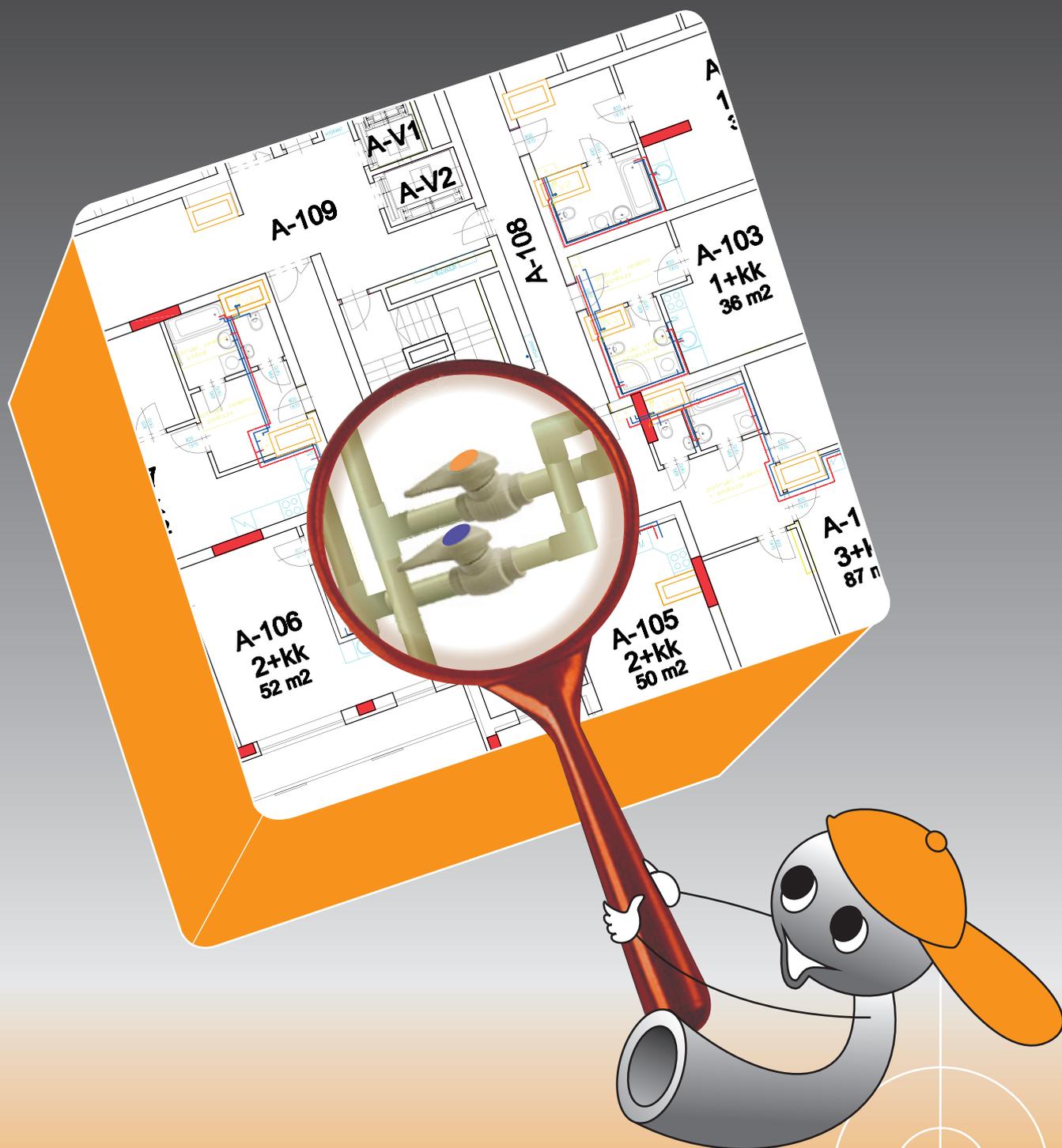


T3S.RU



SYSTEM®



Инструкция по монтажу и проектированию

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Преимущества применения системы T3S	2
2. Области применения системы T3S	3
3. Основные характеристики материала полипропилен PPR	3
4. Основные технические стандарты и предписания	4
5. Серии размеров и обозначения трубопроводов	4
6. Изотермы прочностных свойств, срок службы трубопровода	4-5
7. Таблицы эксплуатационных параметров трубопроводной системы T3S	6
8. Основная информация для проектирования трассы трубопровода	7
8.1. Определение изменений по длине	7
8.2. Компенсация изменений по длине	8-9
8.3. Расстояние между местами закрепления (опорами)	10
8.4. Изоляция трубопровода	10
9. Транспортировка и складирование	11
10. Гарантия, гарантийные условия	11

### ДЛЯ МОНТАЖНИКОВ

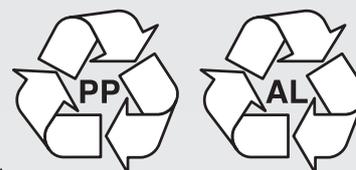
11. Процесс сварки	12
12. Основные принципы монтажа	13
13. Проводка трубопровода в полу, стене и шахте	14
13.1. Создание неподвижного/жесткого закрепления	14
13.2. Создание подвижного/скользящего закрепления	14
13.3. Проводка горизонтального, восходящего трубопровода / стояка и соединительного трубопровода	15
14. Испытания давлением / Протокол испытаний	16

### ДЛЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ

15. Потери давления в результате трения	17-22
16. Локальные потери в фасонных частях	23
17. Сертификаты	23

## 1. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ T3S

- Гигиеническая безвредность.
- Не корродирует, на внутренних стенках не образуются отложения.
- Простой, быстрый и чистый монтаж.
- Низкий уровень шума, низкие потери давления в результате трения.
- При правильном монтаже срок службы превышает 50 лет.
- Изделие с минимальным отрицательным воздействием на окружающую природную среду (возможность последующей переработки или экологически безвредного сжигания).



Система T3S произведена из полипропилена типа 3 (рандом сополимер), идеальна для транспортировки воды и других жидкостей при высоких и низких температурах, прежде всего в областях:

