трубопроводов из полимерных материалов содержится в СП 40-101-96, СП 40-102-2000, СП 40-103-98, СП 41-102-98, ВСН 47-96, ВСН 69-97 и ТР 125-02.

При проектировании систем технологических трубопроводов зданий и сооружений из напорных полипропиленовых труб следует руководствоваться требованиями, изложенными в СНиП 3.05.05-84, СН 550-82 и ОСТ 36-100.309-86.

При принятии решений на строительство напорных трубопроводов необходимо также руководствоваться требованиями, изложенными в «Техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений» (Федеральный закон №384-ФЗ от 30 декабря 2009 г.) и «Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности» (Федеральный закон №123-ФЗ от 22 июля 2008 г.).

Проектирование напорных трубопроводных систем инженерного оборудования зданий и сооружений осуществляется в соответствии с техническим заданием или исходными данными на составную часть проекта. В данных документах должны содержаться следующие сведения:

- архитектурно-строительные чертежи (проекты) зданий и сооружений, содержащие сведения о применяемых материалах для строительных конструкций;
- назначение и количество проектируемых, а также ранее смонтированных напорных трубопроводных систем;
- места расположения источников транспортируемой среды (водопитатель, источник теплоснабжения и т.д.);

- основные рабочие характеристики источников транспортируемой среды (минимальное и максимальное гарантированное давление среды, минимальный и максимальный расходы среды, минимальная и максимальная температуры среды, а также её химический состав и вязкость);
- наименование конечных потребителей транспортируемой среды, места их расположения и присоединительные размеры к напорным трубопроводам;
- минимальное и максимальное требуемое давление транспортируемой среды у конечных потребителей;
- минимальный и максимальный расход транспортируемой среды конечными потребителями;
- минимальные сроки службы напорных трубопроводов при эксплуатации.

Последовательность работ по проектированию напорных трубопроводов включает:

- получение согласованных с заказчиком технического задания или исходных данных;
- определение максимальных расчетных расходов транспортируемой среды конечными потребителями (секундных, часовых и суточных);
- разработка принципиальных схем напорных трубопроводных систем;
- выбор способов прокладки напорных трубопроводов;
- вычерчивание поэтажных планов с трассировками напорных трубопроводов;
- построение аксонометрических схем напорных трубопроводных систем;
- предварительный выбор типоразмеров напорных трубопроводов;
- предварительный выбор типоразмеров запорной, регулирующей, распределительно-смесительной, предохранительной и обратной арматуры;
- гидравлический расчет напорных трубопроводных систем;
- выбор типоразмеров напорных трубопроводов и трубопроводной арматуры по результатам гидравлического расчета;
- расчет теплового линейного удлинения напорных трубопроводов, компенсаторов, а также расстановка подвижных (скользящих) и неподвижных опор на данных трубопроводах;
- определение методов и средств защиты напорных трубопроводов от статического электричества;

- расчет и выбор типоразмеров тепловой изоляции напорных трубопроводов;
- оформление поэтажных планов и аксонометрических схем напорных трубопроводных систем;
- разработка конструкторской документации на нестандартные элементы: опоры напорных трубопроводов, закладные гильзы и т.д.;
- составление спецификации на напорные трубы и соединительные детали.

Основным документом для проектирования внутренних систем холодного и горячего водоснабжения зданий является СНиП 2.04.01-85*, содержащий следующие положения: напорные трубы, соединительные детали и запорная арматура должны иметь разрешение для применения в питьевом водоснабжении; трубопроводная, водоразборная и смесительная арматура должны быть рассчитаны на рабочее давление не менее 0,6 МПа (6 бар или 60 м.в.ст.); гидростатический напор в системах хозяйственно-питьевого (холодного) и горячего водоснабжения у санитарно-технических приборов не должен превышать 0,45 МПа (4,5 бар или 45 м.в.ст.).

Качество холодной воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, также как и горячей должно соответствовать требованиям ГОСТ 2874-82. Качество воды, подаваемой на производственные нужды, определяется технологическими требованиями.

В местах водоразбора при закрытых системах централизованного теплоснабжения температура горячей воды предусматривается не ниже +50°C, в открытых системах централизованного теплоснабжения - не ниже +60°C. Для всех систем температура горячей воды должна быть не выше +75°C, кроме детских дошкольных учреждений, где она не должна превышать +37°C.

В системах горячего водоснабжения предусматривается периодический кратковременный нагрев воды до температуры +80°C в целях дезинфекции (для ликвидации патогенных микробактерий).

СНиП 2.04.01-85* определяет безотказный срок службы напорных трубопроводов при температуре транспортируемой воды до +20°C не менее 50 лет, а при температуре +75°C - не менее 25 лет.

Параметры работы систем отопления зданий установлены в СНиП 41-01-2003.

В зданиях с системами центрального водяного отопления с напорными трубопроводами из полимерных материалов следует предусматривать автоматическое регулирование параметров тепло-

носителя (температуры, давления) в индивидуальных тепловых пунктах при любом расходе теплоты зданием с целью защиты данных трубопроводов от превышения допустимых величин. Температура теплоносителя для напорных трубопроводов из полимерных материалов не должна превышать +90°C.

В случае использования в системах отопления зданий напорных трубопроводов из полипропилена рандомсополимера действие максимальной рабочей температуры теплоносителя +90°C должно быть ограничено по времени.

Необходимо отметить, что в последнее время существенно увеличивается сектор отопления и горячего водоснабжения от местных или автономных источников теплоснабжения с более низкой температурой теплоносителя - не более +80°C (например, загородные дома коттеджного типа). Рабочее давление теплоносителя в автономных системах отопления зданий не превышает 0,3 МПа.

Кроме того, в системах отопления зданий при использовании напорных трубопроводов из полимерных материалов следует предусматривать автоматические и ручные воздухоотводчики на отопительных приборах (радиаторах) и распределительных коллекторах.

Давление теплоносителя в системах отопления зданий, исходя из условий прочности отопительных приборов и трубопроводной арматуры, не должно превышать 0,6 МПа.

Срок службы отопительных приборов, оборудования и напорных трубопроводов должен быть не менее 25 лет для жилых многоквартирных, общественных, административно-бытовых и производственных зданий.

3.1. Разработка принципиальных схем напорных трубопроводных систем.

Принципиальные схемы напорных трубопроводных систем должны содержать:

- все присоединения напорных трубопроводов от источников транспортируемой среды к конечным потребителям, содержащие сведения о максимальном расчетном расходе среды, потере напора или перепаде давления в трубопроводах;
- протяженность отдельных участков напорных трубопроводов, их присоединительные размеры, а также наличие, тип и количество фитингов на данных трубопроводах;
- места расположения и типоразмеры запор-

ной, регулирующей, распределительно-смесительной, предохранительной и обратной арматуры;

- места расположения и типоразмеры контрольно-измерительных приборов (КИП) на напорных трубопроводах.

Напорные трубопроводные системы следует подразделять на замкнутые (системы отопления и охлаждения), полужамкнутые (системы горячего водоснабжения с циркуляцией) и разомкнутые (системы холодного водоснабжения и технологические трубопроводы). Таким образом, замкнутая напорная трубопроводная система состоит из подающего и обратного трубопроводов, полужамкнутая - из подающего и циркуляционного, а разомкнутая - только из подающего.

Напорные трубопроводные системы могут быть выполнены по последовательной, коллекторной (лучевой) или комбинированной схеме присоединения к конечным потребителям. Последовательная схема предусматривает периметральную прокладку распределительных напорных трубопроводов и подводок к отдельным санитарно-техническим или отопительным приборам (водоразборной арматуре или радиаторам) при значительных расстояниях между этими приборами. Лучевая схема характеризуется параллельным подключением отдельных приборов к коллектору-распределителю при небольших расстояниях между этими приборами и обеспечивает использование напорных трубопроводов минимального диаметра, минимального количества соединительных деталей и стыков. Кроме того, возможна установка запорной арматуры на каждую из ветвей непосредственно на распределительном коллекторе, что позволяет вести ремонт или замену отдельных приборов без отключения других.

По расположению напорных магистральных трубопроводов внутренние сети систем холодного, горячего водоснабжения и отопления зданий бывают с нижней, верхней, горизонтальной и вертикальной разводкой.

В зданиях до 12 этажей целесообразна нижняя разводка напорных магистральных трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения; в зданиях же выше 12 этажей с целью уменьшения давления на водоразборную арматуру предпочтительнее верхняя разводка данных трубопроводов. В высотных зданиях высотой более 50 м (17 и более этажей) должны применяться зонные системы водоснабжения.

Внутренние сети систем холодного и горячего

водоснабжения зданий могут предусматриваться тупиковыми, кольцевыми или комбинированными.

Кольцевание внутренних сетей систем холодного водоснабжения следует применять в зданиях с противопожарным водопроводом, оборудованным 12-ю и более пожарными кранами, а также в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую надежность и бесперебойность подачи воды конечным потребителям.

Внутренние сети систем горячего водоснабжения зданий подразделяются на однотрубные (с тупиковыми стояками) и двухтрубные (с закольцованными стояками). Кольцевание данных сетей необходимо для выполнения важной функциональной задачи - сохранения требуемой температуры горячей воды.

Внутренние сети систем отопления зданий также подразделяются на однотрубные и двухтрубные и могут быть выполнены с применением тупиковой или попутной схемы разводки.

3.2. Выбор способов прокладки напорных полипропиленовых трубопроводов.

СНиП 2.04.01-85 в п. 10.1 предписывает для внутренних трубопроводов холодной и горячей воды применять напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера и других полимерных материалов - для всех сетей водоснабжения, кроме раздельной сети противопожарного водоснабжения.

Прокладка напорных полипропиленовых труб должна предусматриваться преимущественно скрытой: в плинтусах, штробах, шахтах, строительных конструкциях, шахт-пакетах и каналах. Допускается открытая прокладка подводок к санитарно-техническим приборам, а также в местах, где исключается механическое повреждение данных труб.

СНиП 41-01-2003 в п. 6.4.3 также предусматривает для систем отопления преимущественно скрытую прокладку напорных полипропиленовых труб: в полу, плинтусах, за экранами, в штробах, шахтах, строительных конструкциях и каналах. Допускается открытая прокладка данных труб в местах, где исключается их механическое, термическое повреждение и прямое воздействие ультрафиолетового излучения. Способ прокладки напорных полипропиленовых труб должен обеспечивать их легкую замену при ремонте. При скрытой прокладке данных труб следует предусматривать устройство люков в местах расположения разъемных соединений и трубопроводной арматуры.

При отсутствии возможности скрытой прокладки напорных полипропиленовых труб их следует защищать от механических повреждений и от огня.

Открытая разводка напорных полипропиленовых труб предусматривает их размещение за защитными экранами (стояки) или за защитными плинтусами над полом.

Применение системы плинтусной разводки имеет ряд достоинств:

- легкий и быстрый монтаж трубопроводов без разрушения строительных конструкций;
- легкий доступ к трубопроводам, позволяющий модернизировать и заменять их;
- возможность прокладки трубопроводов как над полом, так и под перекрытием;
- разное сочетание расцветок плинтусов, позволяющее подобрать их для любого архитектурного интерьера.

Различают следующие варианты прокладки напорных полипропиленовых труб в плинтусной системе:

- над полом;
- под перекрытием с горизонтальным расположением трубопроводов;
- под перекрытием с вертикальным расположением трубопроводов.

Преимущество второго и третьего вариантов состоит в возможности избежать проблем при прокладке под выходом на балкон, так как в случае первого варианта обычно нет места для монтажа плинтуса.

Разводку напорных полипропиленовых труб в строительных конструкциях можно разделить на разводку в стальных каналах и шахтах, а также непосредственное бетонирование, т.е. использование системы «труба в трубе». Прокладка напорных труб в стальных каналах и шахтах принципиально не отличается от открытой разводки. Применяются те же самые принципы компенсации. Необходимо обязательно предусмотреть, чтобы в стальных каналах вокруг напорной полипропиленовой трубы было место для её теплового удлинения. Стальные каналы закрываются сеткой и штукатурятся. При бетонировании стальных каналов напорную полипропиленовую трубу необходимо обматывать гофрированной бумагой или прокладывать в защитной гофрированной трубе - для обеспечения её продольного сдвига и защиты от царапин, а все участки тройниковых ответвлений обертывать мягким материалом (минеральная вата и т.п.) - для обеспечения поперечной деформации. Этот вид

разводки напорных труб характерен при устройстве стояков систем центрального отопления.

Система «труба в трубе» заключается в прокладке напорного трубопровода в защитной (обычно гофрированной) трубе большего диаметра. При этом напорные трубопроводы могут быть проложены и в стенах, и в конструкции пола. Размещение напорного полипропиленового трубопровода в гофрированной трубе гарантирует тепловую компенсацию, а также теплоизоляцию. Дополнительным достоинством этого решения является возможность замены напорных труб без вскрытия пола и стен. Тепловая изоляция в виде вспененных пластмасс (вспененный полиэтилен или полиуретан) также обеспечивает возможность теплового перемещения напорной полипропиленовой трубы.

При разводке напорных полипропиленовых трубопроводов в конструкции пола с использованием системы «труба в трубе» необходимо избегать прокладки данных трубопроводов по прямой линии. При этом лучшим решением является произвольная прокладка напорных полипропиленовых труб с небольшой дугой. В случае такой прокладки увеличивается эффект самокомпенсации данных труб, особенно при большой длине отрезков.

При разводке напорных полипропиленовых труб в штробах, шахтах и каналах оптимальным способом прокладки данных труб, как горизонтальных, так и вертикальных, является их укладка «змейкой».

В стенах напорные полипропиленовые трубы могут быть забетонированы без защитной трубы и тепловой изоляции. Однако принимая во внимание необходимость теплоизоляции и возникающие напряжения в данных трубах, в случае горячего водоснабжения и центрального отопления лучшим решением является использование системы «труба в трубе». При бетонировании без защитной трубы или тепловой изоляции толщина раствора, отсчитываемая от поверхности стены до поверхности напорной полипропиленовой трубы, должна составлять не менее 3 см.

В соответствии с требованиями п. 6.4.3 СНиП 41-01-2003 замоноличивание напорных трубопроводов без защитного кожуха (трубы) в строительных конструкциях допускается:

- в зданиях со сроком службы менее 20 лет;
- при расчетном сроке службы напорных труб 40 лет и более.

Запрещается располагать резьбовые соединения в слое бетона, цементного или цементно-песчаного раствора. В противном случае к резьбовым соединениям должен быть предусмотрен доступ.

Выбор способа прокладки напорных труб из полипропилена рандомсополимера определяется проектом на основании технико-экономических расчетов с учетом физико-химических свойств транспортируемой среды и материала труб, условий эксплуатации, климатических особенностей района строительства, несущей способности трубопровода, металлоемкости опор, подвесок и креплений.

Распределительные сети (магистральные трубопроводы) из напорных полипропиленовых труб в жилых и общественных зданиях прокладывают в неэксплуатируемых подвалах, технических этажах и на теплых чердаках. Водоразборные стояки из напорных полипропиленовых труб следует прокладывать в монтажных коммуникационных шахтах, штробах, каналах и коробах, ограждающие конструкции которых должны быть выполнены из негорючих материалов. Для доступа к трубопроводной арматуре и проведения ревизии стояков на лицевой панели ограждающих конструкций шахт должно предусматриваться устройство открывающегося люка с крышкой площадью не более 0,1 м².

Напорные полипропиленовые трубы не должны примыкать вплотную к стене. Расстояние в свету между данными трубами и строительными конструкциями должно быть не менее 20 мм или определяться конструкцией опоры и размерами соединительных деталей.

При параллельной прокладке напорные полипропиленовые трубы следует располагать ниже труб систем горячего водоснабжения и отопления, но выше канализационных трубопроводов. Расстояние в свету в обоих случаях должно быть не менее 100 мм. Расстояние в свету между пересекающимися трубопроводами должно быть не менее 50 мм.

Следует иметь в виду, что в соответствии с требованиями МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и правила проектирования multifunctionальных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москва» внутренние напорные трубопроводы (распределительные магистрали и водоразборные стояки) систем холодного и горячего водоснабжения должны предусматриваться из металлических труб (стальных с надежным антикоррозионным покрытием внутренней и наружной поверхностей трубы, из нержавеющей стали и т.д.). Подводки к

санитарно-техническим приборам и другому оборудованию допускается выполнять из напорных полипропиленовых труб при условии их присоединения к водоразборным стоякам через регуляторы давления (в зависимости от величин расчетного давления воды на этажах).

В производственных зданиях прокладку напорных полипропиленовых труб обычно осуществляют открыто -- по фермам, колоннам, стенам и под перекрытиями. В местах их возможного механического повреждения следует применять только скрытую прокладку в бороздах, полу, шахтах и каналах.

Напорные полипропиленовые трубы, подводящие воду к технологическому оборудованию, можно прокладывать в конструкции пола.

Внутрицеховые напорные полипропиленовые трубы, прокладываемые по стенам зданий, располагают на 0,5 м выше или ниже оконных проемов.

Запрещается прокладка технологических трубопроводов из полипропилена рандомсополимера в помещениях, относящихся по пожарной опасности к категориям А, Б, В.

Кроме того, не допускается прокладка внутрицеховых технологических трубопроводов из напорных полипропиленовых труб через административные, бытовые и хозяйственные помещения, распределительные устройства, помещения электроустановок, щиты системы контроля и автоматики, вентиляционные камеры, тепловые пункты, лестничные клетки, коридоры и т.п.

3.3. Выбор типоразмеров и серии напорных полипропиленовых труб, а также типоразмеров запорной, регулирующей, распределительно-смесительной, предохранительной и обратной арматуры.

Выбор типа напорных труб и соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера для систем холодного или горячего водоснабжения, отопления или технологических трубопроводов определяется проектом.

При выборе типа труб и соединительных деталей следует учитывать рабочее давление в напорных трубопроводных системах, температуру и агрессивность транспортируемой среды, температуру окружающего воздуха, необходимый срок службы труб, способ соединения труб, виды фитингов и технико-экономические показатели. Выбор типа напорных труб и соединительных деталей должен быть обоснован гидравлическими и прочностными расчетами.

Диаметр напорной полипропиленовой трубы выбирают в зависимости от максимального расчетного секундного расхода транспортируемой среды с учетом скорости движения среды и удельных потерь напора в трубе. Толщину стенки данной трубы определяют, исходя из расчетных нагрузок и воздействий.

Расчетные скорости движения транспортируемой среды в напорных трубопроводах ограничиваются рядом факторов. Среди них:

- квадратичная зависимость потерь напора в трубопроводах от скорости потока;
- высокий уровень электризации напорных трубопроводов при транспортировке электризующихся жидкостей с удельным объемным электрическим сопротивлением $P_{ж}$;
- высокий уровень шума при возникновении турбулентного течения жидкости в напорных трубопроводах.

Скорость движения воды в напорных трубопроводах внутренних водопроводных сетей зданий, согласно требованиям СНиП 2.04.01-85*, должна быть ограничена и составлять не более 3 м/с (в том числе при пожаротушении). При этом скорость движения воды в магистральных трубопроводах и водоразборных стояках систем хозяйственно-питьевого водоснабжения рекомендуется принимать в пределах 1,5 - 2 м/с, а в подводках к водоразборной арматуре - не более 2,5 м/с. Наиболее экономичными являются скорости в пределах 0,9 - 1,2 м/с.

Допустимая скорость движения теплоносителя в напорных трубопроводах внутренних сетей систем отопления зданий определяется по таблице Ж.1 Приложения Ж СНиП 41-01-2003.

Для технологических трубопроводов приняты следующие ограничения скорости движения транспортируемой среды:

- жидкости с $P_{ж} < 10^5$ Ом·Рм могут транспортироваться со скоростями не более 5 м/с;
- жидкости с $P_{ж}$ до 10^9 Ом·м - со скоростями не более 2 м/с;
- в напорных трубопроводах с внутренним диаметром менее 30 мм - не более 0,2 м/с;
- в напорных трубопроводах с внутренним диаметром от 30 до 75 мм - не более 0,4 м/с;
- в напорных трубопроводах с внутренним диаметром от 80 до 100 мм - не более 0,8 м/с;
- в напорных трубопроводах с внутренним диаметром более 100 мм - не более 0,8 м/с.

Внутренний диаметр напорного трубопровода при заданной скорости движения транспортируемой среды определяется по следующей формуле:

$$d_{вн} = 2 \cdot \sqrt{q_c / \pi \cdot V_c}$$

где q_c – максимальный расчетный секундный расход транспортируемой среды.

При выборе серии напорных труб и соединительных деталей, изготовленных из полипропилена рандомсополимера, для систем холодного, горячего водоснабжения и отопления зданий следует руководствоваться требованиями EN ISO 15874-2003, EN ISO 21003-2008 и ГОСТ Р 52134-2003.

В качестве исходных данных при выборе серии напорных полипропиленовых труб учитываются:

- назначение напорного трубопровода;
- расчетный срок службы напорного трубопровода;
- вид и рабочие параметры транспортируемой среды (давление и температура);
- коэффициенты запаса прочности;
- способ прокладки напорного трубопровода.

Требуемая серия напорных полипропиленовых труб для ряда максимальных рабочих давлений и определенного класса эксплуатации определяется в зависимости от величины расчетного напряжения в стенке трубы (σ) по таблице 10 настоящего руководства или по таблице Е.3 Приложения Е ГОСТ Р 52134-2003.

При выборе требуемой серии напорных полипропиленовых труб необходимо, чтобы было выполнено следующее условие - серия $S_{треб} \leq$ расчетной серии $S'_{max} = \sigma / \rho_{макс}$.

Для других условий эксплуатации напорных полипропиленовых труб разрешается пользоваться табличными данными, приведенными в приложении 2 настоящего руководства, или рассчитывать максимально допустимое напряжение в стенке трубы (Q_p) с помощью правила Майнера, представленного в приложении 3.

Выбор серии напорных труб и соединительных деталей, изготовленных из полипропилена рандомсополимера, для технологических трубопроводов основывается на приведенной выше методике и сведениях о химической стойкости данных труб к агрессивным средам (приложение 1 настоящего руководства).

Запорную, регулирующую и другую арматуру, устанавливаемую на напорных полипропиленовых трубах, выбирают по стандартам, каталогам и тех-

Таблица 10

Мак. рабочее давление, $P_{\text{макс}}$, МПа	Класс 1		Класс 2		Класс 4		Класс 5		Класс XB	
	Q_0	$S'_{\text{тах}}$	Q_0	$S'_{\text{тах}}$	Q_0	$S'_{\text{тах}}$	Q_0	$S'_{\text{тах}}$	Q_s	$S'_{\text{тах}}$
0,4	3,09	6,9	2,13	5,3	3,30	6,9	1,90	4,8	6,93	6,9
0,6		5,1		3,6		5,5		3,2		
0,8		3,8		2,7		4,1		2,4		
1,0		3,0		2,1		3,3		1,9		

ническим условиям в соответствии с параметрами транспортируемой среды, с учетом условий эксплуатации и требований техники безопасности.

Выбираемая трубопроводная арматура должна отвечать следующим требованиям:

- по своему собственному условному проходу соответствовать диаметру условного внутреннего прохода напорного трубопровода;
- удовлетворять требованиям по прочности и герметичности во всем диапазоне рабочих температур транспортируемой среды;
- регулирующая арматура - обеспечивать регулирование рабочих параметров транспортируемой среды (требуемого расхода и перепада давления).

Трубопроводную арматуру следует располагать в доступных для её обслуживания местах и по возможности группами.

Маховик арматуры с ручным приводом должен располагаться на высоте не более 1,8 м от уровня пола или площадки обслуживания.

Арматуру для напорных трубопроводов, прокладываемых в каналах, размещают в колодцах (камерах).

Крупногабаритная металлическая арматура (задвижка, дисковый поворотный затвор и т.д.) для напорных полипропиленовых труб должна устанавливаться на самостоятельные опоры, прикрепляемые к строительным конструкциям или к сплошному основанию.

3.4. Гидравлический расчет напорных полипропиленовых трубопроводов.

Гидравлический расчет трубопроводов из полипропилена randomсополимера заключается в определении потерь напора на преодоление гидравлических сопротивлений, возникающих в трубе, в стыковых соединениях и соединительных деталях, в местах резких поворотов и изменений диаметра трубопровода.

Потери напора в полипропиленовых трубопроводах определяются по формуле:

$$h_{\text{мп}} = \sum i_t \cdot l + \sum h_{\text{мс}},$$

где:

i_t - удельные потери напора в трубопроводе при заданной температуре и скорости движения транспортируемой среды (потери напора на единицу длины трубопровода), м/м;

l - длина участка трубопровода, м;

$h_{\text{мс}}$ - потери напора в стыковых соединениях и в местных сопротивлениях (в соединительных деталях и трубопроводной арматуре), м.

Для внутренних систем водоснабжения (для типовых проектов) величину $\sum h_{\text{мс}}$ допускается принимать равной 20 - 30% величины $\sum i_t \cdot l$

Гидравлический расчет напорных полипропиленовых трубопроводов при транспортировании жидкостей выполняется по методике, приведенной в СП 40-102-2000.

Удельные потери напора в полипропиленовых трубопроводах на трение (без учета гидравлического сопротивления стыковых соединений) определяются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$i_t = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot d_{\text{вн}}},$$

где:

λ - коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубопровода;

V - средняя скорость движения транспортируемой среды, м/с;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

$d_{\text{вн}}$ - расчетный (внутренний) диаметр трубопровода, м.

Коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубопровода следует определять по формуле:

где:

b - число подобия режимов течения транспортируемой среды;

Re_{ϕ} - фактическое число Рейнольдса;

$$\sqrt{\lambda} = \frac{0,5 \cdot \left[\frac{b}{2} + \frac{1,312 \cdot (2-b) \cdot \lg(3,7 \cdot d_{\text{вн}} / K_s)}{\lg Re_{\phi} - 1} \right]}{\lg(3,7 \cdot d_{\text{вн}} / K_s)},$$

Таблица 11

Температура t , °С	0	5	10	12	14	16	18	20	30	40	70	100
Кинематическая вязкость $\nu \cdot 10^6$, м ² /с	1,78	1,52	1,31	1,24	1,17	1,11	1,06	1,01	0,8	0,661	0,41	0,28

дены в таблице 11.

Число Рейнольдса, соответствующее началу квадратичной области гидравлических сопротивлений при турбулентном движении транспортируемой среды, определяется по формуле:

$$Re_{\text{кв}} = \frac{500 \cdot d_{\text{вн}}}{K_s},$$

В Приложении 4 настоящего руководства приведены значения удельных потерь напора для труб из полипропилена randomсополимера серий S5 (SDR11) PN10, S3,2 (SDR7,4) PN20 и S2,5 (SDR6) PN20.

Потери напора в местных сопротивлениях определяются по формуле:

$$h_{\text{мс}} = \sum \xi \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

K_s - коэффициент эквивалентной равномерно-зернистой шероховатости напорных полипропиленовых труб, м (при неизвестном значении принимается для напорных труб из полипропилена randomсополимера равным 0,00002 м).

Число подобия режимов течения транспортируемой среды определяется по формуле:

$$b = 1 + \frac{\lg Re_{\phi}}{\lg Re_{\text{кв}}}$$

Фактическое число Рейнольдса определяется по формуле:

$$Re_{\phi} = \frac{V \cdot d_{\text{вн}}}{\nu}$$

где ν - коэффициент кинематической вязкости транспортируемой среды, м²/с.

Значения коэффициентов кинематической вязкости воды в зависимости от её температуры приве-

где ξ - коэффициент местного сопротивления.

Значения коэффициентов местных сопротивлений для некоторых соединительных деталей из полипропилена randomсополимера приведены в таблице 12.

Падение давления при преодолении местных сопротивлений определяется по формуле:

$$\Delta P = \sum \xi \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho$$

где ρ - плотность транспортируемой среды, кг/м³.

Таблица 12

Соединительная деталь	Условное обозначение	Примечание	Коэффициент
Муфта			0,25
Муфта переходная		Уменьшение на 1 размер	0,4
		Уменьшение на 2 размера	0,5
		Уменьшение на 3 размера	0,6
		Уменьшение на 4 размера	0,7
Колено 90°			1,2
Колено 45°			0,5
Тройник		Разделение потока	1,2
		Соединение потоков	0,8
		Разнонаправленные потоки при разделении потока	1,8
		Встречные потоки при соединении потоков	3,0
Крестовина		Соединение потоков	3,7
		Разделение потоков	2,1
Муфта комбинированная с наружной резьбой			0,7
Муфта комбинированная с внутренней резьбой			0,5
Колено 90° комбинированное с наружной резьбой			1,6
Колено 90° комбинированное с внутренней резьбой			1,4
Тройник комбинированный с внутренней резьбой		Разделение потока	1,6 - 1,8
Тройник комбинированный с наружной резьбой		Разделение потока	1,8
Вварное седло		Разделение потока	0,5
		Встречные потоки при соединении потоков	1,0

3.5. Расчет теплового линейного удлинения напорных полипропиленовых трубопроводов, компенсаторов, а также расстановка подвижных (скользящих) и неподвижных опор на данных трубопроводах.

Напорные трубопроводы из полипропилена рандомсополимера в отличие от труб из неполимерных материалов при перепаде температур значительно изменяют свою длину.

Величину температурного изменения длины напорной полипропиленовой трубы ΔL , мм, независимо от её наружного диаметра определяют по формуле:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L,$$

где:

α – средний коэффициент теплового линейного удлинения напорной полипропиленовой трубы, мм/м·°C (значения данных коэффициентов для однослойных и армированных многослойных напорных полипропиленовых труб приведены в разделе 2 настоящего руководства);

ΔT – максимальная расчетная разность между температурами стенок напорной полипропиленовой трубы в процессе эксплуатации и окружающей

среды, при которой осуществляется монтаж данной трубы (т.е. между максимально и минимально возможными температурами трубы), °C;

L – первоначальная длина расчетного участка напорной полипропиленовой трубы, м.

Если температура напорной полипропиленовой трубы при эксплуатации выше температуры монтажа, то длина данной трубы увеличивается; если ниже – уменьшается.

Чтобы исключить ошибки в расчетах, целесообразно обозначать удлинение напорной полипропиленовой трубы со знаком плюс ($+\Delta L$), а укорочение – со знаком минус ($-\Delta L$).

Величину ΔL для однослойных напорных полипропиленовых труб KraftPipe S5 (SDR11) PN10 и KraftPipe S2,5 (SDR6) PN20 можно также определить по номограмме на рисунке 6; для многослойных напорных полипропиленовых труб KraftStabi S3,2 (SDR7,4) PN20 и KraftFaser S3,2 (SDR7,4) PN20 и FestFaser S2,5 (SDR6) PN25 – по номограммам на рисунках 7 и 8 соответственно.

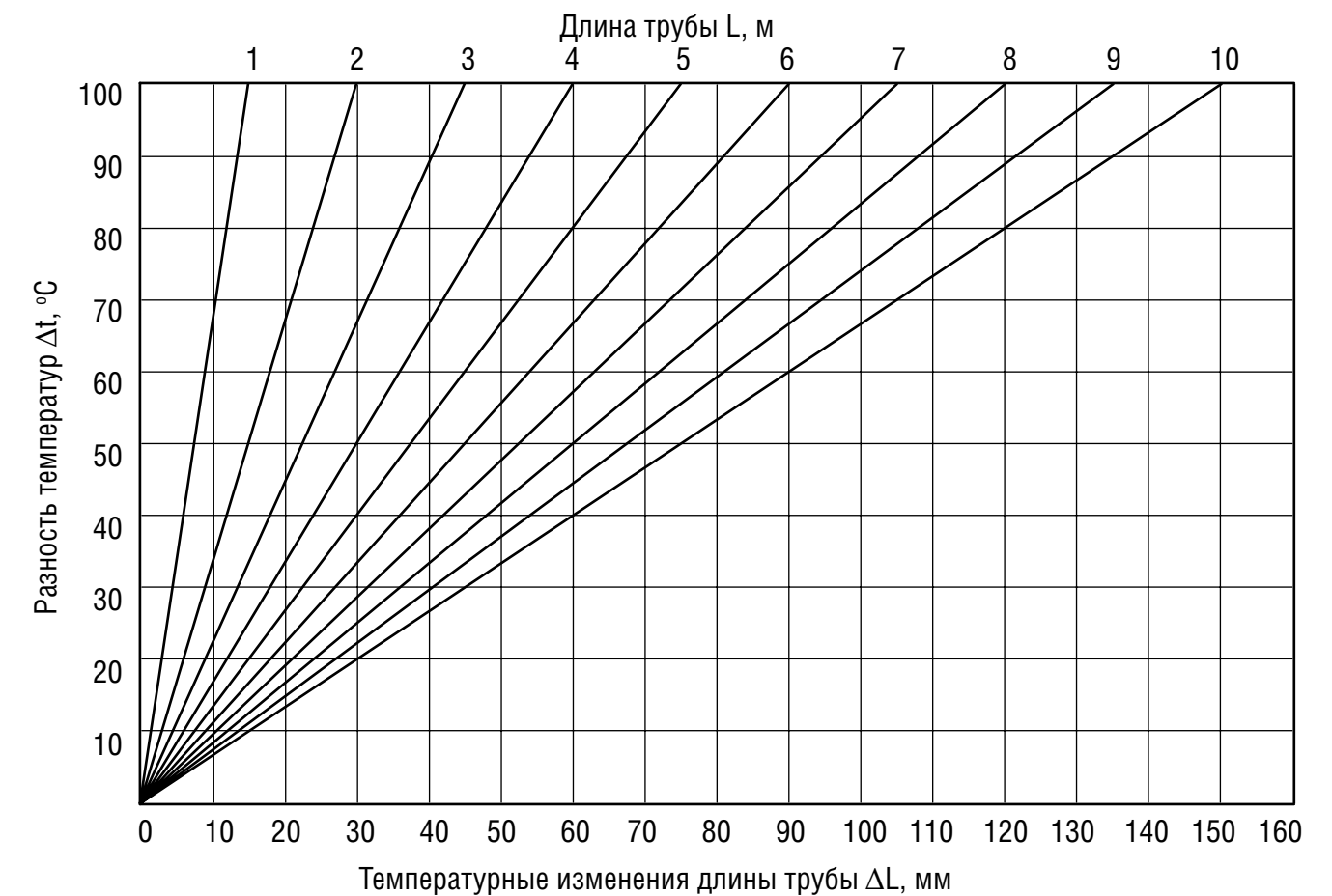


Рисунок 6. Номограмма для определения теплового линейного удлинения однослойных напорных полипропиленовых труб KraftPipe S5 (SDR11) и KraftPipe S2,5 (SDR6).

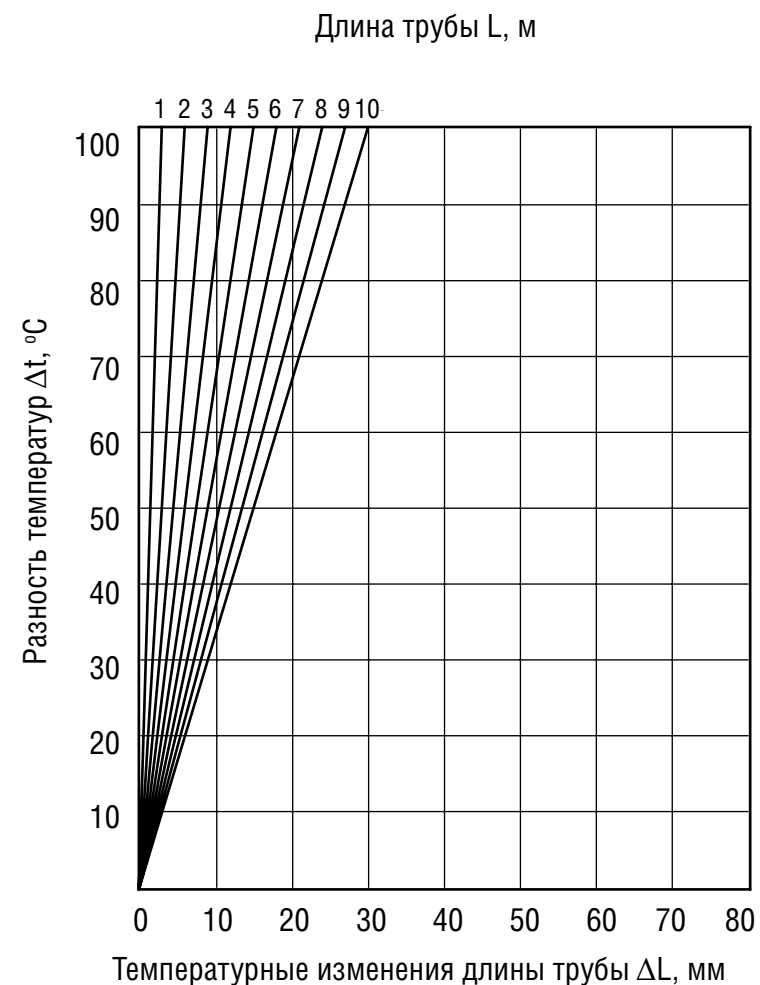


Рисунок 7. Номограмма для определения теплового линейного удлинения многослойной напорной полипропиленовой трубы KraftStabi S3,2 (SDR7,4).

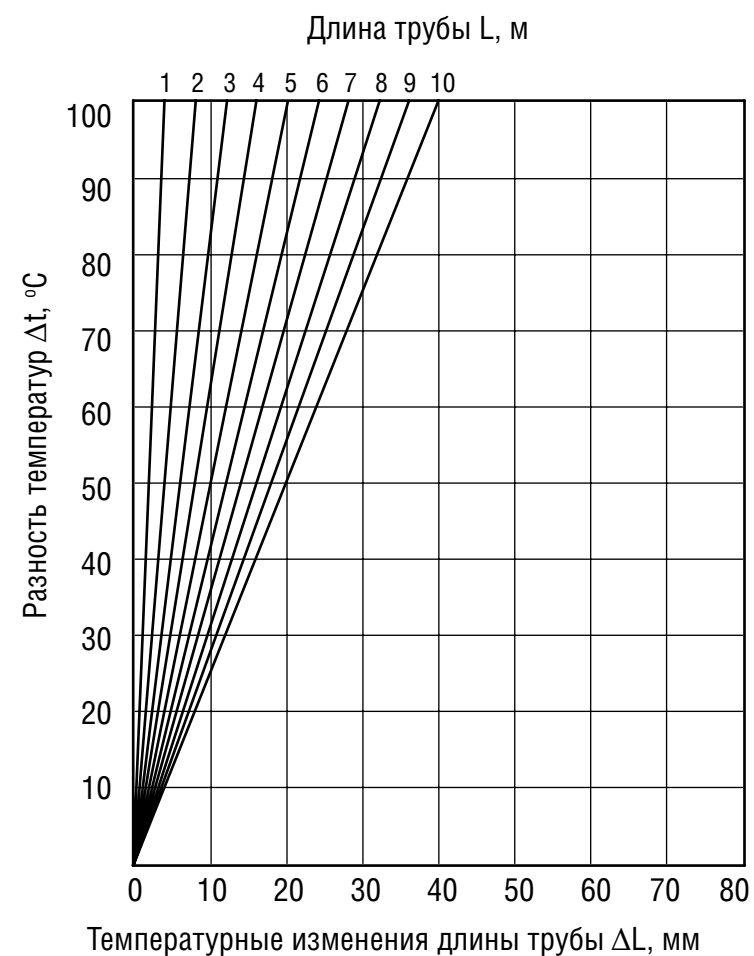


Рисунок 8. Номограмма для определения теплового линейного удлинения многослойной напорной полипропиленовой трубы KraftFaser S3,2 (SDR7,4) и FestFaser S2,5 (SDR 6).

Напорные полипропиленовые трубопроводы проектируют и монтируют так, чтобы они имели возможность свободно удлиняться при нагревании и укорачиваться при охлаждении без перенапряжения материала и соединений трубопроводов. В первую очередь это достигается за счет самокомпенсации напорных полипропиленовых труб, для чего не требуется дополнительного расхода данных труб и увеличения стоимости трубопроводов. Самокомпенсация обеспечивается правильной расстановкой подвижных (скользящих) и неподвижных креплений (опор), а также наличием на напорных полипропиленовых трубах отводов (колен)

и других гнутых элементов, устанавливаемых на поворотах и воспринимающих температурные деформации данных труб. Неподвижные опоры напорных полипропиленовых труб должны направлять тепловые линейные удлинения (укорочения) данных труб в сторону этих элементов.

Основными компенсирующими устройствами напорной полипропиленовой трубы являются «Г»-образные элементы (рисунок 9), а также «П»-образные, петлеобразные и другие виды компенсаторов.

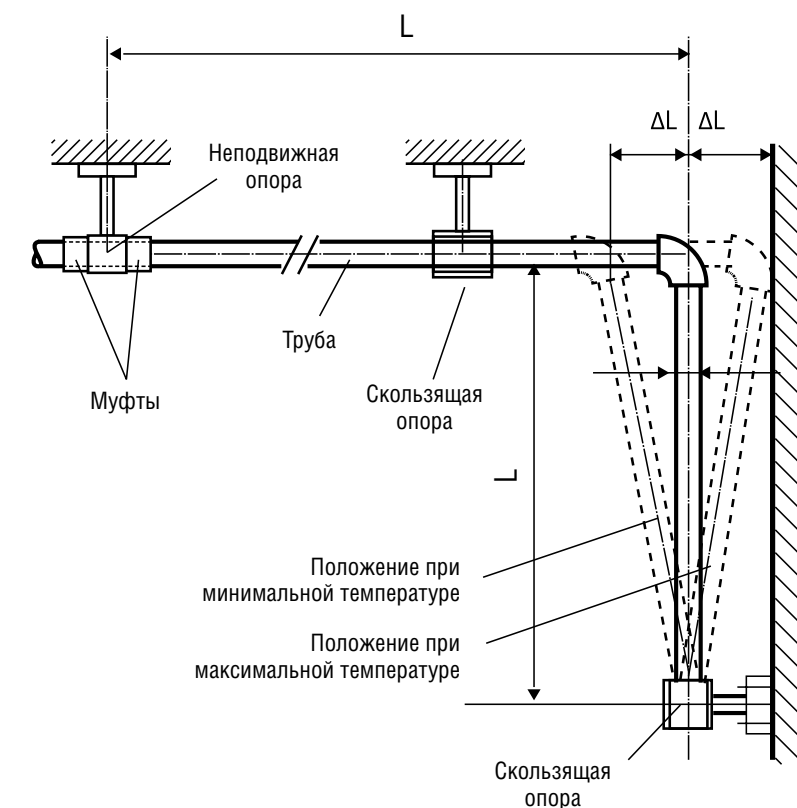


Рисунок 9. «Г»-образный элемент напорного полипропиленового трубопровода.

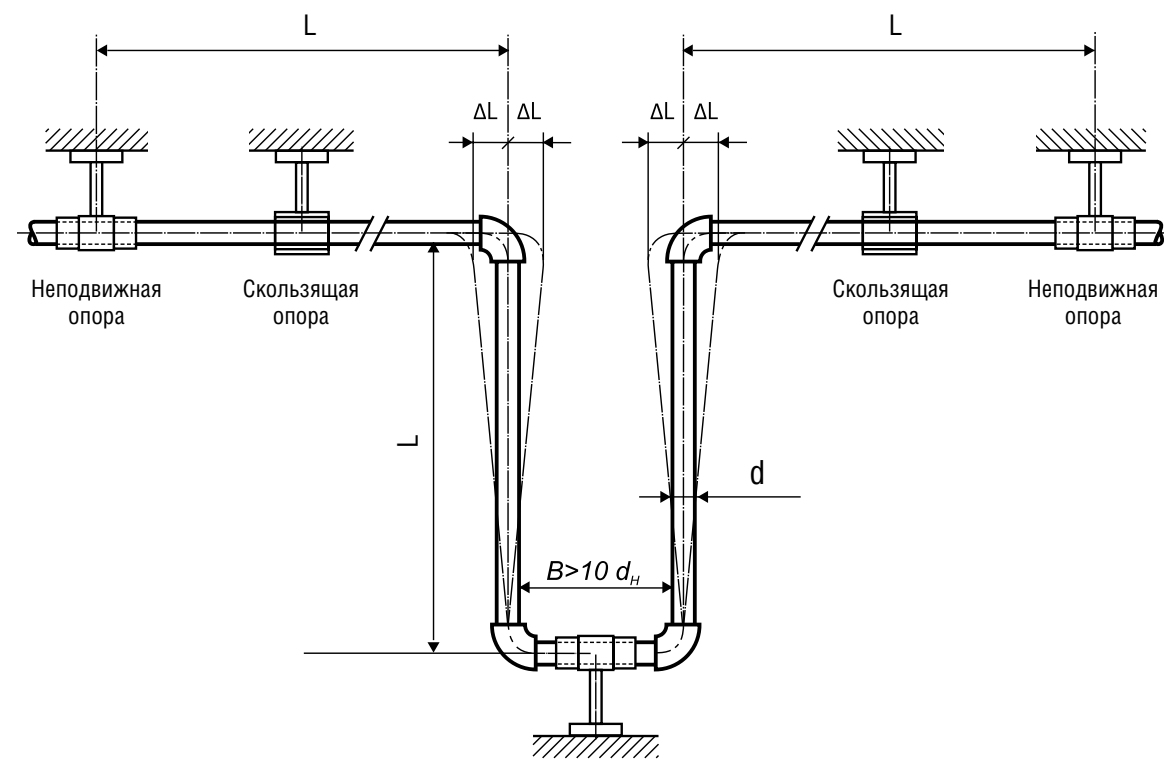


Рисунок 10. “П”-образный компенсатор.

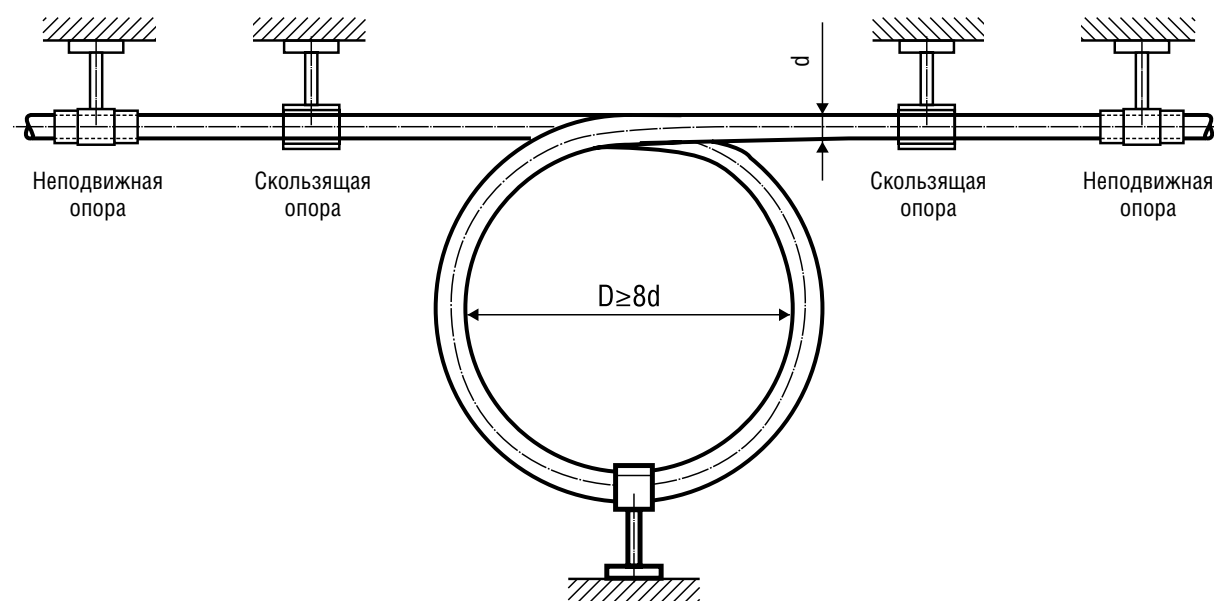


Рисунок 11. Петлеобразный компенсатор (петля компенсирующая).

Расчет компенсирующей способности “Г”-образных элементов и “П”-образных компенсаторов (рисунок 10) производится по эмпирической формуле:

$$L_k = k \cdot \sqrt{d_n \cdot \Delta L},$$

где:

L_k - длина участка Г-образного элемента, воспринимающего температурные изменения длины напорной полипропиленовой трубы, мм;

k - коэффициент эластичности, принимаемый для однослойных напорных полипропиленовых труб KraftPipe S5 (SDR11) PN10 и KraftPipe S2,5 (SDR6) PN20 равным 25, а для многослойных напорных полипропиленовых труб KraftStabi S3,2 (SDR7,4) PN20, KraftFaser S3,2 (SDR7,4) PN20 и FestFaser S 2,5 (SDR6) PN25 - равным 15;

d_n - наружный диаметр напорной полипропиленовой трубы, мм;

ΔL - температурные изменения длины напор-

ной полипропиленовой трубы, мм.

Петлеобразные компенсаторы (рисунок 11) специально выпускают для напорных трубопроводов из полипропилена рандомсополимера. Компенсирующая способность данных компенсаторов приведена в таблице 13.

Компенсаторы устанавливают на напорном полипропиленовом трубопроводе посередине между

Таблица 13

Наружный диаметр труб, мм	Компенсирующая способность, мм
20	80
25	65-70
32	55
40	45

неподвижными опорами, делящими данный трубопровод на участки, температурная деформация которых происходит независимо друг от друга.

В необходимых случаях компенсирующая способность напорных полипропиленовых труб может быть повышена в результате применения дополнительных поворотов, спусков и подъемов.

Компенсация тепловых линейных удлинений напорных полипропиленовых труб может обеспечиваться также предварительным продольным прогибом данных труб при прокладке их в виде «змейки» на сплошной опоре, ширина которой допускает возможность изменения формы прогиба трубы при перепаде температуры в горизонтальной плоскости в пределах сплошной опоры.

Конструкция подвижной опоры должна обеспечи-

вать свободное перемещение (удлинение или укорочение) напорной полипропиленовой трубы в осевом направлении. Конструкция неподвижной опоры не допускает такого перемещения трубы.

В качестве подвижных опор следует применять подвесные опоры и хомуты, выполненные из металла или полимерного материала, внутренний диаметр которых должен быть на 1 - 3 мм (с учетом эластичной прокладки и возможности увеличения наружного диаметра напорной полипропиленовой трубы во время эксплуатации) больше наружного диаметра монтируемой трубы.

Расстояния между подвижными опорами на горизонтальных участках напорных полипропиленовых труб зависят от серии труб, их наружного диаметра, температуры и плотности транспортируемой среды, при этом должно обеспечиваться сохранение прямолинейности трубопровода на весь расчетный период эксплуатации.

В таблице 14 приведены рекомендуемые значения расстояний между подвижными опорами на горизонтальных участках трубопровода, выполненного из однослойных напорных полипропиленовых труб KraftPipe S5 (SDR11) PN10 и KraftPipe S2,5 (SDR6) PN20, при транспортировании воды и гликолей. Расстояния между подвижными опорами на вертикальных участках напорного полипропиленового трубопровода могут приниматься приблизительно на 20% больше, чем на горизонтальных участках.

Таблица 14

Серия S (стандартное размерное отношение SDR)	Наружный диаметр трубопровода, мм	Расстояние между опорными точками, см					
		Температура транспортируемой среды, °C					
		20	30	40	50	60	80
2,5 (6)	16	90	85	85	80	80	65
	20	95	90	85	85	80	70
	25	100	100	100	95	90	85
	32	120	115	115	110	100	90
	40	130	130	125	120	115	100
	50	150	150	140	130	125	110
	63	170	160	155	150	145	125
	75	185	180	175	160	155	140
	90	200	200	185	180	175	150
	110	220	215	210	195	190	165

Продолжение таблицы 14

Серия S (стандартное размерное отношение SDR)	Наружный диаметр тру- бопровода, мм	Расстояние между опорными точками, см					
		Температура транспортируемой среды, °C					
		20	30	40	50	60	80
3,2 (7,4)	16	80	75	75	70	70	60
	20	90	80	80	80	70	65
	25	95	95	95	90	80	75
	32	110	105	105	100	95	80
	40	120	120	115	110	105	95
	50	135	130	125	120	115	100
	63	155	150	145	135	130	115
	75	170	165	160	150	145	125
	90	180	180	170	165	160	135
	110	200	195	190	180	175	155
5 (11)	16	75	70	70	65	65	55
	20	80	75	70	70	65	60
	25	85	85	85	80	75	70
	32	100	95	95	90	85	75
	40	110	110	105	100	95	85
	50	125	120	115	110	105	90
	63	140	135	130	125	120	105
	75	155	150	145	135	130	115
	90	165	165	155	150	154	125
	110	185	180	175	165	160	140

При выборе расстояний между подвижными опорами на горизонтальных участках трубопровода, выполненного из многослойных напорных полипропиленовых труб KraftStabi S3,2 (SDR7,4) и FestFaser S2,5 (SDR6) следует руководствоваться данными, приведенными в таблице 15 и для труб KraftFaser S3,2 (SDR7,4) в таблице 16.

Таблица 15

Наружный диаметр трубо- провода, мм	Расстояние между опорными точками, см					
	Температура транспортируемой среды, °C					
	20	30	40	50	60	80
16	100	100	100	100	80	70
20	120	120	110	110	100	90
25	130	130	120	120	110	100
32	150	150	140	140	130	120
40	170	170	160	160	150	140
50	190	190	180	180	170	160
63	210	210	200	200	190	180
75	220	220	210	210	200	190
90	230	230	220	220	210	200
110	250	240	230	210	200	200

Таблица 16

Наружный диаметр трубо- провода, мм	Расстояние между опорными точками, см					
	Температура транспортируемой среды, °C					
	20	30	40	50	60	80
20	90	90	85	85	80	70
25	105	105	95	95	90	80
32	120	120	110	110	105	95
40	135	135	125	125	120	110
50	155	155	145	145	135	130
63	175	175	165	165	155	145
75	185	185	175	175	165	155
90	195	195	185	185	175	165
110	215	210	200	200	180	170
125	240	225	215	215	185	176
160	270	245	265	135	195	185
200	275	250	240	240	200	190
250	280	255	245	245	205	195

Произвольное увеличение расстояния между подвижными опорами может повлечь увеличение прогиба напорной полипропиленовой трубы и «защемление» её на опорах, что исключит прямолинейность и возможность свободного удлинения или укорочения данной трубы в период эксплуатации, а также создаст дополнительные усилия на конструкцию опор и трубу.

В качестве неподвижной опоры можно использовать фланцевое соединение, фланец которого с помощью хомута закреплен на строительной кон-

струкции. Неподвижные опоры допускается выполнять в виде закрепленного на строительной конструкции металлического хомута, с обеих сторон которого к напорной полипропиленовой трубе приварены изготовленные из аналогичного материала соединительные муфты или муфта и тройник. Неподвижная опора может быть выполнена также с помощью металлического хомута с резиновой или пластмассовой прокладкой, одеваемого на муфту (рисунок 12).

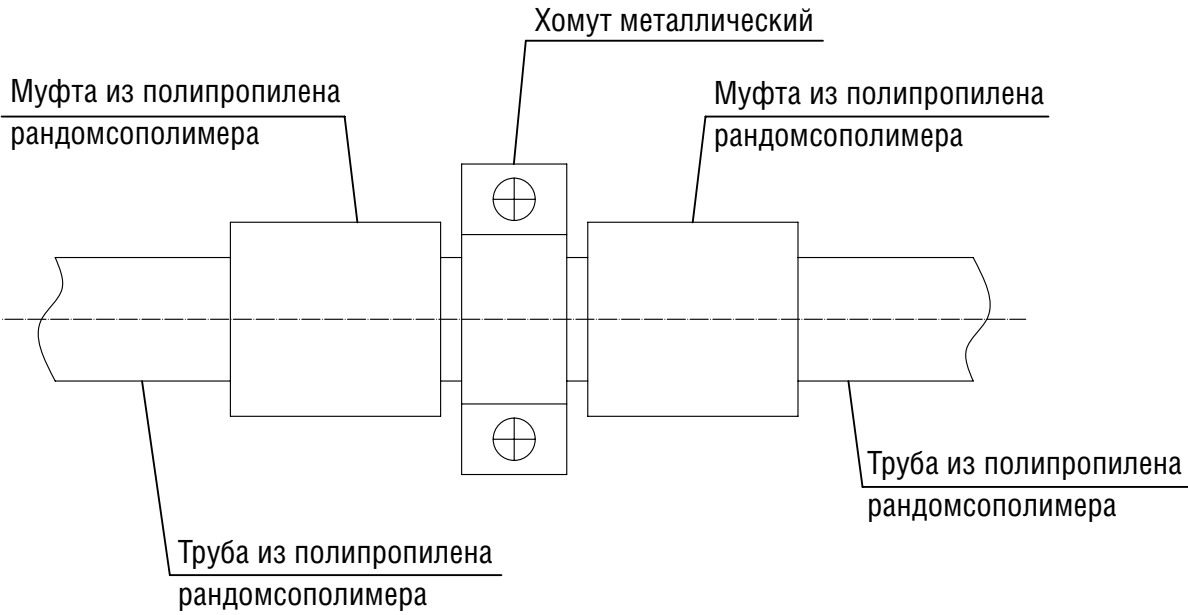


Рисунок 12. Устройство неподвижной опоры на напорном трубопроводе из полипропилена рандомсополимера.

Неподвижное крепление напорной полипропиленовой трубы на опоре путем сжатия данной трубы не допускается.

Расстановку подвижных и неподвижных опор рекомендуется производить в следующей последовательности:

- на аксонометрической схеме трубопроводной системы предварительно намечают места расположения неподвижных опор с учетом компенсации температурных изменений длины напорных полипропиленовых труб элементами трубопровода (отводами и компенсаторами);
- проверяют расчетом компенсирующую способность элементов напорного полипропиленового трубопровода между неподвижными опорами;
- намечают расположение подвижных опор с указанием расстояний между ними.

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

При расстановке неподвижных опор следует учитывать, что перемещение напорной полипропиленовой трубы в плоскости перпендикулярно стене ограничивается расстоянием от наружной поверхности данной трубы до стены.

Неподвижные опоры рекомендуется устанавливать в непосредственной близости от полотенцесушителей или других приборов с разъемными подсоединениями (у насосных установок, гидроаккумуляторов и технологического оборудования).

Запорная и водоразборная арматура должна иметь неподвижное крепление к строительным конструкциям для того, чтобы усилия, возникающие при пользовании данной арматурой, не передавались на напорные полипропиленовые трубы. Запорную арматуру диаметром до 32 мм с корпусом из полимерных материалов допускается устанавливать без крепления к строительным конструкциям.

Как правило, стояки трубопроводных систем, выполненные из армированных многослойных напорных полипропиленовых труб, можно прокладывать без компенсации температурных изменений длины данных труб, если температура транспортируемой среды не превышает +70°C.

Неподвижными опорами стояков систем горячего водоснабжения зданий могут являться крепления, устанавливаемые перед каждым тройниковым ответвлением к водоразборной арматуре (рисунок 13 настоящего руководства). Расстояние между данными неподвижными креплениями не превышает 3 м и величиной теплового линейного удлинения армированных многослойных напорных полипропиленовых труб можно пренебречь. Если температура транспортируемой среды превышает +70°C (например, в системах высокотемпературного отопления зданий), то следует предусмотреть устройство небольшого компенсатора на каждом этаже здания (рисунок 14 настоящего руководства).

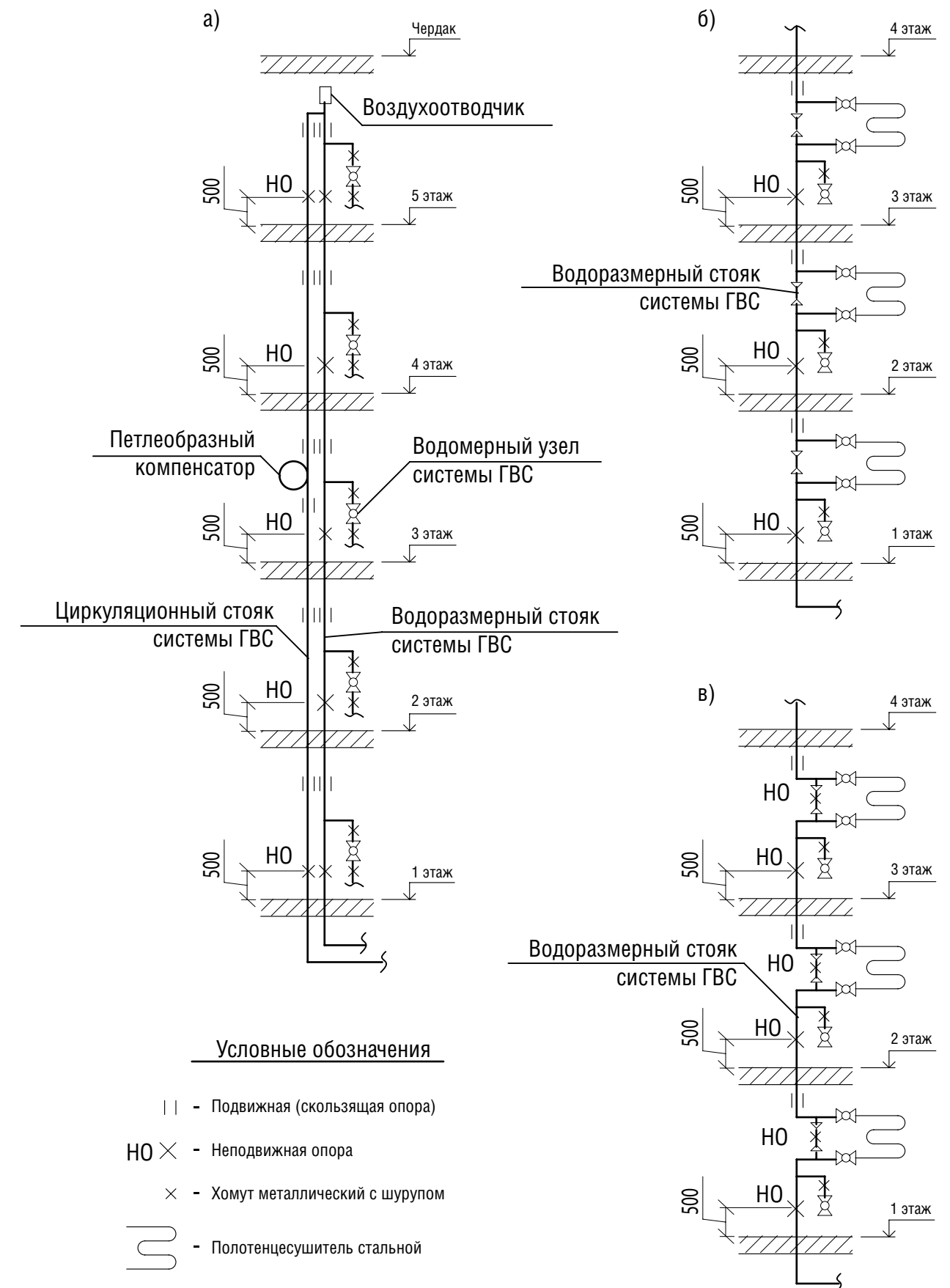


Рисунок 13. Примеры расстановки неподвижных опор и компенсаторов на стояках систем горячего водоснабжения из многослойных напорных полипропиленовых труб KraftFaser S3,2 (SDR7,4) армированных стекловолокном.

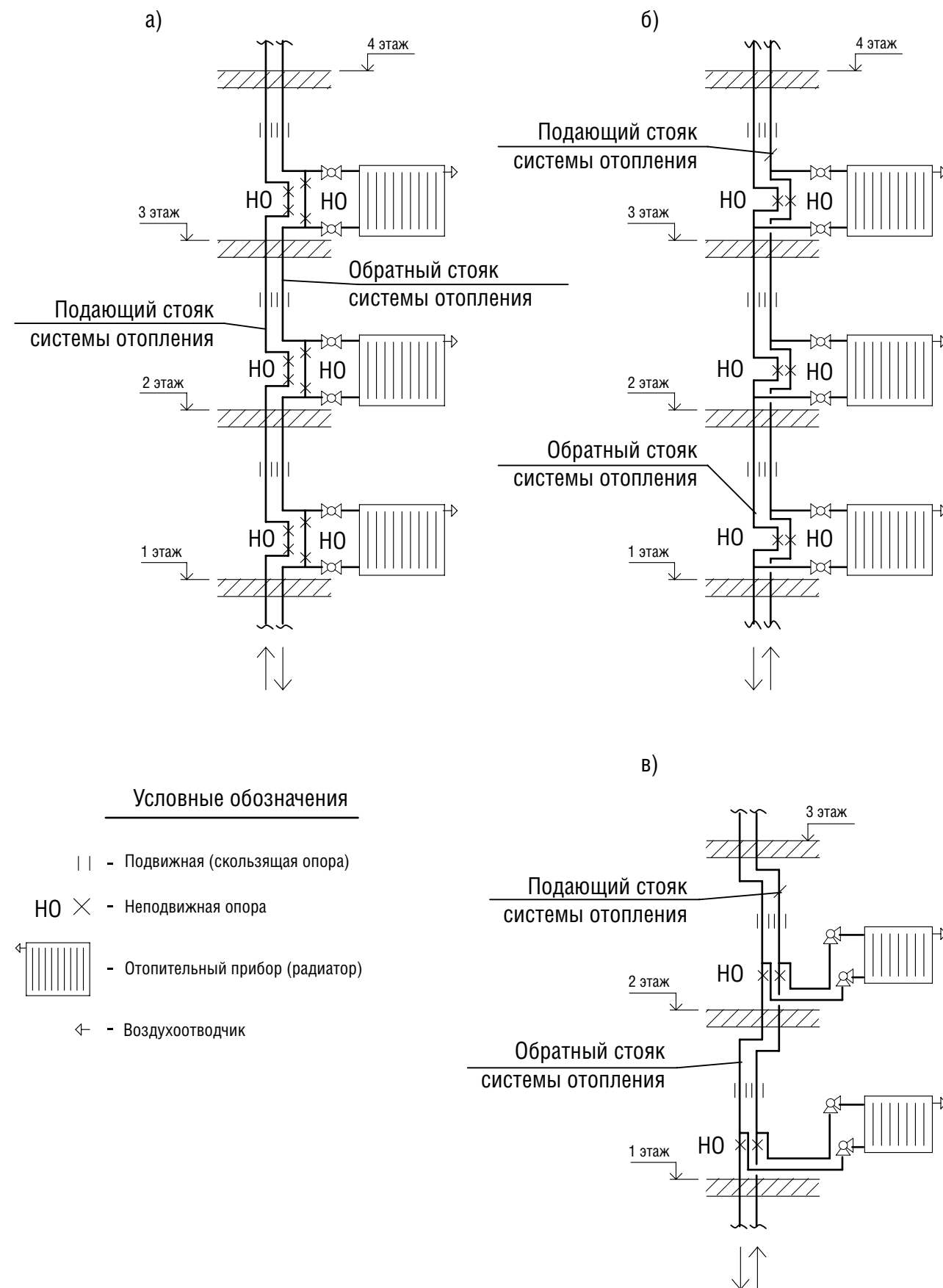


Рисунок 14. Примеры расстановки неподвижных опор и компенсаторов на стояках систем отопления из многослойных напорных полипропиленовых труб KraftStabi S3,2 (SDR7,4) и FestFaser S 2,5 (SDR6), армированных алюминиевой фольгой.

3.6. Определение методов и средств защиты напорных полипропиленовых трубопроводов от статического электричества.

Напорные трубопроводы из полипропилена рандомсополимера обладают очень большим удельным объемным электрическим сопротивлением ($P_v \approx 1 \cdot 10^{12} \text{ Ом} \cdot \text{м}$), т.е. являются диэлектриками.

При транспортировании неэлектропроводных (диэлектрических) сред (газов и органических соединений) напорные полипропиленовые трубопроводы способны накапливать заряды статического электричества на своей наружной поверхности, что может явиться причиной пожаров и взрывов, поскольку возникающие искровые разряды могут превышать минимальную энергию зажигания горючих сред. Кроме того, статическое электричество неблагоприятно воздействует на обслуживающий персонал.

Следует отметить, что в напорных полипропиленовых трубопроводах при транспортировании воды заряд статического электричества не накапливается по причине её электропроводности.

Проектирование средств защиты пластмассовых трубопроводов от статического электричества предусматривают в случаях:

- отрицательного воздействия статического электричества на технологический процесс и качество транспортируемых сред;
- опасного воздействия статического электричества на обслуживающий персонал;
- возникновения разрядов, способных нарушить целостность пластмассового трубопровода.

Методы защиты пластмассовых трубопроводов от зарядов статического электричества могут быть разделены на следующие:

- уменьшение процесса образования (генерации) электростатических зарядов (ограничение скоростей транспортирования материалов, обработка и подбор контактных пар);
- исключение опасных разрядов статического электричества (заземление проводящих объектов и изменение распределенной емкости наэлектризованных диэлектриков);
- обеспечение отвода возникающих электростатических зарядов путем увеличения проводимости самих материалов (антистатическая обработка, использование антистатических веществ, увеличение влажности воздуха) и окружающей среды (применение нейтрализаторов статического электричества).

Определение методов и средств защиты пластмассовых трубопроводов от статического электричества осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.124-83 и РД 39-22-113-78.

Для транспортирования сред с удельным объемным электрическим сопротивлением более $10^5 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ рекомендуется применять многослойные напорные полипропиленовые трубы KraftStabi S3,2 (SDR7,4) PN20, армированные перфорированной алюминиевой фольгой, с целью отвода заряда статического электричества с наружной поверхности данных труб.

3.7. Расчет и выбор типоразмеров тепловой изоляции напорных полипропиленовых трубопроводов.

Основные технические требования к теплоизоляционным конструкциям, изделиям и материалам, а также методика расчета тепловой изоляции напорных трубопроводов и справочные данные, необходимые для расчета, изложены в СНиП 2.04.14-88 и СП 41-103-2000. В данных документах также приведены расчетные характеристики материалов, применяемых для тепловой изоляции напорных трубопроводов.

В соответствии с требованиями п. 9.12 СНиП 2.04.01-85, напорные трубопроводы систем холодного водоснабжения зданий, кроме пожарных стояков, прокладываемые в каналах, шахтах, кабинах, тоннелях, а также в помещениях с повышенной влажностью, следует изолировать от конденсации влаги, т.е. предусматривать устройство тепловой изоляции данных трубопроводов.

При эксплуатации внутренних напорных трубопроводов систем холодного водоснабжения круглогодичного действия температура окружающей среды в помещениях зимой должна быть выше $+2^\circ\text{C}$. В случаях возможного снижения температуры в помещениях ниже $+2^\circ\text{C}$, а также при прокладке данных трубопроводов в зоне влияния наружного холодного воздуха (вблизи наружных входных дверей и ворот) следует предусматривать тепловую изоляцию трубопроводов.

Кроме этого, СНиП 2.04.01-85 п. 9.16 предписывает необходимость предусматривать тепловую изоляцию для подающих и циркуляционных напорных трубопроводов систем горячего водоснабжения зданий, включая стояки, кроме подводок к водоразборной арматуре. Толщина теплоизоляционного слоя конструкции должна быть не менее 10 мм, а теплопроводность теплоизоляционного материала не более $0,05 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$.

В соответствии с требованиями п. 4.4.4 СНиП 41-01-2003, тепловую изоляцию напорных трубопроводов и оборудования систем отопления зданий следует предусматривать:

- для предупреждения ожогов;
- для обеспечения менее допустимых потерь теплоты;
- для исключения конденсации влаги;
- для исключения замерзания теплоносителя в напорных трубопроводах, прокладываемых в неотапливаемых помещениях или в искусственно охлаждаемых помещениях.

Температура поверхности тепловой изоляции не должна превышать +40°C. Дополнительные потери теплоты, вызываемые размещением отопительных приборов у наружных ограждений, не должны превышать 7% теплового потока систем отопления зданий.

Следует отметить, что тепловая изоляция должна применяться не только в системах холодного, горячего водоснабжения и отопления зданий, но и для систем технологических трубопроводов.

Тепловая изоляция может применяться как для стальных, стальных оцинкованных и медных труб, так и для труб из полимерных материалов.

Арматура, фланцевые соединения и компенсаторы изолируются, если изолируется оборудование или напорный трубопровод, на котором они установлены.

Наиболее эффективными теплоизоляционными материалами являются теплоизолирующие трубные оболочки на основе пенопластов - вспененных полиэтилена, полиуретана и каучука.

Плотность теплоизоляционных материалов из вспененного полиэтилена составляет 33 - 40 кг/м³, из вспененного каучука - 65 - 80 кг/м³, пенополиуретана - 60 - 80 кг/м³.

У вспененной полимерной теплоизоляции количество закрытых пор должно быть не менее 90%.

Теплоизоляция из вспененных полимерных материалов изготавливается в виде труб и пластин. Трубные оболочки применяются для теплоизоляции стальных, медных и пластмассовых напорных трубопроводов с наружными диаметрами от 6 до 160 мм. Толщина теплоизоляционного слоя составляет 6; 9; 13; 20; 25 и 32 мм.

При прокладке напорных трубопроводов внутри стен и полов можно использовать трубные оболочки с покрытием полиэтиленовой пленкой, которая защищает теплоизоляцию от воздействия бетона, штукатурки и влаги.

В случае прокладки напорных трубопроводов в хорошо освещаемых помещениях используются трубные оболочки с продольной застежкой и покрытые снаружи слоем резины, устойчивой к воздействию ультрафиолетового излучения.

Для теплоизоляции напорных трубопроводов большого диаметра, соединительных деталей, трубопроводной арматуры, трубопроводов некруглого сечения и оборудования выпускаются плоские листы и рулоны различной толщины и с клеевым слоем.

Плоская теплоизоляция из вспененных полиэтилена и каучука выпускается толщиной 5; 7,5; 10; 13; 15; 20 и 25 мм.

Рулонный теплоизоляционный материал из вспененного полиэтилена, имеющий продольную застежку-замок, выпускается для тепловой изоляции напорных трубопроводов с наружными диаметрами 80 - 200 мм. Длина рулона при толщине слоя теплоизоляции 10 мм составляет 70 м, а при толщине 15 мм - 40 м.

Для повышения огнеупорности теплоизоляция изготавливается с односторонним покрытием из алюминия толщиной 0,1 мм.

Пожарной безопасности строительных материалов уделяется большое внимание, поэтому тепловая изоляция из вспененного полиэтилена, пенополиуретана и пенокаучука прошла тщательное тестирование и сертификацию. Данные материалы по воспламеняемости относятся к группе В1 по ГОСТ 30402-96. Группа дымообразующей способности - Д2 по ГОСТ 12.1.044-89, тление - индекс 200 и горение - индекс 100 по ASTM 662-79. Материалы самовспучивающиеся не распространяют пламени, по распространению пламени они относятся к группе РП-2 по ГОСТ 30444-97. Показатели пожарной безопасности соответствуют требованиям СНиП 21-01-97.

В зависимости от марки тепловую изоляцию применяют в широком диапазоне температур от -200 до +175°C.

Величина теплопроводности зависит от марки и типа теплоизоляции. Зависимость теплопроводности теплоизоляции из вспененных пластмасс от изменения температуры (в воздушно-сухом состоянии) приведена в таблице 17.

Таблица 17

Температура, °C	-60	-40	-20	0	+10	+20	+40
Теплопроводность, Вт/(м·°C)·10 ⁻³	30	32	34	35 - 40	33 - 40	35 - 38	36,7 - 45

Для тепловой изоляции напорных полипропиленовых труб применяют теплоизоляционные материалы из вспененного полиэтилена или других пенопластов. Толщина теплоизоляционного слоя должна быть такой, чтобы температура на её наружной поверхности не отличалась более чем на 8°C от температуры окружающей среды.

Коэффициент теплопроводности (λ) для вспененного полиуретана составляет 0,037 Вт/м·°C,

а для вспененного полиэтилена и каучука - 0,041 Вт/м·°C.

В таблице 18 приведены значения толщины слоя теплоизоляции для напорных трубопроводов систем горячего водоснабжения из полипропилена рандомсополимера серии S2,5 (SDR6), а в таблице 19 - для трубопроводов систем холодного водоснабжения из полипропилена рандомсополимера.

Таблица 18

Размеры напорной трубы, мм	Минимальная толщина слоя изоляции, мм, при теплопроводности изоляционного материала, Вт/м·°C				
	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05
20x3,4	15,7	18,1	20,9	24,2	27,9
25x4,2	21,8	25,6	30,1	35,3	41,5
32x5,4	24,6	28,2	32,5	37,4	43,0
40x6,7	32,1	37,1	43,0	49,8	57,7
50x8,3	40,3	46,8	54,2	62,9	72,9
63x10,5	51,4	59,7	69,3	80,4	93,4
75x12,5	61,5	71,5	83,1	98,5	112,2
90x15,0	74,2	86,3	100,4	116,8	135,8

Таблица 19

Способ прокладки напорных трубопроводов	Толщина слоя изоляции, мм, при теплопроводности изоляционного материала 0,04 Вт/м·°C
Открыто в неотапливаемом помещении (подвал)	4
Открыто в отапливаемом помещении	9
В канале, без соседства с напорными трубопроводами систем горячего водоснабжения	4
В канале, рядом с напорными трубопроводами систем горячего водоснабжения	13
В нише, стояке	4
В нише, рядом с напорными трубопроводами систем горячего водоснабжения	13
На бетонном потолке	4

Тепловая изоляция из вспененных полимерных материалов обеспечивает экономию до 70% теряемого тепла, надежную защиту напорных трубопроводов от запотевания и образования конденсата, а также способна сохранять расчетные параметры в течение длительного времени.

4. МОНТАЖ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА.

Основным документом для проведения монтажных работ является согласованный в установленном порядке рабочий проект на напорные трубопроводные системы.

Монтажные работы рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- комплектация оборудованием, материалами и изделиями, приведенными в спецификации рабочего проекта;
- разметка трасс прокладки напорных трубопроводов, мест установки оборудования, трубопроводной арматуры, проходов данных трубопроводов через перекрытия, внутренние стены и перегородки;
- устройство проходов, штроб и каналов в строительных конструкциях (при необходимости);
- монтаж оборудования (насосных установок, распределительных коллекторов, санитарно-технических приборов и т.д.);
- монтаж креплений напорных трубопроводов (опор, подвесок, стоек, лотков и т.д.);
- монтаж напорных трубопроводов, а также запорной, водоразборной и другой арматуры;
- монтаж тепловой изоляции напорных трубопроводов;
- испытания напорных трубопроводов давлением;
- устройство защиты напорных трубопроводов от механических повреждений.

Монтаж трубопроводов систем холодного и горячего водоснабжения, отопления и технологических трубопроводов с применением напорных труб и соединительных деталей, изготовленных из полипро-

пилена рандомсополимера, следует производить в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85, СНиП 41-01-2003, СНиП 3.05.01-85, СНиП III-4-80, СНиП 3.01.04-87, СНиП 3.05.05-84, СН 550-82, ОСТ 36-100.309-86, СП 40-101-96, СП 40-102-2000, СП 40-103-98, СП 41-102-98, ВСН 47-96, ВСН 69-97 и ТР 125-02.

4.1. Устройство проходов в строительных конструкциях для напорных полипропиленовых трубопроводов.

В соответствии с требованиями п. 6.4.5 СНиП 41-01-2003, напорные трубопроводы в местах пересечения перекрытий, внутренних стен и перегородок следует прокладывать в гильзах из негорючих материалов. Заделку зазоров и отверстий в местах прокладки напорных трубопроводов следует предусматривать негорючими или горючими материалами, обеспечивающими нормируемый предел огнестойкости ограждений.

Напорные трубы из полипропилена рандомсополимера в местах пересечения фундаментов зданий и перекрытий должны заключаться в футляры (гильзы) (рисунок 15), изготовленные, как правило, из стальных труб, концы которых должны выступать выше отметки чистого пола на 20 - 50 мм из пересекаемой конструкции. Длину футляров, пересекающих внутренние стены и перегородки, допускается принимать равной толщине пересекаемой стены или перегородки. Внутренний диаметр футляра должен быть на 5 - 10 мм больше наружного диаметра прокладываемой напорной полипропиленовой трубы. Зазор между напорной полипропиленовой трубой и футляром необходимо заделыв-

вать мягким тщательно уплотненным негорючим и водонепроницаемым материалом, допускающим перемещение данной трубы вдоль продольной оси без повреждения её поверхности. Места прохода футляров через перекрытия, внутренние стены и перегородки должны быть заделаны цементным раствором на всю толщину пересекаемой конструкции.

Запрещается располагать в футлярах стыковые соединения напорных трубопроводов.

В тех случаях, когда в перекрытии предусмотрен монтажный проем для прохода нескольких трубопроводов и установить гильзы не представляется возможным, допускается напорные полипропиленовые трубы обернуть пергамином, рубероидом или толью, а затем заделать данный проем цементным раствором на всю толщину перекрытия. Концы такого футляра должны выступать за края перекрытия не менее, чем на 10 мм. Такую конструкцию следует считать скользящей (подвижной) опорой.

При строительстве, реконструкции и ремонте зданий различного назначения особую важность имеет проблема обеспечения пожарной безопасности. Наиболее пожароопасными помещениями являются жилые комнаты, спальни, гостиные, а наименее – кухни и санитарно-технические кабины.

Для исключения возможности распространения пожара по напорным трубам из полипропилена рандомсополимера применяются различные конструкции отсекающих огня и пожарных преград. На напорную полипропиленовую трубу в местах её прохождения через внутреннюю стену или перекрытие надевается специальное устройство, представляющее собой кожух или манжету из материала со вспучивающимися компонентами, которые, расширяясь при тепловом воздействии на них, заполняют пространство как вне, так и внутри данной трубы, вследствие чего исключается возможность распространения пожара из одного помещения в другие. Огнестойкость таких преград составляет до 1,5 - 2 ч, а у отдельных их типов может достигать и 4 ч.

При проходе напорных полипропиленовых труб через внутренние стены противопожарные преграды устанавливаются с каждой стороны стены, а через перекрытия – только с нижней стороны, но при этом сверху устанавливается дополнительная изоляция в виде огнезащитной плиты.

Такие конструкции противопожарных преград используют в зданиях с повышенной пожаростойкостью, например, в зданиях театров, музеев, гостиниц и др. Для жилых домов и зданий социально-культурного назначения (детские учреждения, школы, магазины, здания торгового, лечебного назначения и т.п.) отсекающие огня по экономическим соображениям, как правило, в настоящее время не применяют.

Пожарная безопасность зданий и сооружений регламентируется СНиП 21-01-97*.

4.2. Монтаж оборудования (насосных установок, распределительных коллекторов, санитарно-технических приборов и т.д.).

Монтаж оборудования (насосных установок, распределительных коллекторов, санитарно-технических приборов и т.д.) следует производить в соответствии с заводскими инструкциями на данное оборудование и требованиями СНиП 2.04.01-85, СНиП 41-01-2003, СНиП 3.05.01-85, СН 550-82 и ВСН 8-94.

При монтаже теплоэнергетического оборудования необходимо строго соблюдать меры пожарной безопасности, которые изложены в Федеральном законе №123-ФЗ от 22 июля 2008 г.

Соединение источников тепла с напорными трубопроводами из полипропилена рандомсополимера следует выполнять таким способом, чтобы избежать непосредственного нагрева данных трубопроводов до температуры выше +80°C от источника тепла (рисунок 16).

С этой целью рекомендуется:

- выполнять обвязку контура котла с применением металлических труб из расчета, что длина металлической трубы от источника тепла до напорного трубопровода из полипропилена рандомсополимера должна быть не менее 1,5 м;
- применять трехходовые краны (смесители) для погодозависимого регулирования температуры теплоносителя.

Распределительные коллекторы следует устанавливать во встраиваемых шкафчиках, что придает эстетический вид оборудованию и обеспечивает защиту от несанкционированного доступа.

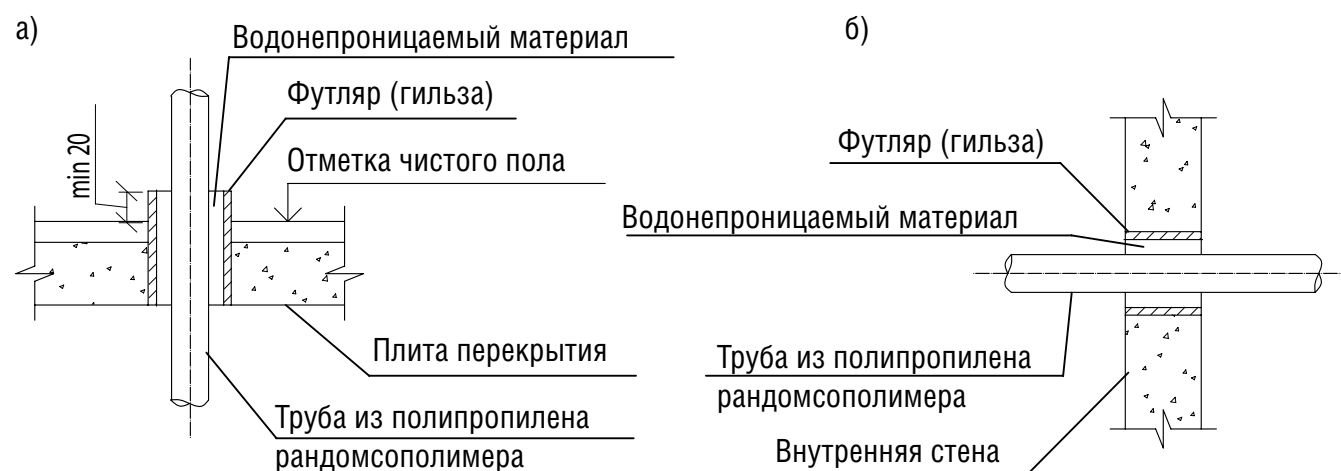


Рисунок 15. Установка футляров для прохода напорных труб из полипропилена рандомсополимера через строительные конструкции.

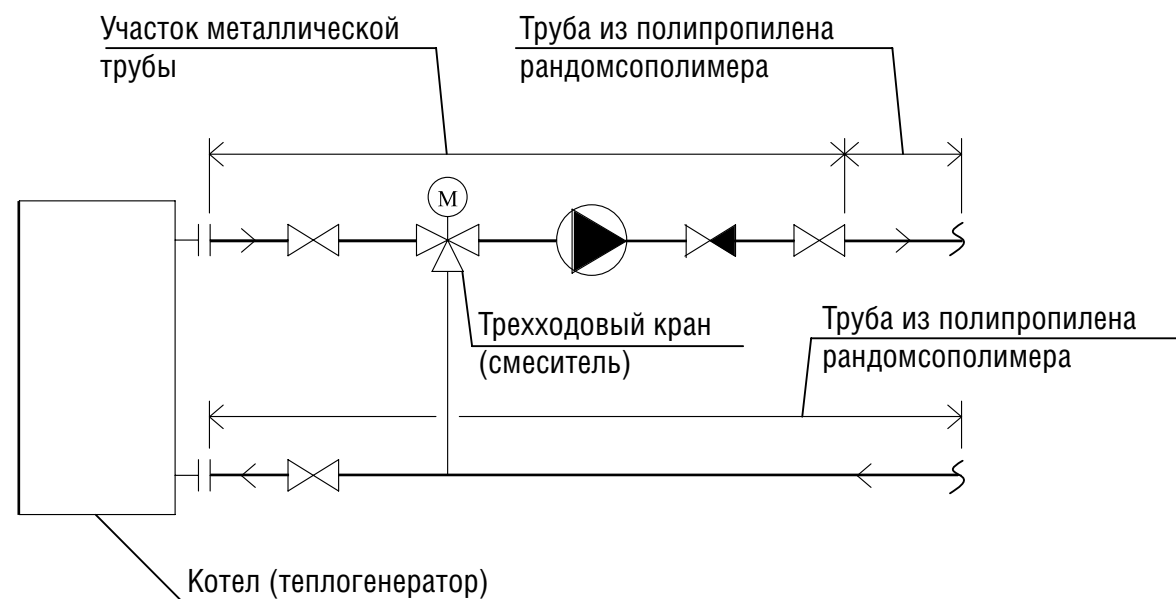


Рисунок 16. Соединение источника тепла (котла) с напорным трубопроводом из полипропилена рандомсополимера.

4.3. Монтаж креплений напорных полипропиленовых трубопроводов.

Эксплуатационная надежность напорных трубопроводов из полипропилена рандомсополимера в значительной степени зависит от их правильного крепления, которое должно выполняться с учетом специфических свойств полимерных материалов. Несоблюдение этого условия приводит к повреждению данных трубопроводов. Физическими свойствами напорных полипропиленовых труб обусловлены технические требования к конструкциям креплений, выполняемых в виде опор и подвесок, а также следующие правила крепления данных труб на опорах и подвесках:

- из-за подверженности напорных полипропиленовых труб механическим повреждениям и их высокой чувствительности к надрезу хомуты креплений должны быть плоскими и иметь эластичную прокладку (из пластмассы, резины и т.д.), закругленные края и гладкую внутреннюю поверхность;
- конструкция эластичной прокладки должна обеспечивать надежное крепление в хомуте, исключая ее потерю в процессе монтажа и эксплуатации, а ширина данной прокладки должна превышать ширину хомута на 10 мм;
- соприкасающиеся с напорными полипропиленовыми трубами конструкции (например, сплошное основание) должны иметь гладкую поверхность без заусенцев и острых кромок, а также выполняться из негорючих материалов;

- вследствие незначительной твердости и прочности напорных полипропиленовых труб не допускается использование данных труб как несущих конструкций.

Расстояние между опорами и подвесками для напорных трубопроводов без сплошного основания устанавливается рабочим проектом. При отсутствии этих данных в рабочем проекте следует руководствоваться рекомендуемыми значениями расстояний между креплениями, приведенными в таблицах 14, 15 и 16 настоящего руководства.

Конструкции опор и подвесок рассчитывают на прочность и жесткость от воздействия веса напорных трубопроводов с транспортируемыми по ним средами. Сплошные основания напорных трубопроводов рассчитывают на прочность и жесткость с учетом допустимых прогибов данных трубопроводов. Опорные конструкции рассчитывают только на прочность.

Конструкторская документация опор и подвесок пластмассовых трубопроводов была разработана рядом организаций в виде ГОСТов и альбомов чертежей. Единая нормативно-техническая документация опор и подвесок данных трубопроводов в настоящее время отсутствует.

Современная крепежная техника для напорных труб из полипропилена рандомсополимера, присутствующая на строительном рынке, включает хомуты для крепления данных труб, подвески, монтажные приспособления и крепежно-дюбельную технику.

Хомуты для крепления напорных полипропиленовых труб выпускаются металлическими с эластичными прокладками и пластмассовыми без прокладок.

При закреплении стояков систем холодного и горячего водоснабжения, отопления и технологических трубопроводов из напорных полипропиленовых труб следует применять хомутовые металлические опоры с резиновыми прокладками. При закреплении подводов к санитарно-техническим приборам рекомендуется применять скользящие опоры из полипропилена рандомсополимера.

Для крепления хомутов к строительным конструкциям следует применять дюбели и анкеры. При выборе типа крепежа следует учитывать материал строительной конструкции и ее толщину.

4.4. Монтаж напорных полипропиленовых трубопроводов.

Монтаж напорных труб и соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера должен осуществляться при температуре окружающей среды не менее +5°C. Место монтажа следует защищать от атмосферных осадков и пыли.

Перед монтажом трубопроводов с использованием многослойной напорной трубы KraftStabi, необходимо произвести ее зачистку, т.е. снятие части внешнего защитного слоя полипропилена и перфорированной алюминиевой фольги с края трубы для того, чтобы при сварке можно было соединить данную трубу и фитинг. Зачистка трубы KraftStabi производится при помощи специального зачистного инструмента.

Трубы многослойные напорные полипропиленовые FestFaser, армированные стекловолокном, обладают свойствами труб KraftStabi и при этом не требуют зачистки. В процессе сварки средний слой комбинированной напорной полипропиленовой трубы FestFaser с торца также может быть сварен и не будет вступать в химические реакции и корродировать.

Прокладку напорных полипропиленовых труб следует вести без натяга, свободные концы данных труб закрывать при помощи заглушек во избежание попадания грязи и мусора в трубы.

При монтаже петлеобразного компенсатора необходимо создать предварительное линейное напряжение сжатием данного компенсатора в случае эксплуатации при повышенных температурах или напряжением растяжением при пониженных температурах.

Технология монтажа напорных труб и соединительных деталей, изготовленных из полипропилена рандомсополимера, предусматривает соединение данных деталей путем сварки. В ходе сварки происходит вплавление одной детали в другую, в результате чего напорная труба и соединительная деталь образуют единый монолит. Благодаря такой технологии обеспечивается герметичность соединений и полностью исключается вероятность протечки в местах соединения деталей.

В зависимости от наружного диаметра напорных полипропиленовых труб и места их прокладки могут применяться следующие методы сварки:

- сварка в раструб напорных труб и соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера;
- торцевая сварка напорных труб из полипропилена рандомсополимера;
- сварка напорных труб из полипропилена рандомсополимера с применением электросварных муфт.

Сварка в раструб напорных труб и соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера осуществляется при помощи следующего набора инструментов:

- электросварочного аппарата, рассчитанного на напряжение 220 В;
- сменных насадок для сварки в раструб напорных труб и соединительных деталей;
- сменных насадок для вваривания патрубка соединительной детали (например, вварного седла) в стенку напорной трубы;
- отрезного приспособления (ножниц или фрезы);
- специального зачистного инструмента для многослойной напорной полипропиленовой трубы KraftStabi, армированной перфорированной алюминиевой фольгой;
- приспособления для снятия наружной фаски напорных труб;
- мерной рулетки;
- строительного уровня;
- разметочного инструмента.

Электросварочный аппарат должен поддерживать рабочую температуру нагрева сменных насадок на уровне $+260 \pm 5^\circ\text{C}$.

Мощность электросварочного аппарата должна быть не менее:

- 600 Вт при сварке напорных полипропиленовых труб наружным диаметром от 20 до 40 мм;
- 800 Вт при сварке труб наружным диаметром до 63 мм;
- 1500 Вт при сварке труб наружным диаметром до 110 мм.

Сменные насадки в виде пары состоят из гильзы (для оплавления наружной поверхности напорной трубы или соединительной детали) и дорна (для оплавления внутренней поверхности напорной трубы или соединительной детали).

Поверхность гильзы и дорна должна быть покрыта сплошным слоем фторопласта. Диаметр гильзы принимается на 0,2 - 0,7 мм больше диаметра дорна. В таблице 20 и на рисунке 21 настоящего руководства приведены основные габаритные размеры сменных насадок для сварки в раструб напорных труб и соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера при рабочей температуре нагрева данных насадок +260°C.

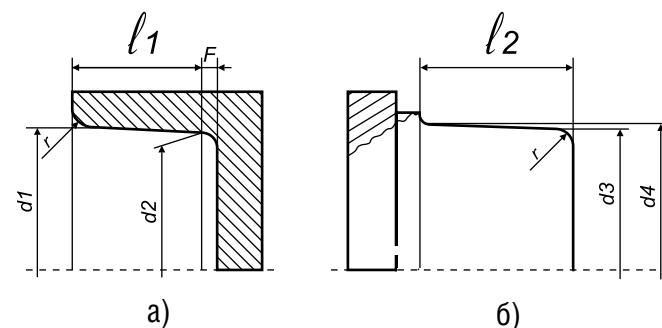


Рисунок 17. Сменные насадки для сварки в раструб напорных труб и соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера. а) гильза нагревательного устройства; б) дорн нагревательного устройства.

Таблица 20

Наружный диаметр трубы, мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	d ₃ , мм	d ₄ , мм	l ₁ , мм	l ₂ , мм	r, мм
20	20,15	19,94	19,40	19,65	12,0	14,0	2,5
25	25,15	24,92	24,37	24,65	13,0	15,0	2,5
32	32,15	31,90	31,34	31,65	14,5	16,5	3
40	40,15	39,88	39,31	39,65	16,0	18,0	3
50	50,20	49,84	49,22	49,65	18,0	20,0	3
63	63,20	62,78	62,22	62,70	24,0	24,0	4
75	75,25	74,57	73,67	74,98	26,0	26,0	4
90	90,30	89,54	88,61	90,05	29,0	29,0	4
110	110,30	109,45	108,48	110,10	32,5	32,5	4

Сменные насадки, предназначенные для вваривания патрубка соединительной детали в стенку напорной трубы, имеют сложную форму и их габаритные размеры определяются наружными диаметрами штуцера вварного фитинга и трубы.

Последовательность выполнения операций при раструбной сварке (рисунок 18):

1. Проверить габаритные размеры раструбов соединительных деталей на соответствие данным, приведенным в таблицах 7 и 8 настоящего руководства, а также наружных диаметров

напорных полипропиленовых труб на соответствие данным, приведенным в таблице 5;

2. Необходимо убедиться в том, что напорные трубы и соединительные детали относятся к одному типу полипропилена рандомсополимера PP-R, имеющего показатель текучести расплава $MFR \leq 0,5$ г/10 мин (при T=230 °C и P=2,16 кг) (класс A);

3. Установить и закрепить на электросварочном аппарате сменные насадки необходимого размера, а также очистить их от пыли, грязи и жира. Для

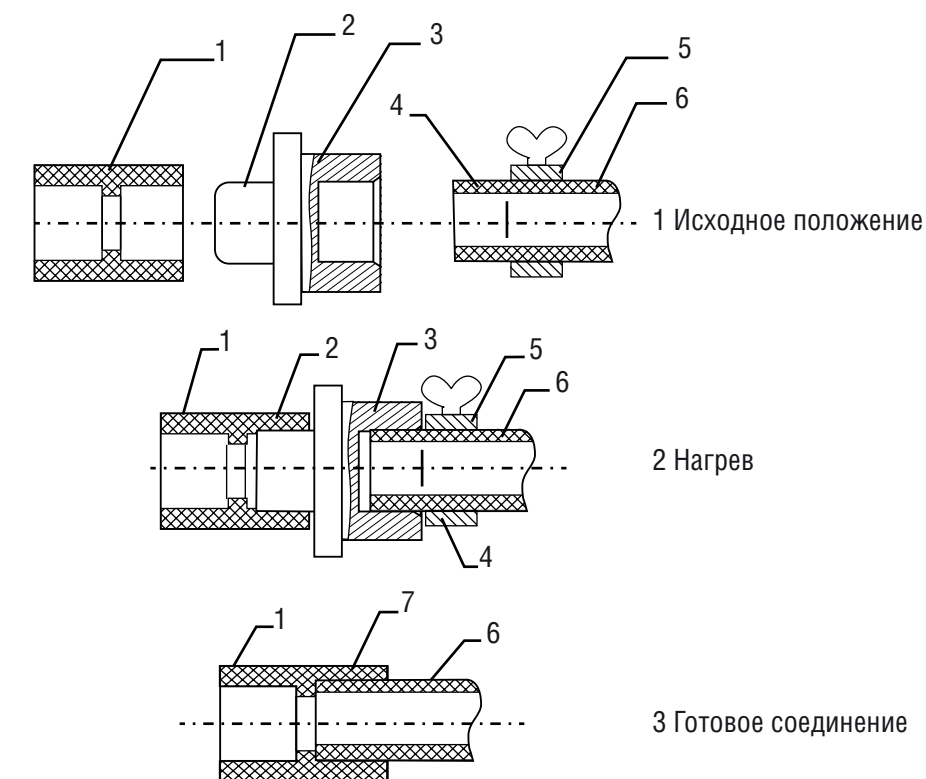


Рисунок 18. Последовательность процесса сварки в раструб напорной трубы и соединительной детали из полипропилена рандомсополимера.

- 1 - муфта; 2 - дорн нагревательного устройства; 3 - гильза нагревательного устройства; 4 - метка на внешней поверхности конца напорной полипропиленовой трубы; 5 - ограничительный хомут; 6 - напорная полипропиленовая труба; 7 - сварной шов.

обезжиривания использовать спирт и ветошь;

4. Включить сварочный аппарат в электросеть. Рабочая температура нагрева сменных насадок устанавливается автоматически и должна составлять $+260 \pm 5^\circ\text{C}$. С помощью контактного термометра рекомендуется проверить данную температуру. Сигналом готовности электросварочного аппарата к работе является выключение сигнальной лампочки;

5. Подтянуть ключом крепления сменных насадок; 6. Обрезать напорную полипропиленовую трубу под прямым углом к её оси при помощи специальных ножниц или трубореза. Для труб большого диаметра с этой целью применяется фреза или гильотина. Удалить заусенцы с торца трубы при помощи ножа или специального приспособления. На концах напорных полипропиленовых труб наружным диаметром 40 мм и более необходимо снять фаску под углом 30 - 45°;

7. На конце напорной полипропиленовой трубы нанести маркером метку (отметить глубину сваривания) или установить ограничительный хомут на расстоянии от торца данной трубы до метки (или до края хомута), равном глубине

раструба соединительной детали плюс 2 мм;

8. С края многослойной напорной трубы KraftStabi удалить часть внешнего защитного слоя полипропилена и перфорированной алюминиевой фольги при помощи специального зачистного инструмента на всю глубину сваривания. Убедиться в том, что габаритные размеры зачищенного участка данной трубы соответствуют значениям, приведенным в таблице 5 настоящего руководства;

9. Тщательно очистить от пыли, грязи и жира свариваемый участок напорной трубы и соединительной детали; 10. Конец напорной полипропиленовой трубы постепенно вставить в гильзу нагревательного устройства до отмеченной глубины сваривания, а раструб соединительной детали насадить на дорн нагревательного устройства. Во время данного процесса запрещается вращение напорной трубы или соединительной детали относительно оси;

11. Выдержать время нагрева, которое приведено в таблице 21 настоящего руководства;

12. Снять напорную трубу и соединительную деталь с насадок. Быстро без вращательных движений вставить нагретую напорную трубу

Таблица 22

в раструб нагретой соединительной детали на отмеченную глубину сваривания. Вокруг свариваемого шва должно образоваться утолщение. Проверить соосность напорной трубы и соединительной детали. Зафиксировать данное соединение за время частичного остывания материала (приблизительно в течение 30 с).

Охладить полученное соединение естественным путем.

После каждой сварки необходима очистка рабочих поверхностей гильзы и дорна нагревательного устройства от налипшего материала.

Таблица 21

Наружный диаметр трубы, мм	Глубина сваривания, мм	Время нагрева ¹⁾ , с.	Технологическая пауза ²⁾ не более, с.	Время охлаждения ³⁾ , мин.
16	13	5	4	2
20	14	5 - 8	4	2
25	15	7 - 11	4	2
32	17	8 - 12	6	4
40	18	12 - 18	6	4
50	20	18 - 27	6	4
63	26	24 - 36	8	8
75	29	30 - 45	8	8
90	32	40 - 60	10	8
110	35	60 - 90	10	8

¹⁾ Время нагрева – время, отсчитываемое с момента полной фиксации напорной трубы и соединительной детали в рабочих элементах электросварочного аппарата;

²⁾ Технологическая пауза – время после снятия оплавленной напорной трубы и оплавленной соединительной детали с электросварочного аппарата до момента их соединения;

³⁾ Время охлаждения – период после соединения оплавленной напорной трубы с оплавленной соединительной деталью, в течение которого запрещается прикладывать любые монтажные усилия к данному соединению.

При температуре окружающей среды ниже +5°C время нагрева следует увеличивать на 50%.

При выполнении операции «нагрев» не допускается отклонение осевой линии напорной полипропиленовой трубы от осевой линии нагревательного устройства более чем на 3°.

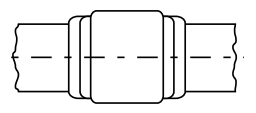
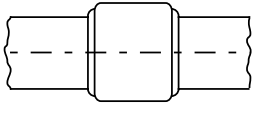
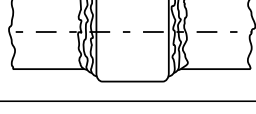
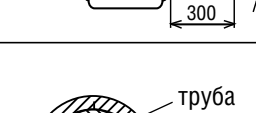
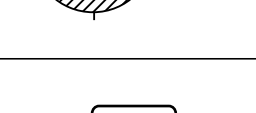
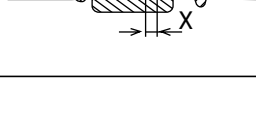
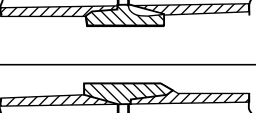
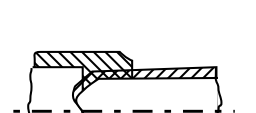
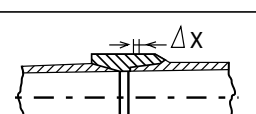
При сварке напорных полипропиленовых труб наружным диаметром более 40 мм следует использовать специальные приспособления (кондукторы) для центровки данных труб с соединительными деталями.

Высокая производительность и качество сварки напорных полипропиленовых труб большого диаметра могут быть достигнуты при использовании электросварочного станка взамен электросварочного аппарата.

Внешний вид сварных соединений должен удовлетворять следующим требованиям:

- отклонение между осевыми линиями напорной трубы и соединительной детали в месте стыка не должно превышать 3°;
- наружная поверхность соединительной детали, сваренной с напорной трубой, не должна иметь трещин, складок или других дефектов, вызванных перегревом данной детали;
- у кромки раструба соединительной детали, сваренной с напорной трубой, должен быть виден сплошной (по всей окружности) валик оплавленного материала, слегка выступающий за торцевую поверхность данной детали.

Возможные дефекты сварных соединений и причины их возникновения приведены в таблице 22.

Внешний вид сварного соединения	Описание дефекта	Причина возникновения дефекта
	Неправильное образование грата при сварке. Грат отделен от сварного шва, отсутствует с одной или с обеих сторон соединения.	Сверхвысокая температура нагрева сменных насадок. Недопустимые превышения времени нагрева материала. Излишняя длина сменных насадок.
	Малая высота грата, его отсутствие с одной или с обеих сторон сварного шва.	Недостаточное время нагрева материала. Очень низкая температура нагрева сменных насадок. Наружный диаметр напорной трубы меньше допустимого. Внутренний посадочный диаметр раструба фитинга больше допустимого.
	Слоистая форма грата или его отсутствие (в части или по всей длине сварного шва).	Загрязнение свариваемых поверхностей. Некачественная обработка свариваемых поверхностей. Завышенная температура нагрева сменных насадок.
	Косой стык (угловое отклонение).	Не выдержана соосность напорной трубы и фитинга при сварке. При монтаже напорного трубопровода допускается отклонение от осевой линии не более чем на $\delta = 0,2\%$.
	Неправильная стыковка в результате деформации напорной трубы. Деформация, овальность конца напорной трубы или фитинга после сварки.	Неправильная фиксация напорной трубы и фитинга. Неисправность зажимного приспособления. Большая овальность напорной трубы или раструба фитинга.
	Недостаточный вдвиг конца напорной трубы в раструб фитинга. Недостаточная глубина сварного шва при полном или частичном проваривании свариваемых поверхностей.	Недостаточное время нагрева материала. Конец напорной трубы обрезан не под прямым углом. Низкая температура нагрева сменных насадок. Перемещение по оси напорной трубы или фитинга на стадии охлаждения. Слишком продолжительное время сборки сварного соединения после оплавления.
	Образование пустот в сварном соединении.	Наличие царапин и надрезов на поверхности напорной трубы. Превышения размеров допусков наружного диаметра напорной трубы или раструба фитинга. Неправильная механическая обработка напорной трубы. Напорная труба не сцентрирована в раструбе фитинга.
	Неправильное соединение с недостаточно полным свариванием.	Термическое повреждение материала. Загрязнение свариваемых поверхностей. Несовместимость свариваемых материалов. Загрязнение рабочих поверхностей сменных насадок.
	Зауженное поперечное сечение напорной трубы в месте сварки.	Превышение усилия сжатия стыка (чрезмерно сильный вдвиг напорной трубы в раструб фитинга). Сваривание тонкостенной напорной трубы. Превышение времени нагрева материала. Превышение рабочей температуры сваривания. Слишком высокое значение текучести расплава материала напорной трубы.
	Пористость и наличие чужеродных включений в шве сварного соединения.	Попадание влаги или растворителя в стык при сварке. Загрязнение рабочих поверхностей сменных насадок.

Последовательность выполнения операций при вваривании патрубка соединительной детали в стенку напорной трубы аналогична приведенной выше за исключением выполнения дополнительной операции - вырезания фрезой отверстия в стенке данной трубы.

Торцевая сварка предназначена для соединения напорных полипропиленовых труб большого диаметра встык.

Оборудование для сварки напорных полипропиленовых труб встык должно содержать следующие основные компоненты:

- дисковый нагреватель;
- фрезу для обработки торцов напорных полипропиленовых труб;
- направляющие, зажимы и прижимы;
- устройства регулирования рабочей температуры и усилия прижима, а также контроля времени нагрева, прижима и охлаждения.

Процесс торцевой сварки включает:

- установку на сварочный агрегат напорных полипропиленовых труб;
- контроль соосности свариваемых напорных полипропиленовых труб;
- установку фрезы на сварочный агрегат;
- выравнивание торцов напорных полипропиленовых труб при помощи фрезы;
- удаление стружки, заусенец и загрязнений;
- обезжиривание торцов напорных полипропиленовых труб;
- установку дискового нагревателя (сварочного зеркала), нагретого до рабочей температуры +260°C;
- прижатие сварочного зеркала торцами напорных полипропиленовых труб;
- снижение давления прижима и нагрев материала в области стыка;
- удаление сварочного зеркала из зоны сварки и соединение оплавленных торцов напорных полипропиленовых труб под давлением.

Качество свариваемого шва зависит от:

- состояния рабочих поверхностей сварочного зеркала;
- точности настройки и поддержания заданных значений рабочей температуры сварочного зеркала, давлений прижима и времени выдержки в каждой фазе процесса торцевой сварки.

В процессе торцевой сварки не допускается соединение напорных полипропиленовых труб с разной толщиной стенки.

Сварка с применением электросварных муфт используется для соединения напорных полипропиленовых труб в недоступных или труднодоступных местах, когда нет возможности использовать электросварочный аппарат со сменными насадками.

Процесс сварки с применением электросварных муфт включает:

- очистку концов напорных полипропиленовых труб от пыли и грязи спиртовым раствором;
- установку концов напорных полипропиленовых труб в тело электросварной муфты и их фиксацию на время сварки;
- подсоединение электросварной муфты к сварочному аппарату;
- подключение сварочного аппарата к электросети и задание продолжительности нагрева электросварной муфты;
- пуск электросварочного аппарата;
- охлаждение элементов сварки;
- отключение электросварной муфты от сварочного аппарата.

Основным недостатком данного вида сварки является высокая стоимость электросварных муфт.

Соединение напорных труб из полипропилена рандомсополимера с металлическими трубами, оборудованием и водоразборной арматурой следует производить при помощи комбинированных или буртовых фитингов. Комбинированный фитинг с вварной металлической вставкой, как правило, сваривается с напорной полипропиленовой трубой, а фальцевый бурт после установки на него накидной гайки или свободного фланца сваривается с соединительной деталью (муфтой, тройником и т.д.). В местах таких механических соединений не допускается возникновения поперечных и продольных напряжений.

Прикладываемое усилие при соединении металлических труб с резьбовыми закладными элементами соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера не должно вызывать разрушение последних. С этой целью рекомендуется использовать динамометрические гаечные ключи с регулируемым усилием затяжки.

Соединения участков напорных полипропиленовых труб, требующих в процессе эксплуатации периодической разборки или замены, должны предусматриваться на фланцах или накидных гайках. При этом габариты и масса данных участков должны приниматься из условия возможности удобного проведения ремонтных работ и использования эксплуа-

тационных подъемно-транспортных механизмов.

Сварка с применением вварных седел используется при монтаже коллекторной разводки или при необходимости создания дополнительных ответвлений на готовом трубопроводе. Использование вварных седел позволяет значительно экономить на времени и материале.

Последовательность выполнения операций при применении вварных седел:

- Нанести на трубу осевую линию карандашом для центрации седел.
- Просверлить стенку трубы фрезой. (При использовании труб KraftStabi необходимо удалить оставшийся на просверленном отверстии алюминий с помощью инструмента для снятия фаски).
- Установить и закрепить насадки для сварки вварных седел на электросварочном аппарате.
- Нагреть сварочник до температуры 260°C.
- Вставить нагревательный штуцер инструмента для вварного седла в отверстие стенки пластиковой трубы, а штуцер вварного седла в нагревательную гильзу. Важно совместить форму седла с формой нагревательного элемента.
- Извлечь сварочный прибор.
- Штуцер вварного седла быстро вставить в нагретое отверстие. Затем седло следует точно и плотно, не вращая, прижать к нагретой наружной поверхности трубы. Риски на вварном седле должны быть перпендикулярны оси трубы.
- Вварное седло неподвижно фиксируется на трубе в течение 15 сек..
- После 10 минут остывания соединение можно подвергать полной нагрузке.

Соответствующая труба ответвления вваривается в муфту обычным способом. Благодаря сварке вварного седла с наружной поверхностью трубы и стенкой трубы, соединение достигает максимальной стабильности, являясь альтернативой для тройников (распределителей)!

4.5. Монтаж тепловой изоляции напорных полипропиленовых трубопроводов.

Для тепловой изоляции напорных труб из полипропилена рандомсополимера наиболее выгодно применять теплоизолирующие трубные оболочки из вспененных полимерных материалов.

Наиболее простой конструкцией является теплоизоляция в виде трубы с продольным наружным надрезом или без него.

При выполнении теплоизоляции новых напорных

трубопроводов теплоизоляционные оболочки во время монтажных работ надеваются на них. При необходимости теплоизоляции смонтированного напорного трубопровода оболочка из вспененного полимерного материала разрезается по имеющемуся надрезу. Для обеспечения целостности теплоизоляционной оболочки все швы и надрезы приклеиваются специальным клеем и дополнительно защищаются самоклеющейся лентой-скотчем.

В ряде случаев удобство и легкость монтажа теплоизолирующих трубных оболочек обеспечивает приклеенная продольная пластмассовая застежка.

4.6. Испытания напорных трубопроводов давлением.

Напорные трубопроводы внутренних систем водоснабжения и отопления зданий, а также технологические трубопроводы после окончания монтажных работ должны быть испытаны гидростатическим или манометрическим (пневматическим) методом дважды (предварительное и окончательное испытания) с соблюдением требований ГОСТ 24054-80, ГОСТ 25136-82, СНиП 3.05.01-85, СНиП 3.05.05-84, СН 478-80, СН 550-82, СП 40-101-96 и СП 40-102-2000.

Величину пробного давления в напорном трубопроводе внутренних систем холодного, горячего водоснабжения или отопления зданий при гидростатическом методе испытания следует принимать равной 1,5 избыточного рабочего давления в соответствии с требованиями СНиП 3.05.01-85.

5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА.

При производстве работ по монтажу напорных труб из полипропилена рандомсополимера необходимо соблюдать общие требования СНиП III-4-80*.

К производству работ по монтажу и сварке напорных полипропиленовых труб допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, специальное теоретическое и практическое обучение, а также вводный инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Напорные полипропиленовые трубы в процессе хранения и монтажа не выделяют в окружающую

среду токсичных веществ и не оказывают влияния на организм человека при непосредственном контакте. Работа с данными трубами не требует особых мер безопасности.

Сварку напорных труб из полипропилена рандомсополимера следует производить в проветриваемом помещении.

При монтаже напорных полипропиленовых труб запрещается прислонять к ним лестницы и стремянки, ходить по данным трубам. Запрещается обстукивать данные трубы молотком и оттягивать их от строительных конструкций.

При контакте с открытым огнем материал напорных полипропиленовых труб горит коптящим пламенем с образованием расплава и выделением углекислого газа, паров воды, непредельных углеводородов и газообразных продуктов.

При работе с напорными полипропиленовыми трубами следует соблюдать правила пожарной безопасности. В случае возникновения пожара и возгорания данных труб их следует тушить любыми средствами пожаротушения (водой, песком или огнетушителями любого типа). Для защиты от продуктов горения следует применять изолирующие противогазы любого типа или фильтрующие противогазы.

При работе с нагревательным сварочным аппаратом следует соблюдать правила работы с электроинструментом.

Необходимо проводить осмотр и контроль сварочного оборудования, а также изоляции электропроводок, работы устройств для механической обработки концов и торцов напорных полипропиленовых труб. Результаты проверки должны соответствовать паспортным данным на данное оборудование.

Технический осмотр электроинструмента следует производить не реже, чем один раз в месяц с регистрацией результатов проверки в журнале производства работ.

6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА.

Напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера перевозят любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, техническими условиями погрузки и крепления грузов, действующими на данном виде транспорта, а также техническими требованиями

поставщика при условии обеспечения мер по предупреждению механических повреждений груза.

Транспортирование напорных полипропиленовых труб следует производить с максимальным использованием вместимости транспортного средства. При перевозке данных труб высота штабеля не должна превышать 3 м, а длина свешивающихся концов труб должна быть не более 1 м.

Напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера при транспортировании, погрузке и разгрузке необходимо оберегать от ударов и механических нагрузок, а их поверхности от нанесения царапин.

При перевозке и хранении напорные полипропиленовые трубы во избежание их повреждения необходимо укладывать на ровную поверхность, предохраняя от острых металлических углов, выступов и неровностей.

Транспортирование, погрузка и разгрузка напорных труб и соединительных деталей из полипропилена рандомсополимера при минусовых температурах наружного воздуха производится в упакованном состоянии при соблюдении особых мер предосторожности (запрещается сбрасывание данных труб с транспортных средств или свободное скатывание их по покатам; не допускаются удары труб одна о другую, а также о твердые предметы).

Напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера, доставленные на объект в зимнее время, перед их монтажом в зданиях должны быть предварительно выдержаны при положительной температуре не менее 2 ч.

Напорные трубы и соединительные детали из полипропилена рандомсополимера следует хранить в неотопливаемых складских помещениях в условиях, исключающих вероятность их механических повреждений, или в отопливаемых складских помещениях не ближе 1 м от отопительных приборов. Они должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей и атмосферных осадков. Основание специально отведенных участков для хранения напорных полипропиленовых труб должно быть спланированным. Хранение соединительных деталей должно осуществляться только в упакованном виде.

В пределах участка хранения, а также за его пределами на расстоянии менее 5 м запрещается проведение газосварочных и других огневых работ.

В соответствии с ГОСТ Р 52134-2003 гарантийный срок хранения напорных труб и соединительных деталей, изготовленных из полипропилена рандомсополимера, составляет 3 года со дня их изготовления.

Система Heisskraft-therm

Каталог продукции

ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ HEISSKRAFT

Артикул	Размер, ДхЕ, мм	Количество в упаковке, м.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	---------------------------	---------	--------------------

Труба полипропиленовая KraftPipe (SDR 11) PN 10 (2 м)

101120	20x1,9	50	5,35	0,02200
101125	25x2,3	30	4,92	0,01890
101132	32x3,0	20	5,22	0,02040
101140	40x3,7	12	4,94	0,01920

Труба полипропиленовая KraftPipe (SDR 11) PN 10 (4 м)

10120	20x1,9	100	10,70	0,04400
10125	25x2,3	60	9,84	0,03780
10132	32x3,0	40	10,44	0,04080
10140	40x3,7	24	9,89	0,03840
10150	50x4,6	16	10,21	0,04000
10163	63x5,8	12	12,12	0,04764
10175	75x6,9	8	11,28	0,04504
10190	90x8,2	4	8,12	0,03240
101110	110x10	4	12,04	0,04840

Труба полипропиленовая KraftPipe (SDR 6) PN 20 (2 м)

102120	20x3,4	50	8,60	0,02000
102125	25x4,2	30	7,92	0,01890
102132	32x5,4	20	8,68	0,02040
102140	40x6,7	12	8,05	0,01920

Труба полипропиленовая KraftPipe (SDR 6) PN 20 (4 м)

10220	20x3,4	100	17,20	0,04000
10225	25x4,2	60	15,84	0,03780
10232	32x5,4	40	17,36	0,04080
10240	40x6,7	24	16,10	0,03840
10250	50x8,3	16	16,38	0,04000
10263	63x10,5	12	19,80	0,04764
10275	75x12,5	8	18,72	0,04504
10290	90x15,0	4	13,44	0,03240
102110	110x18,3	4	20,04	0,04840

Труба, армированная алюминиевой фольгой, KraftStabi (SDR 7,4) PN 20

10320	20x2,8	100	22,50	0,04400
10325	25x3,5	100	33,00	0,07300
10332	32x4,4	40	20,40	0,04400
10340	40x5,5	40	28,60	0,07320
10350	50x6,9	20	22,46	0,05500
10363	63x8,6	20	32,20	0,08140
10375	75x10,3	20	43,94	0,11000
10390	90x12,3	12	38,71	0,11004
103110	110x15,1	8	37,88	0,08248

Артикул	Размер, ДхЕ, мм	Количество в упаковке, м/шт.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	------------------------------	---------	--------------------

Труба, армированная стекловолокном, KraftFaser (SDR 7,4) PN 20

10420	20x2,8	100	15,80	0,04400
10425	25x3,5	100	24,60	0,07300
10432	32x4,4	40	15,76	0,04400
10440	40x5,5	40	24,52	0,07320
10450	50x6,9	20	19,10	0,05500
10463	63x8,6	20	30,00	0,08140
10475	75x10,3	20	42,70	0,11000
10490	90x12,3	12	36,70	0,11004
104110	110x15,1	8	36,61	0,08248

Труба, термостабилизированная со стекловолокном, Festfaser (SDR 6) PN 25

130620	20x3,4	100	17,20	0,04000
130625	25x4,2	60	15,84	0,03780
130632	32x5,4	40	17,36	0,04080
130640	40x6,7	24	16,10	0,03840
130650	50x8,3	16	16,38	0,04000
130663	63x10,5	12	19,80	0,04764

ФИТИНГИ HEISSKRAFT

Вварное седло

20563	63x32	50	2,00	0,00620
20575	75x32	50	2,00	0,00620
20590	90x32	50	2,00	0,00620
205110	110x32	50	2,00	0,00620

Заглушка

20820	20	400	4,00	0,01080
20825	25	300	3,00	0,01230
20832	32	100	3,00	0,00860
20840	40	50	2,50	0,00615
20850	50	20	1,80	0,00446
20863	63	10	1,50	0,00405

Колено 45°

2012020	20	200	2,32	0,00940
2012025	25	100	2,27	0,00960
2012032	32	50	2,02	0,07250
2012040	40	30	2,70	0,00906
2012050	50	20	3,00	0,00964
2012063	63	10	3,00	0,01070
2012120	внутреннее/ наружное 20	200	4,00	0,00920

Артикул	Размер, DxE, mm	Количество в упаковке, шт.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	----------------------------	---------	--------------------

Колено 90°

2011020	20	200	3,22	0,00980
2011025	25	100	2,37	0,00920
2011032	32	50	2,14	0,00530
2011040	40	30	2,36	0,00975
2011050	50	20	3,01	0,01158
2011063	63	10	3,70	0,01030
2011075	75	5	2,08	0,00810
2011090	90	5	3,95	0,01172
20110110	110	4	5,52	0,01836
2011120	внутреннее/ наружное 20	300	3,00	0,01380
2011125	внутреннее/ наружное 25	100	3,00	0,00920
201122520	переходное 25x20	100	3,00	0,00920

Колено переходное с пластмассовой наружной резьбой

30320	20	10	0,20	0,00070
30325	25	10	0,30	0,00120

Крестовина

20620	20	100	3,00	0,01600
20625	25	100	4,00	0,01830
20632	32	10	0,80	0,00340

Муфта

20220	20	200	1,86	0,00820
20225	25	100	1,67	0,00640
20232	32	50	1,46	0,00670
20240	40	50	2,06	0,00890
20250	50	20	2,00	0,00670
20263	63	10	9,50	0,00585
20275	75	5	1,35	0,00434
20290	90	5	2,10	0,00648
202110	110	5	3,35	0,00915

Муфта переходная (внутреннее/наружное)

2032520	25x20	300	3,00	0,01380
2033220	32x20	150	4,50	0,01830
2033225	32x25	200	6,00	0,02360
2034020	40x20	150	3,00	0,01830
2034025	40x25	150	4,50	0,02040

Артикул	Размер, DxE, mm	Количество в упаковке, шт.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	----------------------------	---------	--------------------

2034032	40x32	100	4,00	0,01370
2035032	50x32	50	2,50	0,00755
2035040	50x40	30	1,50	0,00684
2024032	63x32	50	3,50	0,00880
2036340	63x40	30	2,40	0,01032
2036350	63x50	20	2,40	0,00750
2037563	75x63	10	1,00	0,00540
2039063	90x63	10	2,30	0,00771
2039075	90x75	5	1,35	0,00386
20311090	110x90	5	2,50	0,00389

Муфта переходная

2022520	25x20	300	4,11	0,01800
2023220	32x20	150	3,68	0,01830
2023225	32x25	150	4,50	0,01830
2024032	40x32 (63x32 внутреннее/ наружное)	50	3,50	0,00880
2025040	50x40	20	1,80	0,00380
2026350	63x50	20	3,40	0,01032

Перекрещивание

20920	20	50	3,50	0,01000
20925	25	25	2,25	0,00790
20932	32	20	3,20	0,01194
20940	40	10	3,30	0,01033

Петля компенсирующая

21020	20	5	0,55	0,01300
21025	25	5	1,05	0,01790
21032	32	2	0,86	0,01017
21040	40	2	1,34	0,01434

Тройник

20420	20	100	1,82	0,00830
20425	25	100	3,38	0,01460
20432	32	30	2,40	0,00825
20440	40	20	2,60	0,00808
20450	50	10	2,50	0,00837
20463	63	5	2,30	0,00561
20475	75	5	3,10	0,01140
20490	90	5	4,95	0,01688
204110	110	2	3,56	0,01099

Артикул	Размер, DxE, mm	Количество в упаковке, шт.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	----------------------------	---------	--------------------

Тройник переходный

204252020	25x20x20	100	10,00	0,01290
204252025	25x20x25	100	2,78	1,21000
204322032	32x20x32	50	2,96	0,01330
204322532	32x25x32	50	3,50	0,01350
204402040	40x20x40	30	2,70	0,00894
204402540	40x25x40	30	3,90	0,00891
204403240	40x32x40	30	3,90	0,00030
204502550	50x25x50	20	3,60	0,01466
204503250	50x32x50	20	3,80	0,01466
204504050	50x40x50	20	4,20	0,01466
204633263	63x32x63	10	3,50	0,00975
204634063	63x40x63	10	3,40	0,00975
204635063	63x50x63	10	3,90	0,00975
204756375	75x63x75	5	3,10	0,01140
204906390	90x63x90	5	3,85	0,01613
204907590	90x75x90	5	4,25	0,01613

Фланцевый борт-муфта

21790	90	1	0,37	0,00118
217110	110	1	0,20	0,00243

Фланцевый борт

20740	40	20	1,40	0,00630
20750	50	20	2,00	0,01008
20763	63	1	0,15	0,00064
20775	75	1	0,26	0,00083
20790	90	1	0,37	0,00118
207110	110	1	0,20	0,00243

Пробка с резьбой

21120	1/2"	100	1,00	0,00330
-------	------	-----	------	---------

КОМБИНИРОВАННЫЕ ФИТИНГИ**Колено 90° с накладной гайкой**

3022020	20x1/2"	100	3,50	0,00500
3022025	20x3/4"	100	6,10	0,00500
3022525	25x3/4"	10	0,74	0,00168

Колено 90° комбинированное с внутренней резьбой

3122020	20x1/2"	50	3,40	0,00515
3122025	20x3/4"	30	3,90	0,00408
3122520	25x1/2"	30	3,00	0,00447
3122525	25x3/4"	30	2,85	0,00597
3123232	32x1"	20	4,16	0,00724

Артикул	Размер, DxE, mm	Количество в упаковке, шт.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	----------------------------	---------	--------------------

Колено 90° комбинированное с наружной резьбой

3112020	20x1/2"	50	4,39	0,00595
3112025	20x3/4"	30	4,20	0,00408
3112520	25x1/2"	30	3,90	0,00543
3112525	25x3/4"	30	3,84	0,00597
3113232	32x1"	20	4,79	0,00904

Колено двойное настенное 90° комбинированное с внутренней резьбой

3202020	20x1/2"	10	1,68	0,00063
---------	---------	----	------	---------

Колено настенное 90° комбинированное с внутренней резьбой

3152020	20x1/2"	50	3,95	0,00795
3152525	25x3/4"	30	3,90	0,00723

Муфта комбинированная разъемная с внутренней резьбой

3042020	20x1/2"	20	1,80	0,00184
3042525	25x3/4"	20	3,34	0,00210
3043232	32x1"	10	2,46	0,00180
3044040	40x1"	5	1,55	0,00174
3045050	50x1"	5	2,41	0,00226

Муфта комбинированная разъемная с наружной резьбой

3052020	20x1/2"	20	2,58	0,00164
3052525	25x3/4"	20	4,56	0,00316
3053232	32x1"	10	3,59	0,00209
3054040	40x1"	5	2,57	0,00192
3055050	50x1"	5	3,23	0,00233

Муфта комбинированная с внутренней резьбой

3142020	20x1/2"	100	6,39	0,00710
3142025	20x3/4"	50	5,50	0,00455
3142520	25x1/2"	50	3,00	0,00590
3142525	25x3/4"	50	4,42	0,00685
3143232	32x1"	30	5,74	0,00726
3144040	40x1"	20	7,34	0,00686
3145050	50x1"	20	7,40	0,01140
3146364	63x2"	5	3,30	0,00482

Муфта комбинированная с металлической вставкой и накладной гайкой

3062032	20x1"	50	12,00	0,00840
3062020	20x1/2"	50	2,50	0,00630
3062025	20x3/4"	50	4,00	0,00630
3062532	25x1"	30	7,80	0,00513
3063240	32x 1"	30	10,50	0,00756

Артикул	Размер, DxE, mm	Количество в упаковке, шт.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	----------------------------	---------	--------------------

Муфта комбинированная с накидной гайкой

3072020	20x1/2"	100	4,00	0,00630
3072025	20x3/4"	100	4,36	0,00840
3072532	25x1"	50	4,54	0,00855
3072525	25x3/4"	50	2,50	0,00505
3073232	32x1"	50	5,40	0,01720

Муфта комбинированная с наружной резьбой

3132020	20x1/2"	100	8,23	0,00690
3132025	20x3/4"	50	7,00	0,00480
3132520	25x1/2"	50	7,00	0,00660
3132525	25x3/4"	50	5,89	0,00685
3133232	32x1"	30	6,45	0,00720
3134040	40x1"	20	7,34	0,00690
3135050	50x1"	20	6,80	0,01084
3136364	63x2"	5	3,65	0,00413
3137580	75x2"	5	5,55	0,00713
3139090	90x3"	5	8,20	0,01029

Настенный тройник комбинированный с внутренней резьбой

3172020	20x1/2"	50	4,00	0,00840
---------	---------	----	------	---------

Переходник комбинированный с накидной гайкой

3012025	20x3/4"	50	2,20	0,00210
3012532	25x1"	30	2,73	0,00279
3013240	32x1"	20	2,16	0,00320
3014050	40x1"	10	1,40	0,00210
3015064	50x2"	10	2,90	0,00328

Разъемное комбинированное соединение (труба-труба)

30820	20	10	0,90	0,00080
30825	25	10	1,64	0,00135
30832	32	10	1,92	0,00219
30840	40	5	1,37	0,00168
30850	50	5	2,37	0,00280

Тройник комбинированный с внутренней резьбой

3182020	20x1/2"	50	3,72	0,00660
3182520	25x1/2"	50	12,00	0,00890
3182525	25x3/4"	30	3,15	0,00660
3183232	32x1"	20	4,56	0,00596

Артикул	Размер, DxE, mm	Количество в упаковке, шт.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	----------------------------	---------	--------------------

Тройник комбинированный с наружной резьбой

3192020	20x1/2"	50	4,74	0,00685
3192520	25x1/2"	50	12,00	0,01125
3192525	25x3/4"	30	4,12	0,00687

Тройник с накидной гайкой

3092025	20x3/4"	5	0,31	0,00045
3092525	25x3/4"	5	0,40	0,00119
3093232	32x1"	5	0,65	0,00163
3093225	32x3/4"	5	0,55	0,00163

Фланец стальной (к фланцевому бурту)

31040	40	2	-	-
31050	50	2	-	-
31063	63	2	-	-
31075	75	2	-	-
31090	90	2	-	-
310110	110	2	-	-

ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА**Вентиль проходной пластиковый**

40120	20	20	3,00	0,00670
40125	25	20	4,20	0,00750
40132	32	20	6,40	0,01342
40140	40	10	4,00	0,00894
40150	50	10	7,70	0,01737
40163	63	1	1,29	0,00208

Клапан Laguna под штукатурку

40320	20	20	3,40	0,00504
40325	25	20	5,00	0,00600

Кран шаровой пластиковый

40420	20	20	3,38	0,00490
40425	25	20	4,36	0,00750
40432	32	10	3,24	0,00539
40440	40	10	5,94	0,01476
40450	50	5	3,25	0,00870
40463	63	5	5,60	0,01042
40475	75	5	9,15	0,01628

Артикул	Размер, DxE, мм	Количество в упаковке, шт.	Вес, кг	Объем упаковки, м³
---------	-----------------	----------------------------	---------	--------------------

ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДА

Опора

50120	20	300	1,86	0,00960
50125	25	250	2,08	0,00950

Опора двойная

50220	2x20	50	0,60	0,00225
50225	2x25	50	3,00	0,00305

Опора с ремешком

50332	32	50	0,54	0,00335
50340	40	50	0,66	0,00380
50350	50	25	0,44	0,00770
50363	63	25	0,72	0,00480
50375	75	1	0,10	0,00036
50390	90	30	3,60	0,01557
503110	110	30	4,14	0,02373

Хомут металлический с шурупом

F-20.01	20	200	15,66	2,88000
F-25.01	25	150	12,71	0,01500
F-32.01	32	100	9,20	0,01500
F-40.01	40	100	9,61	0,01600
F-50.01	50	100	10,59	0,01900
F-63.01	63	100	11,96	0,02500
F-75.01	75	50	7,88	0,01500
F-90.01	90	50	8,91	0,01900
F-110.01	110	50	13,15	0,03000

Хомут металлический без шурупа с гайкой

F-20.03	20	200	14	0,012
F-25.03	25	150	11,70	0,011
F-32.03	32	100	8,50	0,01
F-40.03	40	100	9	0,012
F-50.03	50	100	10	0,015
F-63.03	63	100	12	0,0182
F-75.03	75	50	6,8	0,015
F-90.03	90	50	7,5	0,018
F-110.03	110	50	8,25	0,027

Хомут металлический подвесной без резинового уплотнения

F-32.04	32	100	25,0	0,032
F-40.04	40	100	28,5	0,046
F-50.04	50	100	29,5	0,057
F-63.04	63	100	20,0	0,046
F-75.04	75	50	36,0	0,057
F-90.04	90	50	19,0	0,046
F-110.04	110	50	21,0	0,046

Артикул	Наименование	Количество в упаковке, шт.
---------	--------------	----------------------------

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Зачистное приспособление для труб Stabi

6012025	20-25	1
6013240	32-40	1
6015063	50-63	1
6010075	75	1

Комплект для сварки

40320650	HK-32-650 (20-32)	1
40639850	HK-63-850 (16-63)	1
410320650	WS-40-650 (20-32)	1
410400800	WS-63-800 (20-40)	1
410001200	WS-110-1200 (без насадок)	1

Механическая сварочная машина

411101200	WS-110-1200 (20-110)	
-----------	----------------------	--

Насадки к комплекту для сварки с болтами

412020	1S/WS 20	1
412025	1S/WS 25	1
412032	1S/WS 32	1
412040	1S/WS 40	1
412050	1S/WS 50	1
412063	1S/WS 63	1
412075	1S/WS 75	1
412090	1S/WS 90	1
412110	1S/WS 110	1

Насадки к комплекту для сварки и монтажа вварных седел

412032110	2S/WS 110/32	1
412032063	2S/WS 63/32	1
412032075	2S/WS 75/32	1
412032090	2S/WS 90/32	1

Натяжной ключ с поясом

410	Натяжной ключ с поясом	1
-----	------------------------	---

Ножницы

61040	N-40	1
61075	N-75	1

Сверло к комплекту для сварки

4100205	HS/WS 20-25	1
4100320	HS/WS 32	1
4100400	HS/WS 40	1
4100500	HS/WS 50	1
4100630	HS/WS 63	1

ПРИЛОЖЕНИЕ №1. ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ НАПОРНЫХ ТРУБ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ К НИМ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА (В СООТВЕТСТВИИ С ДАННЫМИ, ПРИВЕДЕННЫМИ В DIN 80721-1982).

Условные обозначения:

С – стоек;
УС – условно стоек;
НС – не стоек;
– – недостаточно информации.

Символы, описывающие химические концентрации:

VL – концентрация менее 10%;
L – концентрация более 10%;
GL – насыщенный раствор при 20°C;
Н – стандартный состав;
TR – технически чистая (химически).

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Ацетальдегид	TR	УС	-	-
Ацетальфенон	TR	С	С	-
Ангидрид уксусной к-ты	TR	С	-	-
Уксусная к-та, разбав.	TR	С	УС	НС
Уксусная к-та, разбав.	40%	С	С	-
Ацетон	TR	С	-	-
Кислотный ацетангидрид	40%	С	С	-
Акрилонитрил	TR	С	УС	-
Адипиновая к-та	TR	С	С	-
Воздух	TR	С	С	-
Сульфат Al ₂ (SO ₄) ₃ – Me – Me III	GL	С	С	-
Аллиловый спирт, разбав.	96%	С	С	-
Квасцы	TR	С	С	-
Хлорид алюминия	GL	С	С	-
Сульфат алюминия	GL	С	С	-
Амберная к-та	GL	С	С	-
Двуаминотанол	TR	С	С	-
Аммиак, газ	TR	С	С	-
Аммиак, жидк.	TR	С	С	-
Анилин	TR	С	-	-

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Хлорид аммония	L	С	С	-
Нитрат аммония	GL	С	С	С
Фосфат аммония	GL	С	С	С
Сульфат аммония	GL	С	С	С
Ацетат амила	TR	УС	С	-
Амиловый спирт	TR	С	-	С
Анилин	TR	С	С	-
Гидрохлорид анилина	GL	С	УС	-
Анон	TR	УС	С	-
Анон (циклогексанон)	TR	УС	УС	НС
Антифриз	Н	С	НС	С
Трихлорид антимония	90%	С	С	-
Яблочная к-та	L	С	С	-
Яблочная к-та	GL	С	С	-
Яблочное вино (орто)	Н	С	С	-
Царская водка	Н	С	С	С
Мышьяковая к-та	40%	С	С	-
Мышьяковая к-та	80%	С	С	УС
Гидроксид бария	GL	С	С	С

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Аммиак, вода	GL	С	С	-
Ацетат аммония	GL	С	С	-
Карбонат аммония	GL	С	С	-
Хлорид аммония	GL	С	-	-
Бензол	TR	УС	НС	НС
Хлорид бензила	TR	УС	-	-
Бура	L	С	С	-
Борная к-та	GL	С	С	С
Бром	TR	НС	НС	НС
Пары брома	Все	УС	НС	НС
Бутадиен, газ	TR	УС	НС	НС
Бутан (2) диол (1,4)	TR	С	С	-
Бутадиол	TR	С	С	-
Бутантриол (1,2,4)	TR	С	С	-
Бутин (2) диол (1,4)	TR	С	-	-
Ацетат бутила	TR	УС	НС	НС
Бутиловый спирт	TR	С	УС	УС
Бутиловый фенол	GL	С	-	-
Бутиловый фенол	TR	НС	-	-
Бутиленовый гликоль	10%	С	УС	-
Бутиленовый гликоль	TR	С	-	-
Бутилен, жидк.	TR	УС	-	-
Карбонат кальция	GL	С	С	С
Хлорид кальция	GL	С	С	С
Гидрохлорид кальция	GL	С	С	С
Гипохлорит кальция	L	С	-	-
Нитрат кальция	GL	С	С	-
Карболин	Н	С	-	-

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Соли бария	GL	С	С	С
Аккумуляторная к-та	Н	С	С	-
Пиво	Н	С	С	С
Альдегид	GL	С	С	-
Смесь бензин-бензол	80/90/2009	УС	НС	НС
Хлор	GL	УС	НС	НС
Хлор, газ	TR	НС	НС	НС
Хлор, вода	TR	НС	НС	НС
Хлоруксусная к-та	L	С	С	-
Хлорбензол	TR	УС	-	-
Хлороформ	TR	УС	НС	НС
Хлорсульфоновая к-та	TR	НС	НС	НС
Хромовая к-та	40%	УС	УС	НС
Хромовая к-та/серн.к-та/вода	15\35\50%	НС	НС	НС
Кротоновый альдегид	TR	С	-	-
Лимонная к-та	VL	С	С	С
Лимонная к-та	VL	С	С	С
Городской газ	Н	С	-	-
Кокосовый жирный спирт	TR	С	УС	-
Кокосовое масло	TR	С	-	-
Коньяк	Н	С	С	-
Хлорид меди (II)	GL	С	С	-
Цианид меди (I)	GL	С	С	-
Нитрат меди (II)	30%	С	С	С
Сульфат меди	GL	С	С	-
Кукурузное масло	TR	С	УС	-
Хлопковое масло	TR	С	С	-
Крезол	90%	С	С	-
Крезол	>90%	С	-	-

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Диоксид углерода, газ	Все	C	C	-
Диоксид углерода, жидк.	Все	C	C	-
Карбонимоноксид	Все	C	C	-
Карбонсulfид	TB	HC	HC	HC
Каустиковая сода	60%	C	C	C
Хлорал	TR	C	C	-
Хлорамим	L	C	-	-
Хлорэтанол	TR	C	C	-
Хлорноватая к-та	1%	C	YC	HC
Хлорноватая к-та	10%	C	YC	HC
Хлорноватая к-та	20%	C	HC	HC
Хлор	0,5%	YC	-	-
Хлор	1%	HC	HC	HC
Дигликолевая к-та	GL	C	C	-
Дигексил фаталата	TR	C	YC	-
Ди-исо октил-фаталата	TR	C	YC	-
Ди-исо пропи-лэфир	TR	YC	HC	-
Диметилформамид	TR	C	C	-
Диметилловый амин	100%	C	-	-
Ди-н бутиловый эфир	TR	YC	-	-
Динониловый фаталат	TR	C	YC	-
Диоктиловый фаталат	TR	C	YC	-
Диоксан	TR	YC	YC	-
Питьевая вода	TP	C	C	C
Этанол	1	C	C	-

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Циклогексан	TR	C	-	-
Циклогексанол	TR	C	YC	-
Циклогексанон	TR	YC	HC	HC
Декстрин	L	C	C	-
Глюкоза	20%	C	C	C
1,2 диаминэтан	TR	C	C	-
Дихлоруксусная к-та	TR	YC	-	-
Дихлоруксусная к-та	50%	C	C	-
Дихлорбензин	TR	YC	-	-
Дихлорэтилен (1,1 -2,2)	TR	YC	-	-
Дизельная смазка	H	C	YC	-
Диэтиловый амин	TR	C	-	-
Диэтиловый эфир	TR	C	YC	-
Глицерин	TR	C	C	C
Гликолиевая к-та	30%	C	YC	-
Топленый животный жир	H	YC	-	-
HCNMO ₃	75%/25%	HC	HC	HC
Гептан	TR	C	YC	HC
Гексан	TR	C	YC	-
Гексантириол (1, 2, 6)	TR	C	C	-
Гидразингидрат	TR	C	-	-
Фтороводородная к-та	40%	C	YC	HC
Соляная к-та	20%	C	C	-
Соляная к-та	20 - 36 %	C	YC	YC
Фтористоводородная к-та	40%	C	C	-
Фтористоводородная к-та	70%	C	YC	-
Водород	TR	C	C	-

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Этанол + 2% толуола	96%	C	-	-
Этилацетат	TR	C	YC	HC
Этиловый спирт	TR	C	C	C
Этиловый бензол	TR	YC	HC	HC
Этиловый хлорид	TR	HC	HC	HC
Этиленовый диамин	TR	C	C	-
Этиленовый гликоль	TR	C	C	C
Оксид этилена	TR	HC	-	-
Кислота жирного ряда	20%	C	-	-
Жирные кислоты > C4	TR	C	YC	-
Брожение солода	H	C	C	-
Соли удобрений	GL	C	C	-
Пленочная ванна	H	C	C	-
Фтор	TP	HC	-	-
Кремнефтористоводородная к-та	32%	C	C	-
Формальдегид	40%	C	C	-
Муравьиная к-та	10%	C	C	YC
Муравьиная к-та	85%	C	YC	HC
Фруктоза	-	C	C	C
Фруктовые соки	H	C	C	C
Фурфуроловый спирт	TR	C	YC	-
Желатин	L	C	C	C
Глюкоза	20%	C	C	C
Метиламин	32%	C	-	-
Метилбромид	TR	HC	HC	HC
Метилхлорид	TR	HC	HC	HC

Агрессивная среда	Концентрация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Проксид водорода	30%	C	YC	-
Цианистоводородная к-та	TR	C	C	-
Сернистый гидроксил-аммоний	12%	C	C	-
Лодинового раствор	H	C	YC	-
Изооктан	TR	C	YC	HC
Изопропил	TR	C	C	C
Керосин	H	C	YC	HC
а- оксипропиновая к-та	90%	C	C	-
Ланолин	H	C	YC	-
Ацетат свинца	GL	C	C	HC
Льняное масло	H	C	C	C
Смазочные масла	TR	C	YC	HC
Хлорид магния	GL	C	C	C
Гидроксикарбонат магния	GL	C	HC	HC
Соли магния	GL	C	C	-
Сульфат магния	GL	C	C	C
Ментол	TR	C	YC	-
Метанол	TR	C	C	-
Метанол	5%	C	C	YC
Метилацетат	TR	C	C	-
Фосфорная (ортофосфорная) к-та	85%	C	C	C
Оксихлорид фосфора	TR	YC	-	-
Фталевая к-та	GL	C	C	-
Фотоэмульсии	H	C	C	-
Ванны с фото-закрепителем	H	C	C	-
Пикриновая к-та	GL	C	-	-
Бихромат калия	GL	C	C	-
Бромат калия	10%	C	C	-

Агрессивная среда	Концен-трация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Метилэтилкетон	TR	C	YC	-
Ртуть	TR	C	C	-
Соли ртути	GL	C	C	C
Молоко	H	C	C	C
Минеральная вода	H	C	C	C
Меласса	H	C	C	C
Моторное масло	TR	C	YC	C
Природный газ	TR	C	-	-
Соли никеля	GL	C	HC	-
Азотная к-та	10%	C	YC	HC
Азотная к-та	10-50%	YC	HC	HC
Азотная к-та	>50%	HC	HC	HC
2-нитролуол	TR	CC	YC	-
Азотистые газы	Все	CC	C	-
Олеум (H2304+CO3)	TR	HC	HC	HC
Оливковое масло	TR	C	C	YC
Щавельная к-та	GL	C	C	HC
Кислород	TR	C	-	-
Озон	0,5 ррт	C	YC	-
Парафиновые эмульсии	H	C	C	-
Парафиновое масло	TR	C	C	HC
Перхлорная к-та	20%	C	C	-
Перхлорэтилен	TR	YC	YC	-
Нефть	TR	C	YC	-
Эфир нефти	TR	C	YC	-
Фенол	5%	C	C	-
Фенол	90%	C	-	-
Фенил гидрозил	TR	YC	YC	-
Гидрохлорид фенил гидрозина	TR	C	YC	-
Фосген	TR	YC	YC	-

Агрессивная среда	Концен-трация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Бромид калия	L	C	C	-
Карбонат калия	GL	C	C	-
Хлорат калия	GL	C	C	-
Хлорид калия	GL	C	C	-
Хромат калия	GL	C	C	-
Цианид калия	L	C	C	-
Фторид калия	GL	C	C	-
Гидрогенкарбоната калия	GL	C	C	-
Гидроксид калия	50%	C	C	C
Йодид калия	GL	C	C	-
Нитрат калия	GL	C	C	-
Перхлорат калия	10%	C	C	-
Перманганат калия	GL	C	HC	-
Персульфат калия	GL	C	C	-
Сульфат калия	GL	C	C	-
Пропан, газ	TR	C	-	-
Пропанол (1)	TR	C	C	-
Пропаргиловый спирт	7%	C	C	-
Пропионовая (пропановая) к-та	>50%	C	-	-
Пропиленовый гликоль	TR	C	C	-
Пиридин	TR	YC	YC	-
Морская вода	H	C	C	C
Кремниевая к-та	Все	C	C	-
Кремнефтористая к-та	32%	C	C	-
Силиконовая эмульсия	H	C	C	-
Силиконовое масло	TR	C	C	C
Дегтярное масло	H	C	HC	HC

Агрессивная среда	Концен-трация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Фосфаты	GL	C	C	-
Нитрат серебра	GL	C	C	YC
Соли серебра	GL	C	C	-
Ацетат натрия	GL	C	C	C
Бензоат натрия	35%	C	C	-
Бикарбонат натрия	GL	C	C	C
Бисульфат натрия	GL	C	C	-
Бисульфит натрия	L	C	-	-
Карбонат натрия	50%	C	C	YC
Хлорат натрия	GL	C	C	-
Хлорид натрия	VL	C	C	C
Хлорит натрия	2-20%	C	YC	HC
Хромат натрия	GL	C	C	C
Гидрат натрия	60%	C	C	C
Гипохлорид натрия	20%	HC	HC	HC
Гипохлорит натрия	10%	C	-	-
Гипохлорит натрия	20%	YC	YC	HC
Нитрат натрия	GL	C	C	-
Силикат натрия	L	C	C	-
Сульфат натрия	GL	C	C	-
Сульфид натрия	GL	C	C	-
Сульфид натрия	40%	C	C	C
Тиосульфат натрия	GL	C	C	-
Трифосфат натрия	01	C	C	C
Соевое масло	TR	C	YC	-
Крахмальный раствор	Все	C	C	-
Крахмальный сироп	Все	C	C	-
Диоксид серы	Все	C	C	-

Агрессивная среда	Концен-трация	Химическая стойкость		
		20°C	60°C	100°C
Тетрахлорэтан	TR	YC	HC	HC
Тетрахлорэтилен	TR	YC	YC	-
Тетрахлорметан	TR	HC	HC	HC
Тетраэтил свинца	TR	C	-	-
Тетрагидрофуран	TR	YC	HC	HC
Тетрагидронафтаден	TR	HC	HC	HC
Трионилхлорид	TR	YC	HC	HC
Тин (II) хлорид	GL	C	C	-
Тин (IV) хлорид	GL	C	C	-
Толуол	TR	YC	HC	HC
Трихлорэтилен	TR	HC	HC	HC
Трихлорацетиленовая к-та	50%	C	C	-
Трикрезилфосфат	TR	C	YC	-
Тританоламин	L	C	-	-
Винный уксус	H	C	C	C
Ксилол, диметилбензол	TR	YC	HC	HC
Дрожжи	Все	C	-	-
Цинк	GL	C	C	-
Триоктил фосфат	TR	C	-	-
Мочевина	GL	C	C	-
Вазелиновое масло	TR	C	YC	-
Уксус	H	C	C	C
Винилацетат	TB	C	YC	-
Стиральный порошок	VI	C	C	-
Вода, чистая	H	C	C	C
Воск	H	C	YC	-
Винная к-та	10%	C	C	-
Вина	H	C	C	-

Агрессивная среда	Концен-трация	Химическая стойкость		
		20°С	60°С	100°С
Диоксид серы, газ	TR	C	C	-
Диоксид серы, жидк.	Все	C	C	-
Серная к-та	10%	C	C	C
Серная к-та	10-80%	C	C	-
Серная к-та	80% -TR	УС	НС	-
Олеум	Все	C	C	-
Триоксид серы	Все	C	C	-

ПРИЛОЖЕНИЕ №2. ДОПУСТИМОЕ РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ И РАСЧЕТНЫЙ СРОК СЛУЖБЫ ДЛЯ НАПОРНЫХ ТРУБ ИЗ РР-Р И РР-РСТ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ВОДЫ.

Коэффициент запаса прочности (SF) составляет 1,25.

Таблица 1

Темпера-тура воды, °С	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
10	1	5,3	6,6	8,4	12,6	13,3	21,1	26,5	33,4	42,1	53,0
	5	4,9	6,2	7,9	11,9	12,5	19,8	25,0	31,5	39,7	49,9
	10	4,8	6,1	7,7	11,6	12,2	19,3	24,4	30,7	38,6	48,7
	25	4,7	5,9	7,4	11,2	11,8	18,7	23,6	29,7	37,4	47,0
	50	4,5	5,7	7,2	10,9	11,5	18,2	23,0	28,9	36,4	45,9
	100	4,4	5,6	7,0	10,7	11,2	17,8	22,4	28,2	35,5	44,7
20	1	4,5	5,6	7,1	10,8	11,3	18,0	22,6	28,5	35,9	45,2
	5	4,2	5,3	6,7	10,1	10,6	16,9	21,3	26,8	33,7	42,5
	10	4,1	5,2	6,5	9,9	10,4	16,4	20,7	26,1	32,8	41,4
	25	3,9	5,0	6,3	9,5	10,0	15,9	20,0	25,2	31,7	39,9
	50	3,8	4,8	6,1	9,3	9,7	15,4	19,5	24,5	30,9	38,9
	100	3,7	4,7	6,0	9,0	9,5	15,0	18,9	23,9	30,1	37,8
30	1	3,8	4,8	6,1	9,2	9,6	15,3	19,2	24,2	30,5	38,5
	5	3,6	4,5	5,7	8,6	9,0	14,3	18,0	22,7	28,6	36,0
	10	3,5	4,4	5,5	8,4	8,8	13,9	17,5	22,1	27,8	35,0
	25	3,3	4,2	5,3	8,1	8,4	13,4	16,9	21,3	26,8	33,8
	50	3,2	4,1	5,2	7,8	8,2	13,0	16,4	20,7	26,1	32,9
	100	3,1	4,0	5,0	7,6	8,0	12,7	16,0	20,1	25,4	31,9
40	1	3,2	4,1	5,1	7,8	8,2	13,0	16,3	20,6	25,9	32,6
	5	3,0	3,8	4,8	7,3	7,6	12,1	15,3	19,2	24,2	30,5
	10	2,9	3,7	4,7	7,1	7,4	11,8	14,8	18,7	23,5	29,6
	25	2,8	3,5	4,5	6,8	7,1	11,3	14,3	18,0	22,6	28,5
	50	2,7	3,4	4,3	6,6	6,9	11,0	13,9	17,4	22,0	27,7
	100	2,6	3,3	4,2	6,4	6,7	10,7	13,5	16,9	21,4	26,9
50	1	2,7	3,4	4,3	6,6	6,9	11,0	13,8	17,4	21,9	27,6
	5	2,5	3,2	4,0	6,1	6,4	10,2	12,9	16,2	20,4	25,7
	10	2,5	3,1	3,9	5,9	6,2	9,9	12,5	15,7	19,8	25,0
	25	2,4	3,0	3,8	5,7	6,0	9,5	12,0	15,1	19,0	24,0
	50	2,3	2,9	3,6	5,5	5,8	9,2	11,6	14,7	18,5	23,3
	100	2,2	2,8	3,5	5,4	5,6	9,0	11,3	14,2	17,9	22,6

Продолжение таблицы 1

Темпе-ра- тура воды, °C	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
60	1	2,3	2,9	3,6	5,5	5,8	9,2	11,6	14,7	18,5	23,3
	5	2,1	2,7	3,4	5,1	5,4	8,6	10,8	13,6	17,2	21,6
	10	2,1	2,6	3,3	5,0	5,2	8,3	10,5	13,2	16,6	21,0
	25	2,0	2,5	3,1	4,8	5,0	8,0	10,1	12,7	16,0	20,1
	50	1,9	2,4	3,0	4,6	4,9	7,7	9,7	12,3	15,5	19,5
70	1	1,9	2,4	3,1	4,6	4,9	7,8	9,8	12,3	15,5	19,6
	5	1,8	2,2	2,8	4,3	4,5	7,2	9,1	11,4	14,4	18,1
	10	1,7	2,2	2,7	4,2	4,4	7,0	8,8	11,1	13,9	17,5
	25	1,5	1,9	2,4	3,6	3,8	6,0	7,6	9,6	12,1	15,2
	50	1,2	1,6	2,0	3,0	3,2	5,1	6,4	8,1	10,2	12,8
80	1	1,6	2,0	2,6	3,9	4,1	6,5	8,2	10,3	13,0	16,4
	5	1,4	1,8	2,3	3,4	3,6	5,7	7,2	9,1	11,5	14,5
	10	1,2	1,5	1,9	2,9	3,0	4,8	6,1	7,7	9,7	12,2
	25	0,9	1,2	1,5	2,3	2,4	3,9	4,9	6,2	7,8	9,8
95	1	1,1	1,4	1,8	2,7	2,9	4,6	5,8	7,3	9,2	11,6
	5	0,7	0,9	1,2	1,8	1,9	3,1	3,9	4,9	6,2	7,8
	(10) ^a	(0,6)	(0,8)	(1,0)	(1,5)	(1,6)	(2,6)	(3,3)	(4,1)	(5,2)	(6,6)

^a Величины, указанные в скобках, применяются в случае проведения испытания напорных труб сроком более 1 года при температуре транспортируемой жидкости 110°C.

Коэффициент запаса прочности (SF) составляет 1,5.

Таблица 2

Темпе- ратура воды, °C	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
10	1	4,4	5,5	7,0	10,5	11,1	17,5	22,1	27,8	35,1	44,1
	5	4,1	5,2	6,6	9,9	10,4	16,5	20,8	26,2	33,0	41,6
	10	4,0	5,1	6,4	9,7	10,1	16,1	20,3	25,6	32,2	40,5
	25	3,9	4,9	6,2	9,3	9,8	15,6	19,6	24,7	31,1	39,2
	50	3,8	4,8	6,0	9,1	9,6	15,2	19,1	24,1	30,3	38,2
	100	3,7	4,6	5,9	8,9	9,3	14,8	18,6	23,5	29,6	37,2

Продолжение таблицы 2

Темпе- ратура воды, °C	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
20	1	3,7	4,7	5,9	9,0	9,4	15,0	18,8	23,7	29,9	37,7
	5	3,5	4,4	5,6	8,4	8,9	14,1	17,7	22,3	28,1	35,4
	10	3,4	4,3	5,4	8,2	8,6	13,7	17,2	21,7	27,4	34,5
	25	3,3	4,1	5,2	7,9	8,3	13,2	16,6	21,0	26,4	33,3
	50	3,2	4,0	5,1	7,7	8,1	12,9	16,2	20,4	25,7	32,4
	100	3,1	3,9	5,0	7,5	7,9	12,5	15,8	19,9	25,0	31,5
30	1	3,2	4,0	5,0	7,6	8,0	12,7	16,0	20,2	25,4	32,0
	5	3,0	3,7	4,7	7,2	7,5	11,9	15,0	18,9	23,8	30,0
	10	2,9	3,6	4,6	7,0	7,3	11,6	14,6	18,4	23,2	29,2
	25	2,8	3,5	4,4	6,7	7,0	11,2	14,1	17,7	22,3	28,1
	50	2,7	3,4	4,3	6,5	6,8	10,9	13,7	17,2	21,7	27,4
	100	2,6	3,3	4,2	6,3	6,6	10,6	13,3	16,8	21,1	26,6
40	1	2,7	3,4	4,3	6,5	6,8	10,8	13,6	17,1	21,6	27,2
	5	2,5	3,2	4,0	6,0	6,3	10,1	12,7	16,0	20,2	25,4
	10	2,4	3,1	3,9	5,9	6,2	9,8	12,3	15,5	19,6	24,7
	25	2,3	2,9	3,7	5,6	5,9	9,4	11,9	15,0	18,8	23,7
	50	2,3	2,9	3,6	5,5	5,8	9,2	11,5	14,5	18,3	23,1
	100	2,2	2,8	3,5	5,3	5,6	8,9	11,2	14,1	17,8	22,4
50	1	2,3	2,8	3,6	5,5	5,7	9,1	11,5	14,5	18,2	23,0
	5	2,1	2,7	3,4	5,1	5,3	8,5	10,7	13,5	17,0	21,4
	10	2,0	2,6	3,3	4,9	5,2	8,2	10,4	13,1	16,5	20,8
	25	2,0	2,5	3,1	4,7	5,0	7,9	10,0	12,6	15,9	20,0
	50	1,9	2,4	3,0	4,6	4,8	7,7	9,7	12,2	15,4	19,4
	100	1,8	2,3	2,9	4,5	4,7	7,5	9,4	11,8	14,9	18,8
60	1	1,9	2,4	3,0	4,6	4,8	7,7	9,7	12,2	15,4	19,4
	5	1,8	2,2	2,8	4,3	4,5	7,1	9,0	11,3	14,3	18,0
	10	1,7	2,2	2,7	4,1	4,3	6,9	8,7	11,0	13,9	17,5
	25	1,6	2,1	2,6	4,0	4,2	6,6	8,4	10,5	13,3	16,7
	50	1,6	2,0	2,5	3,8	4,0	6,4	8,1	10,2	12,9	16,2
70	1	1,6	2,0	2,5	3,9	4,1	6,5	8,1	10,3	12,9	16,3
	5	1,5	1,9	2,4	3,6	3,8	6,0	7,5	9,5	12,0	15,1
	10	1,4	1,8	2,3	3,5	3,6	5,8	7,3	9,2	11,6	14,6
	25	1,2	1,5	2,0	3,0	3,1	5,0	6,3	8,0	10,0	12,7
	50	1,0	1,3	1,7	2,5	2,6	4,2	5,3	6,7	8,5	10,7

Продолжение таблицы 2

Темпе- ратура воды, °C	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
80	1	1,3	1,7	2,1	3,2	3,4	5,4	6,8	8,6	10,8	13,7
	5	1,2	1,5	1,9	2,9	3,0	4,8	6,0	7,6	9,6	12,1
	10	1,0	1,2	1,6	2,4	2,5	4,0	5,1	6,4	8,1	10,2
	25	0,8	1,0	1,2	1,9	2,0	3,2	4,1	5,1	6,5	8,1
95	1	0,9	1,2	1,5	2,3	2,4	3,8	4,8	6,1	7,6	9,6
	5	0,6	0,8	1,0	1,5	1,6	2,6	3,2	4,1	5,2	6,5
	(10) ^a	(0,5)	(0,6)	(0,8)	(1,3)	(1,3)	(2,2)	(2,7)	(3,4)	(4,3)	(5,5)

^a Величины, указанные в скобках, применяются в случае проведения испытания напорных труб сроком более 1 года при температуре транспортируемой жидкости 110°C.

Примечание: для напорных полипропиленовых трубопроводов, транспортирующих горячую воду, коэффициент запаса прочности (*SF*) следует принимать равным 1,5.

Коэффициент запаса прочности (*SF*) составляет 1,25.

Таблица 3

Темпе-ра- тура воды, °C	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
10	1	5,7	7,2	9,1	13,7	14,4	22,8	28,8	36,2	45,6	57,4
	5	5,5	7,0	8,8	13,3	14,0	22,1	27,9	35,1	44,2	55,7
	10	5,5	6,9	8,7	13,1	13,8	21,9	27,5	34,7	43,7	55,0
	25	5,4	6,8	8,5	12,9	13,5	21,5	27,1	34,1	42,9	54,0
	50	5,3	6,7	8,4	12,7	13,4	21,2	26,7	33,6	42,3	53,3
	100	5,2	6,6	8,3	12,6	13,2	20,9	26,3	33,2	41,8	52,6
20	1	5,0	6,3	7,9	11,9	12,5	19,9	25,0	31,5	39,7	50,0
	5	4,8	6,1	7,6	11,6	12,1	19,3	24,2	30,5	38,5	48,4
	10	4,7	6,0	7,5	11,4	12,0	19,0	23,9	30,1	37,9	47,8
	25	4,6	5,9	7,4	11,2	11,7	18,6	23,5	29,6	37,2	46,9
	50	4,6	5,8	7,3	11,0	11,6	18,4	23,1	29,2	36,7	46,2
	100	4,5	5,7	7,2	10,9	11,4	18,1	22,8	28,8	36,2	45,6

Продолжение таблицы 3

Темпе-ра- тура воды, °C	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
30	1	4,3	5,4	6,8	10,3	10,8	17,2	21,7	27,3	34,4	43,3
	5	4,1	5,2	6,6	10,0	10,5	16,6	20,9	26,4	33,2	41,8
	10	4,1	5,1	6,5	9,8	10,3	16,4	20,6	26,0	32,7	41,2
	25	4,0	5,0	6,4	9,6	10,1	16,1	20,2	25,5	32,1	40,4
	50	3,9	5,0	6,3	9,5	10,0	15,8	19,9	25,1	31,6	39,8
	100	3,9	4,9	6,2	9,4	9,8	15,6	19,7	24,8	31,2	39,3
40	1	3,7	4,6	5,9	8,9	9,3	14,8	18,6	23,5	29,6	37,2
	5	3,5	4,5	5,7	8,6	9,0	14,3	18,0	22,6	28,5	35,9
	10	3,5	4,4	5,6	8,4	8,8	14,1	17,7	22,3	28,1	35,4
	25	3,4	4,3	5,4	8,3	8,7	13,8	17,3	21,8	27,5	34,6
	50	3,4	4,3	5,4	8,1	8,5	13,6	17,1	21,5	27,1	34,1
	100	3,3	4,2	5,3	8,0	8,4	13,3	16,8	21,2	26,7	33,6
50	1	3,1	4,0	5,0	7,6	8,0	12,6	15,9	20,1	25,3	31,8
	5	3,0	3,8	4,8	7,3	7,7	12,2	15,3	19,3	24,3	30,6
	10	3,0	3,7	4,7	7,2	7,5	12,0	15,1	19,0	23,9	30,1
	25	2,9	3,7	4,6	7,0	7,4	11,7	14,7	18,6	23,4	29,5
	50	2,9	3,6	4,6	6,9	7,2	11,5	14,5	18,3	23,0	29,0
	100	2,8	3,5	4,5	6,8	7,1	11,3	14,3	18,0	22,6	28,5
60	1	2,7	3,4	4,2	6,4	6,7	10,7	13,5	17,0	21,4	27,0
	5	2,5	3,2	4,1	6,2	6,5	10,3	13,0	16,3	20,6	25,9
	10	2,5	3,2	4,0	6,1	6,4	10,1	12,7	16,0	20,2	25,5
	25	2,4	3,1	3,9	5,9	6,2	9,9	12,4	15,7	19,8	24,9
	50	2,4	3,0	3,8	5,8	6,1	9,7	12,2	15,4	19,4	24,5
70	1	2,2	2,8	3,6	5,4	5,7	9,0	11,3	14,3	18,0	22,7
	5	2,1	2,7	3,4	5,2	5,4	8,6	10,9	13,7	17,3	21,7
	10	2,1	2,6	3,3	5,1	5,3	8,5	10,7	13,5	16,9	21,3
	25	2,0	2,6	3,3	5,0	5,2	8,3	10,4	13,1	16,5	20,8
	50	2,0	2,5	3,2	4,9	5,1	8,1	10,2	12,9	16,2	20,5
80	1	1,8	2,3	3,0	4,5	4,7	7,5	9,5	11,9	15,0	18,9
	5	1,8	2,2	2,8	4,3	4,5	7,2	9,0	11,4	14,4	18,1
	10	1,7	2,2	2,8	4,2	4,4	7,0	8,9	11,2	14,1	17,7
	25	1,7	2,1	2,7	4,1	4,3	6,9	8,6	10,9	13,7	17,3
95	1	1,4	1,7	2,2	3,4	3,5	5,6	7,1	8,9	11,2	14,2
	5	1,3	1,7	2,1	3,2	3,3	5,3	6,7	8,5	10,7	13,5
	(10) ^a	(1,3)	(1,6)	(2,1)	(3,1)	(3,3)	(5,2)	(6,6)	(8,3)	(10,5)	(13,2)

^a Величины, указанные в скобках, применяются в случае проведения испытания напорных труб сроком более 1 года при температуре транспортируемой жидкости 110°C.

Коэффициент запаса прочности (SF) составляет 1,5.

Таблица 4

Темпе- ратура воды, °C	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
10	1	4,7	6,0	7,5	11,4	12,0	19,0	24,0	30,2	38,0	47,9
	5	4,6	5,8	7,3	11,1	11,6	18,4	23,2	29,3	36,9	46,4
	10	4,5	5,7	7,2	10,9	11,5	18,2	22,9	28,9	36,4	45,8
	25	4,5	5,6	7,1	10,7	11,3	17,9	22,5	28,4	35,7	45,0
	50	4,4	5,5	7,0	10,6	11,1	17,7	22,2	28,0	35,3	44,4
	100	4,3	5,5	6,9	10,5	11,0	17,4	21,9	27,6	34,8	43,8
20	1	4,1	5,2	6,6	9,9	10,4	16,6	20,9	26,3	33,1	41,7
	5	4,0	5,0	6,4	9,6	10,1	16,0	20,2	25,4	32,0	40,4
	10	3,9	5,0	6,3	9,5	10,0	15,8	19,9	25,1	31,6	39,8
	25	3,9	4,9	6,1	9,3	9,8	15,5	19,6	24,6	31,0	39,1
	50	3,8	4,8	6,1	9,2	9,6	15,3	19,3	24,3	30,6	38,5
	100	3,8	4,7	6,0	9,1	9,5	15,1	19,0	24,0	30,2	38,0
30	1	3,6	4,5	5,7	8,6	9,0	14,3	18,1	22,7	28,7	36,1
	5	3,4	4,3	5,5	8,3	8,7	13,9	17,4	22,0	27,7	34,9
	10	3,4	4,3	5,4	8,2	8,6	13,6	17,2	21,7	27,3	34,4
	25	3,3	4,2	5,3	8,0	8,4	13,4	16,9	21,2	26,8	33,7
	50	3,3	4,1	5,2	7,9	8,3	13,2	16,6	20,9	26,4	33,2
	100	3,2	4,1	5,1	7,8	8,2	13,0	16,4	20,6	26,0	32,7
40	1	3,1	3,9	4,9	7,4	7,8	12,3	15,5	19,6	24,6	31,0
	5	2,9	3,7	4,7	7,1	7,5	11,9	15,0	18,9	23,8	29,9
	10	2,9	3,7	4,6	7,0	7,4	11,7	14,7	18,6	23,4	29,5
	25	2,8	3,6	4,5	6,9	7,2	11,5	14,4	18,2	22,9	28,9
	50	2,8	3,5	4,5	6,8	7,1	11,3	14,2	17,9	22,6	28,4
	100	2,8	3,5	4,4	6,7	7,0	11,1	14,0	17,6	22,2	28,0
50	1	2,6	3,3	4,2	6,3	6,6	10,5	13,3	16,7	21,0	26,5
	5	2,5	3,2	4,0	6,1	6,4	10,1	12,8	16,1	20,3	25,5
	10	2,5	3,1	3,9	6,0	6,3	10,0	12,6	15,8	19,9	25,1
	25	2,4	3,0	3,8	5,8	6,1	9,7	12,3	15,5	19,5	24,6
	50	2,4	3,0	3,8	5,7	6,0	9,6	12,1	15,2	19,2	24,2
	100	2,3	2,9	3,7	5,7	5,9	9,4	11,9	15,0	18,9	23,8
60	1	2,2	2,8	3,5	5,3	5,6	8,9	11,2	14,2	17,8	22,5
	5	2,1	2,7	3,4	5,1	5,4	8,6	10,8	13,6	17,1	21,6
	10	2,1	2,6	3,3	5,0	5,3	8,4	10,6	13,4	16,8	21,2
	25	2,0	2,6	3,2	4,9	5,2	8,2	10,4	13,1	16,5	20,7
	50	2,0	2,5	3,2	4,8	5,1	8,1	10,2	12,8	16,2	20,4

Продолжение таблицы 4

Темпе- ратура воды, °C	Срок службы трубы, лет	Серия труб S									
		20	16	12,5	8,3	8	5	4	3,2	2,5	2
		Стандартное размерное отношение SDR									
		41	33	26	17,6	17	11	9	7,4	6	5
		Допустимое рабочее давление, бар									
70	1	1,8	2,3	3,0	4,5	4,7	7,5	9,4	11,9	15,0	18,9
	5	1,8	2,2	2,8	4,3	4,5	7,2	9,1	11,4	14,4	18,1
	10	1,7	2,2	2,8	4,2	4,4	7,0	8,9	11,2	14,1	17,8
	25	1,7	2,1	2,7	4,1	4,3	6,9	8,7	10,9	13,8	17,4
	50	1,7	2,1	2,7	4,0	4,2	6,8	8,5	10,7	13,5	17,0
80	1	1,5	1,9	2,5	3,7	3,9	6,2	7,9	9,9	12,5	15,8
	5	1,5	1,9	2,3	3,6	3,7	6,0	7,5	9,5	12,0	15,1
	10	1,4	1,8	2,3	3,5	3,7	5,9	7,4	9,3	11,7	14,8
	25	1,4	1,8	2,2	3,4	3,6	5,7	7,2	9,1	11,4	14,4
95	1	1,1	1,4	1,8	2,8	2,9	4,7	5,9	7,4	9,4	11,8
	5	1,1	1,4	1,7	2,6	2,8	4,4	5,6	7,1	8,9	11,2
	(10) ^a	(1,1)	(1,3)	(1,7)	(2,6)	(2,7)	(4,3)	(5,5)	(6,9)	(8,7)	(11,0)

^a Величины, указанные в скобках, применяются в случае проведения испытания напорных труб сроком более 1 года при температуре транспортируемой жидкости 110°C.

Примечание: для напорных полипропиленовых трубопроводов, транспортирующих горячую воду, коэффициент запаса прочности (SF) следует принимать равным 1,5.

ПРИЛОЖЕНИЕ №3. РАСЧЕТ СРОКА СЛУЖБЫ НАПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА РАНДОМСОПОЛИМЕРА ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ С ПОМОЩЬЮ ПРАВИЛА МАЙНЕРА.

Пример: Необходимо рассчитать срок службы напорного трубопровода из полипропилена рандомсополимера PP-R серии S2,5 (SDR6) PN20 для класса эксплуатации 2 (горячее водоснабжение с рабочей температурой транспортируемой воды 70°C) при максимальном рабочем давлении в системе 10 бар (1,0 МПа).

1). В соответствии с таблицей 4 настоящего руководства для указанного класса эксплуатации установлен следующий температурный режим в течение срока службы 50 лет:

$T_{\text{раб}} = T_1 = 70^\circ\text{C}$ — 49 лет, т.е. время действия данной температуры в течение года составляет $a_1 = 98\%$;
 $T_{\text{макс}} = T_2 = 80^\circ\text{C}$ — 1 год, т.е. $a_2 = 2\%$;
 $T_{\text{авар}} = T_3 = 95^\circ\text{C}$ — 100 ч, т.е. $a_3 = 0,0228\%$.

2). Определим расчетное напряжение в стенке напорной полипропиленовой трубы по следующей формуле:

$$\sigma_0 = p_{\text{макс}} \cdot S = 1,0 \cdot 2,5 = 2,5 \text{ МПа}$$

3). Расчетные коэффициенты запаса прочности при температурах $T_{\text{раб}}$, $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{авар}}$ согласно Приложению Ж ГОСТ Р 52134-2003 составляют соответственно: $C_1 = 1,5$; $C_2 = 1,3$; $C_3 = 1,0$.

4). Определим расчетные напряжения в стенке напорной полипропиленовой трубы с учетом коэф-

фициентов запаса прочности:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= C_1 \cdot \sigma_0 = 1,5 \cdot 2,5 = 3,75 \text{ МПа}; \\ \sigma_2 &= C_2 \cdot \sigma_0 = 1,3 \cdot 2,5 = 3,25 \text{ МПа}; \\ \sigma_3 &= C_3 \cdot \sigma_0 = 1,0 \cdot 2,5 = 2,5 \text{ МПа}.\end{aligned}$$

5). Пользуясь графиком, представленным на рисунке 1 настоящего руководства, определим время t_1 , t_2 , t_3 , которое напорная труба из полипропилена рандомсополимера PP-R может выдержать не разрушаясь при непрерывном действии каждой из указанных температур в отдельности при расчетных напряжениях в стенке данной трубы соответственно σ_1 , σ_2 , σ_3 .

Таким образом: $t_1 = 230000$ ч, $t_2 = 75000$ ч, $t_3 = 46000$ ч.
 6). Из правила Майнера следует, что если время до разрушения напорной полипропиленовой трубы составляет t_i (лет) при непрерывном действии температуры T_i , то отношение $1/t_i$ - это «доля повреждения», приходящаяся на год при непрерывном действии указанной температуры. Если действие данной температуры в течение года непрерывно и составляет величину a_i , то «доля годового повреждения» составит a_i/t_i .

Таким же способом определим «долю годового повреждения» для температур T_2 и T_3 .

Суммарное годовое повреждение (TYD), %, определяется по формуле:

$$TYD = \sum a_i/t_i$$

В таблице представлены результаты трех приближений. Расчет выполняется в часах.

σ_0 МПа	σ_1 МПа	t_1 ч	a_1 %	a_1/t_1 %/ч	σ_2 МПа	t_2 ч	a_2 %	a_2/t_2 %/ч	σ_3 МПа	t_3 ч	a_3 %	a_3/t_3 %/ч	$\sum a_i/t_i$ %/ч
2,5	3,75	2,3 10^5	98	4,26 10^{-4}	3,25	7,5 10^4	2	2,67 10^{-5}	2,5	4,6 10^4	0,0228	4,96 10^{-7}	4,53 10^{-4}

Срок службы напорной трубы из полипропилена рандомсополимера PP-R (t_x) является величиной обратной TYD и составляет:

$$t_x = 100/TYD = 100/4,53 \cdot 10^{-4} = 220751 \text{ ч или } 25,2 \text{ лет}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ №4.

Удельные потери напора для труб из PP-R серии S5 (SDR11) PN10.

Наружный диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Расход воды, л/с	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2
20	1,9	V, м/с	0,5339	0,5825	0,6310	0,6796	0,7281	0,7766	0,8252	0,8737	0,9223	0,9708
		1000-i, мм/м	34,1279	39,7686	45,7961	52,2064	58,9955	66,1599	73,6966	81,6025	89,8750	98,5117
25	2,3	V, м/с	0,3367	0,3673	0,3979	0,4285	0,4592	0,4898	0,5204	0,5510	0,5816	0,6122
		1000-i, мм/м	11,2694	13,1089	15,0716	17,1561	19,3610	21,6851	24,1274	26,6867	29,3623	32,1531
32	3,0	V, м/с	0,2073	0,2261	0,2450	0,2638	0,2827	0,3015	0,3204	0,3392	0,3580	0,3769
		1000-i, мм/м	3,5406	4,1107	4,7180	5,3621	6,0425	6,7589	7,5107	8,2978	9,1199	9,9765

Наружный диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Расход воды, л/с	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
20	1,9	V, м/с	1,2135	1,4562	1,6989	1,9416	2,1843	2,4270	2,6697	2,9124	3,1551	-
		1000-i, мм/м	147,0813	204,4629	270,4746	344,9726	427,8391	518,9752	618,2960	725,7279	841,2059	-
25	2,3	V, м/с	0,7653	0,9183	1,0714	1,2244	1,3775	1,5305	1,6836	1,8366	1,9897	2,1427
		1000-i, мм/м	47,8105	66,2485	87,4037	111,2255	137,6726	166,7102	198,3085	232,4416	269,0865	308,2228
32	3,0	V, м/с	0,4711	0,5653	0,6596	0,7538	0,8480	0,9422	1,0364	1,1307	1,2249	1,3191
		1000-i, мм/м	14,7703	20,3961	26,8328	34,0639	42,0756	50,8564	60,3965	70,6873	81,7212	93,4913
40	3,7	V, м/с	0,2997	0,3596	0,4195	0,4795	0,5394	0,5993	0,6593	0,7192	0,7791	0,8391
		1000-i, мм/м	4,9733	6,8452	8,9814	11,3758	14,0237	16,9209	20,0641	23,4500	27,0760	30,9397
50	4,6	V, м/с	0,1913	0,2296	0,2678	0,3061	0,3444	0,3826	0,4209	0,4592	0,4974	0,5357
		1000-i, мм/м	1,7004	2,3327	3,0524	3,8573	4,7457	5,7162	6,7675	7,8985	9,1082	10,3959

Наружный диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Расход воды, л/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
25	2,3	V, м/с	2,2958	2,4488	2,6019	2,7549	2,9080	3,0610	-	-	-	-
		1000-i, мм/м	349,8322	393,8979	440,4049	489,3392	540,6879	594,4392	-	-	-	-
32	3,0	V, м/с	1,4133	1,5076	1,6018	1,6960	1,7902	1,8844	2,0729	2,2613	2,4498	2,6382
		1000-i, мм/м	105,9917	119,2167	133,1614	147,8211	163,1915	179,2686	213,5286	250,5745	290,3826	332,9318
40	3,7	V, м/с	0,8990	0,9589	1,0189	1,0788	1,1387	1,1987	1,3185	1,4384	1,5583	1,6781
		1000-i, мм/м	35,0390	39,3718	43,9363	48,7310	53,7543	59,0047	70,1820	82,2532	95,2100	109,0449

50	4,6	V, м/с	0,5739	0,6122	0,6505	0,6887	0,7270	0,7653	0,8418	0,9183	0,9948	1,0714
		1000-i, мм/м	11,7606	13,2017	14,7186	16,3107	17,9773	19,7181	23,4202	27,4136	31,6950	36,2620
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Расход воды, л/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
63	5,8	V, м/с	0,3616	0,3857	0,4098	0,4340	0,4581	0,4822	0,5304	0,5786	0,6268	0,6750
		1000-i, мм/м	3,8465	4,3134	4,8044	5,3193	5,8579	6,4200	7,6142	8,9006	10,2784	11,7464
75	6,9	V, м/с	0,2551	0,2721	0,2891	0,3061	0,3231	0,3401	0,3741	0,4081	0,4422	0,4762
		1000-i, мм/м	1,6599	1,8599	2,0701	2,2904	2,5206	2,7608	3,2707	3,8195	4,4066	5,0318
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
32	3,0	V, м/с	2,8267	3,0151	-	-	-	-	-	-	-	-
		1000-i, мм/м	378,2033	426,1799	-	-	-	-	-	-	-	-
40	3,7	V, м/с	1,7980	1,9179	2,0377	2,1576	2,2774	2,3973	2,5172	2,6370	2,7569	2,8768
		1000-i, мм/м	123,7511	139,3224	155,7533	173,0386	191,1735	210,1536	229,9749	250,6335	272,1258	294,4484
50	4,6	V, м/с	1,1479	1,2244	1,3009	1,3775	1,4540	1,5305	1,6070	1,6836	1,7601	1,8366
		1000-i, мм/м	41,1121	46,2430	51,6528	57,3395	63,3016	69,5374	76,0454	82,8242	89,8726	97,1894
63	5,8	V, м/с	0,7233	0,7715	0,8197	0,8679	0,9161	0,9643	1,0126	1,0608	1,1090	1,1572
		1000-i, мм/м	13,3039	14,9502	16,6844	18,5061	20,4145	22,4091	24,4895	26,6551	28,9055	31,2402
75	6,9	V, м/с	0,5102	0,5442	0,5782	0,6122	0,6462	0,6802	0,7142	0,7483	0,7823	0,8163
		1000-i, мм/м	5,6946	6,3946	7,1316	7,9053	8,7154	9,5616	10,4438	11,3617	12,3151	13,3038
90	8,2	V, м/с	0,3527	0,3763	0,3998	0,4233	0,4468	0,4703	0,4938	0,5174	0,5409	0,5644
		1000-i, мм/м	2,3302	2,6147	2,9140	3,2280	3,5565	3,8995	4,2569	4,6286	5,0145	5,4145
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
40	3,7	V, м/с	2,9966	3,1165	-	-	-	-	-	-	-	-
		1000-i мм/м	317,5982	341,5722	-	-	-	-	-	-	-	-
50	4,6	V, м/с	1,9132	1,9897	2,0662	2,1427	2,2193	2,2958	2,3723	2,4488	2,5254	2,6019
		1000-i, мм/м	104,7734	112,6235	120,7387	129,1180	137,7605	146,6653	155,8315	165,2585	174,9453	184,8913
63	5,8	V, м/с	1,2054	1,2537	1,3019	1,3501	1,3983	1,4465	1,4947	1,5430	1,5912	1,6394
		1000-i, мм/м	33,6590	36,1613	38,7469	41,4153	44,1664	46,9997	49,9150	52,9120	55,9904	59,1500

75	6,9	V, м/с	0,8503	0,8843	0,9183	0,9523	0,9863	1,0203	1,0544	1,0884	1,1224	1,1564
		1000-i, мм/м	14,3277	15,3866	16,4802	17,6086	18,7714	19,9686	21,2001	22,4657	23,7653	25,0988
90	8,2	V, м/с	0,5879	0,6114	0,6349	0,6585	0,6820	0,7055	0,7290	0,7525	0,7760	0,7996
		1000-i, мм/м	5,8285	6,2565	6,6984	7,1542	7,6237	8,1069	8,6038	9,1143	9,6383	10,1759
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Расход воды, л/с	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4
50	4,6	V, м/с	2,6784	2,7549	2,8315	2,9080	2,9845	3,0610	3,1376	-	-	-
		1000-i, мм/м	195,0958	205,5580	216,2773	227,2531	238,4848	249,9717	261,7134	-	-	-
63	5,8	V, м/с	1,6876	1,7358	1,7840	1,8323	1,8805	1,9287	1,9769	2,0251	2,0733	2,1216
		1000-i, мм/м	62,3905	65,7117	69,1133	72,5952	76,1571	79,7988	83,5202	87,3210	91,2010	95,1601
75	6,9	V, м/с	1,1904	1,2244	1,2584	1,2924	1,3265	1,3605	1,3945	1,4285	1,4625	1,4965
		1000-i, мм/м	26,4661	27,8670	29,3015	30,7695	32,2708	33,8055	35,3733	36,9742	38,6082	40,2750
90	8,2	V, м/с	0,8231	0,8466	0,8701	0,8936	0,9171	0,9407	0,9642	0,9877	1,0112	1,0347
		1000-i, мм/м	10,7268	11,2912	11,8690	12,4601	13,0645	13,6821	14,3129	14,9569	15,6140	16,2842
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Расход воды, л/с	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4
63	5,8	V, м/с	2,1698	2,2180	2,2662	2,3144	2,3627	2,4109	2,4591	2,5073	2,5555	2,6037
		1000-i, мм/м	99,1981	103,3148	107,5101	111,7838	116,1357	120,5657	125,0737	129,6595	134,3229	139,0639
75	6,9	V, м/с	1,5305	1,5645	1,5985	1,6326	1,6666	1,7006	1,7346	1,7686	1,8026	1,8366
		1000-i, мм/м	41,9748	43,7073	45,4726	47,2705	49,1009	50,9639	52,8593	54,7871	56,7472	58,7395
90	8,2	V, м/с	1,0582	1,0818	1,1053	1,1288	1,1523	1,1758	1,1993	1,2229	1,2464	1,2699
		1000-i, мм/м	16,9675	17,6638	18,3731	19,0953	19,8305	20,5786	21,3396	22,1135	22,9002	23,6996
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Расход воды, л/с	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4
63	5,8	V, м/с	2,6520	2,7002	2,7484	2,7966	2,8448	2,8930	2,9413	2,9895	3,0377	3,0859
		1000-i, мм/м	143,8823	148,7779	153,7508	158,8006	163,9273	169,1309	174,4111	179,7679	185,2011	190,7107
75	6,9	V, м/с	1,8706	1,9047	1,9387	1,9727	2,0067	2,0407	2,0747	2,1087	2,1427	2,1767
		1000-i, мм/м	60,7641	62,8207	64,9095	67,0303	69,1830	71,3677	73,5842	75,8325	78,1127	80,4245
90	8,2	V, м/с	1,2934	1,3169	1,3404	1,3640	1,3875	1,4110	1,4345	1,4580	1,4815	1,5051
		1000 i, мм/м	24,5119	25,3369	26,1746	27,0250	27,8882	28,7639	29,6523	30,5533	31,4670	32,3931

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Расход воды, л/с	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4
75	6,9	V, м/с	2,2108	2,2448	2,2788	2,3128	2,3468	2,3808	2,4148	2,4488	2,4828	2,5169
		1000·i, мм/м	82,7680	85,1431	87,5498	89,9880	92,4578	94,9590	97,4915	100,0555	102,6508	105,2774
90	8,2	V, м/с	1,5286	1,5521	1,5756	1,5991	1,6226	1,6462	1,6697	1,6932	1,7167	1,7402
		1000 i, мм/м	33,3319	34,2831	35,2469	36,2232	37,2119	38,2131	39,2268	40,2528	41,2913	42,3421

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Расход воды, л/с	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4
75	6,9	V, м/с	2,5509	2,5849	2,6189	2,6529	2,6869	2,7209	2,7549	2,7890	2,8230	2,8570
		1000·i, мм/м	107,9352	110,6242	113,3444	116,0957	118,8782	121,6917	124,5362	127,4118	130,3182	133,2557
90	8,2	V, м/с	1,7637	1,7873	1,8108	1,8343	1,8578	1,8813	1,9048	1,9284	1,9519	1,9754
		1000 i, мм/м	43,4053	44,4809	45,5688	46,6691	47,7816	48,9064	50,0435	51,1929	52,3545	53,5284

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Расход воды, л/с	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8
75	6,9	V, м/с	2,8910	2,9250	2,9590	2,9930	3,0270	3,0610	3,1291	3,1971	-	-
		1000·i, мм/м	136,2240	139,2232	142,2532	145,3140	148,4056	151,5279	157,8647	164,3241	-	-
90	8,2	V, м/с	1,9989	2,0224	2,0459	2,0695	2,0930	2,1165	2,1635	2,2106	2,2576	2,3046
		1000 i, мм/м	54,7144	55,9127	57,1232	58,3458	59,5806	60,8276	63,3579	65,9366	68,5638	71,2392

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Расход воды, л/с	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5
90	8,2	V, м/с	2,3517	2,4692	2,5868	2,7044	2,8220	2,9396	3,0572	3,1747	-	-
		1000 i, мм/м	73,9627	80,9818	88,3001	95,9163	103,8293	112,0379	120,5412	129,3380	-	-

Удельные потери напора для труб из PP-R серии S2,5 (SDR6) PN20.

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2
16	2,7	V, м/с	1,2471	1,3605	1,4739	1,5873	1,7006	1,8140	1,9274	2,0408	2,1541	2,2675
		1000·i, мм/м	267,5406	312,7521	361,1955	412,8415	467,6638	525,6385	586,7440	650,9604	718,2694	788,6540
20	3,4	V, м/с	0,8042	0,8773	0,9504	1,0236	1,0967	1,1698	1,2429	1,3160	1,3891	1,4622
		1000·i, мм/м	91,9226	107,2812	123,7149	141,2128	159,7651	179,3630	199,9985	221,6643	244,3535	268,0599
25	4,2	V, м/с	0,5085	0,5547	0,6010	0,6472	0,6934	0,7397	0,7859	0,8321	0,8784	0,9246
		1000·i, мм/м	30,3415	35,3498	40,7008	46,3906	52,4160	58,7737	65,4610	72,4752	79,8139	87,4749
32	5,4	V, м/с	0,3118	0,3401	0,3685	0,3968	0,4252	0,4535	0,4818	0,5102	0,5385	0,5669
		1000·i, мм/м	9,3740	10,9008	12,5295	14,2589	16,0878	18,0152	20,0403	22,1621	24,3798	26,6928
40	6,7	V, м/с	0,1980	0,2160	0,2341	0,2521	0,2701	0,2881	0,3061	0,3241	0,3421	0,3601
		1000·i, мм/м	3,1766	3,6874	4,2315	4,8085	5,4179	6,0594	6,7327	7,4374	8,1734	8,9402

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
16	2,7	V, м/с	2,8344	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1000·i, мм/м	1186,1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	3,4	V, м/с	1,8278	2,1933	2,5589	2,9244	-	-	-	-	-	-
		1000·i, мм/м	401,6571	559,9455	742,4654	948,8538	-	-	-	-	-	-
25	4,2	V, м/с	1,1557	1,3869	1,6180	1,8492	2,0803	2,3114	2,5426	2,7737	3,0049	-
		1000·i, мм/м	130,5470	181,4163	239,9199	305,9291	379,3385	460,0593	548,0158	643,1418	745,3791	-
32	5,4	V, м/с	0,7086	0,8503	0,9920	1,1338	1,2755	1,4172	1,5589	1,7006	1,8423	1,9841
		1000·i, мм/м	39,6639	54,9305	72,4390	92,1471	114,0202	138,0290	164,1485	192,3569	222,6350	254,9657
40	6,7	V, м/с	0,4501	0,5401	0,6301	0,7202	0,8102	0,9002	0,9902	1,0802	1,1703	1,2603
		1000·i, мм/м	13,2306	18,2640	24,0215	30,4880	37,6512	45,5008	54,0278	63,2246	73,0843	83,6007
50	8,3	V, м/с	0,2889	0,3467	0,4045	0,4623	0,5201	0,5779	0,6356	0,6934	0,7512	0,8090
		1000·i, мм/м	4,5568	6,2702	8,2251	10,4160	12,8385	15,4887	18,3635	21,4600	24,7757	28,3085
63	10,5	V, м/с	0,1805	0,2166	0,2528	0,2889	0,3250	0,3611	0,3972	0,4333	0,4694	0,5055
		1000·i, мм/м	1,4809	2,0307	2,6563	3,3558	4,1276	4,9706	5,8836	6,8656	7,9158	9,0355

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
32	5,4	V, м/с	2,1258	2,2675	2,4092	2,5509	2,6927	2,8344	3,1178	-	-	-
		1000-i, мм/м	289,3334	325,7243	364,1255	404,5254	446,9131	491,2787	585,9069	-	-	-
40	6,7	V, м/с	1,3503	1,4403	1,5303	1,6204	1,7104	1,8004	1,9804	2,1605	2,3405	2,5205
		1000-i, мм/м	94,7684	106,5824	119,0382	132,1315	145,8586	160,2158	190,8076	223,8829	259,4203	297,4009
50	8,3	V, м/с	0,8668	0,9246	0,9824	1,0402	1,0979	1,1557	1,2713	1,3869	1,5024	1,6180
		1000-i, мм/м	32,0564	36,0175	40,1902	44,5729	49,1643	53,9631	64,1779	75,2087	87,0477	99,6879
63	10,5	V, м/с	0,5416	0,5777	0,6138	0,6499	0,6860	0,7222	0,7944	0,8666	0,9388	1,0110
		1000-i, мм/м	10,2180	11,4686	12,7848	14,1661	15,6119	17,1220	20,3329	23,7959	27,5082	31,4676
75	12,5	V, м/с	0,3822	0,4076	0,4331	0,4586	0,4841	0,5096	0,5605	0,6115	0,6624	0,7134
		1000-i, мм/м	4,3951	4,9291	5,4908	6,0799	6,6962	7,3395	8,7062	10,1788	11,7561	13,4370
90	15,0	V, м/с	0,2654	0,2831	0,3008	0,3185	0,3362	0,3539	0,3892	0,4246	0,4600	0,4954
		1000-i, мм/м	1,8257	2,0458	2,2772	2,5197	2,7733	3,0378	3,5992	4,2036	4,8503	5,5390
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
40	6,7	V, м/с	2,7006	2,8806	3,0607	-	-	-	-	-	-	-
		1000-i, мм/м	337,8076	380,6250	425,8389	-	-	-	-	-	-	-
50	8,3	V, м/с	1,7336	1,8492	1,9647	2,0803	2,1959	2,3114	2,4270	2,5426	2,6582	2,7737
		1000-i, мм/м	113,1232	127,3478	142,3567	158,1451	174,7085	192,0431	210,1449	229,0104	248,6364	269,0198
63	10,5	V, м/с	1,0832	1,1555	1,2277	1,2999	1,3721	1,4443	1,5165	1,5887	1,6610	1,7332
		1000-i, мм/м	35,6719	40,1191	44,8075	49,7355	54,9016	60,3044	65,9425	71,8149	77,9204	84,2579
75	12,5	V, м/с	0,7643	0,8153	0,8662	0,9172	0,9682	1,0191	1,0701	1,1210	1,1720	1,2229
		1000-i, мм/м	15,2205	17,1059	19,0922	21,1788	23,3650	25,6502	28,0338	30,5152	33,0940	35,7696
90	15,0	V, м/с	0,5308	0,5662	0,6016	0,6369	0,6723	0,7077	0,7431	0,7785	0,8139	0,8493
		1000-i, мм/м	6,2691	7,0404	7,8524	8,7049	9,5976	10,5301	11,5024	12,5140	13,5648	14,6546
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
50	8,3	V, м/с	2,8893	3,0049	3,1205	-	-	-	-	-	-	-
		1000-i, мм/м	290,1575	312,0469	334,6853	-	-	-	-	-	-	-

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
63	10,5	V, м/с	1,8054	1,8776	1,9498	2,0220	2,0943	2,1665	2,2387	2,3109	2,3831	2,4553
		1000-i, мм/м	90,8263	97,6248	104,6525	111,9085	119,3919	127,1021	135,0382	143,1996	151,5856	160,1956
75	12,5	V, м/с	1,2739	1,3248	1,3758	1,4268	1,4777	1,5287	1,5796	1,6306	1,6815	1,7325
		1000-i, мм/м	38,5416	41,4096	44,3732	47,4320	50,5856	53,8337	57,1759	60,6119	64,1415	67,7643
90	15,0	V, м/с	0,8846	0,9200	0,9554	0,9908	1,0262	1,0616	1,0970	1,1323	1,1677	1,2031
		1000-i, мм/м	15,7832	16,9504	18,1561	19,4000	20,6820	22,0019	23,3597	24,7552	26,1881	27,6585
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4
63	10,5	V, м/с	2,5276	2,5998	2,6720	2,7442	2,8164	2,8886	2,9608	3,0331	3,1053	3,1775
		1000-i, мм/м	169,0289	178,0849	187,3631	196,8628	206,5837	216,5251	226,6865	237,0676	247,6677	258,4865
75	12,5	V, м/с	1,7834	1,8344	1,8854	1,9363	1,9873	2,0382	2,0892	2,1401	2,1911	2,2420
		1000-i, мм/м	71,4800	75,2885	79,1893	83,1823	87,2673	91,4439	95,7120	100,0714	104,5218	109,0631
90	15,0	V, м/с	1,2385	1,2739	1,3093	1,3447	1,3800	1,4154	1,4508	1,4862	1,5216	1,5570
		1000-i, мм/м	29,1662	30,7111	32,2930	33,9119	35,5676	37,2600	38,9892	40,7548	42,5570	44,3955
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4
75	12,5	V, м/с	2,2930	2,3439	2,3949	2,4459	2,4968	2,5478	2,5987	2,6497	2,7006	2,7516
		1000-i, мм/м	113,6950	118,4174	123,2300	128,1327	133,1253	138,2077	143,3797	148,6410	153,9916	159,4314
90	15,0	V, м/с	1,5924	1,6277	1,6631	1,6985	1,7339	1,7693	1,8047	1,8401	1,8754	1,9108
		1000-i, мм/м	46,2703	48,1813	50,1285	52,1116	54,1308	56,1859	58,2768	60,4034	62,5657	64,7637
Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4
75	12,5	V, м/с	2,8025	2,8535	2,9045	2,9554	3,0064	3,0573	3,1083	3,1592	-	-
		1000-i, мм/м	164,9600	170,5775	176,2837	182,0784	187,9615	193,9328	199,9923	206,1398	-	-
90	15,0	V, м/с	1,9462	1,9816	2,0170	2,0524	2,0878	2,1231	2,1585	2,1939	2,2293	2,2647
		1000-i, мм/м	66,9972	69,2662	71,5707	73,9105	76,2856	78,6960	81,1416	83,6223	86,1381	88,6889

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4
90	15,0	V, м/с	2,3001	2,3355	2,3708	2,4062	2,4416	2,4770	2,5124	2,5478	2,5832	2,6185
		1000·i, мм/м	91,2748	93,8955	96,5512	99,2417	101,9670	104,7270	107,5217	110,3511	113,2151	116,1137

Наруж- ный диа- метр трубы, мм	Тол- щина стен- ки тру- бы, мм	Рас- ход воды, л/с	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4
90	15,0	V, м/с	2,6539	2,6893	2,7247	2,7601	2,7955	2,8309	2,8662	2,9016	2,9370	2,9724
		1000·i, мм/м	119,0467	122,0143	125,0163	128,0527	131,1234	134,2285	137,3679	140,5415	143,7493	146,9913

Удельные потери напора для труб из PP-R серии S3,2 (SDR7,4) PN16.

Наружный диаметр трубы, мм	20		25		32		40		50		63		75		90		110	
Расход Q, л/с	V, м/с	1000·i, мм/м	V, м/с	1000·i, мм/м	V, м/с	1000·i, мм/м	V, м/с	1000·i, мм/м	V, м/с	1000·i, мм/м	V, м/с	1000·i, мм/м	V, м/с	1000·i, мм/м	V, м/с	1000·i, мм/м	V, м/с	1000·i, мм/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,05	0,30	14,86	0,20	5,18	0,12	1,57												
0,1	0,61	48,97	0,39	16,84	0,24	5,04	0,15	1,75										
0,25	1,54	248,1	0,98	83,98	0,59	24,68	0,38	8,46	0,24	2,94								
0,5	3,07	871,3	1,97	291,7	1,18	84,67	0,76	28,71	0,49	9,85	0,30	3,19						
0,75			2,95	610,6	1,78	176	1,14	59,32	0,73	20,24	0,46	6,51						
1,0					2,37	297,1	1,51	99,74	0,97	33,89	0,61	10,85	0,43	4,73	0,30	1,95		
1,25					2,96	447	1,89	149,6	1,22	50,68	0,76	16,17	0,54	7,03	0,37	2,9	0,25	1,11
1,5							2,27	208,7	1,46	70,51	0,91	22,43	0,65	9,74	0,45	4,0	0,30	1,53
1,75							2,65	276,8	1,70	93,33	1,06	29,63	0,75	12,85	0,52	5,27	0,35	2,02
2,0							3,03	353,7	1,94	119,1	1,21	37,74	0,86	16,34	0,59	6,69	0,40	2,56
3,0									2,91	250,6	1,82	78,97	1,29	34,05	0,89	13,89	0,60	5,29
4,0											2,43	133,9	1,72	57,57	1,19	23,41	0,80	8,88
5,0											3,03	202	2,15	86,68	1,49	35,17	1,00	13,31
6,0													2,58	121,3	1,79	49,11	1,20	18,56
7,0													3,01	161,2	2,08	65,19	1,40	24,6
8,0															2,38	83,38	1,60	31,42
9,0															2,68	103,6	1,80	39,0
10,0															2,98	125,9	2,00	47,35
11,0																	2,20	56,44
12,0																	2,40	66,28
13,0																	2,60	76,85
14,0																	2,80	88,16
15,0																	3,00	100,2

ПРИЛОЖЕНИЕ №5. ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ.

В настоящем руководстве даны ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 52134-2003 (с изменением №1) «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления»;
- ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»;
- ГОСТ 24054-80 «Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования»;
- ГОСТ 25136-82 «Соединения трубопроводов. Методы испытаний на герметичность»;
- ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования»;
- СНиП 2.04.01-85* (с изменениями №1 и №2) «Внутренний водопровод и канализация зданий»;
- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- СНиП 3.05.01-85 (с изменением №1) «Внутренние санитарно-технические системы»;
- СНиП 2.04.14-88* «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»;
- СНиП 3.01.04-87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов»;
- СНиП 3.05.05-84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы»;
- СНиП III-4-80* «Техника безопасности в строительстве»;
- СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- СН 478-80 «Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб»;
- СН 550-82 «Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб»;

- ГОСТ 36-100.309-86 «Монтаж технологических трубопроводов. Техника безопасности»;
- СП 40-101-96 Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «Рандомсополимер»;
- СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов»;
- СП 40-103-98 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего внутреннего водоснабжения с использованием металлополимерных труб»;
- СП 41-102-98 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб»;
- СП 41-103-2000 «Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов»;
- ВСН 8-94 «Ведомственные строительные нормы по монтажу коллекторных систем внутреннего водопровода зданий с водосчетчиками, поквартирными запорно-распределительными кранами и гибкими подводками к санитарным приборам»;
- ВСН 47-96 Ведомственные строительные нормы по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения из полипропиленовых труб «Рандомсополимер» (PP-R);
- ВСН 69-97 «Инструкция по проектированию и монтажу систем отопления зданий из металлополимерных труб»;
- ТР 125-02 «Технические рекомендации по проектированию и монтажу внутренних систем водоснабжения, отопления и хладоснабжения из комбинированных полипропиленовых труб»;
- РД 39-22-113-78 «Временные правила защиты от проявлений статического электричества на производственных установках и сооружениях нефтяной и газовой промышленности».

This image shows a full page of a document template designed for writing. It features approximately 30 evenly spaced, thin horizontal grey lines across the entire width of the page. The background is white, and there are no margins, headers, or footers visible. This type of template is commonly used for teaching handwriting to children or as a general-purpose lined paper for note-taking.

[illegible]

[illegible][illegible]

Ваш дилер

www.heisskraft.ru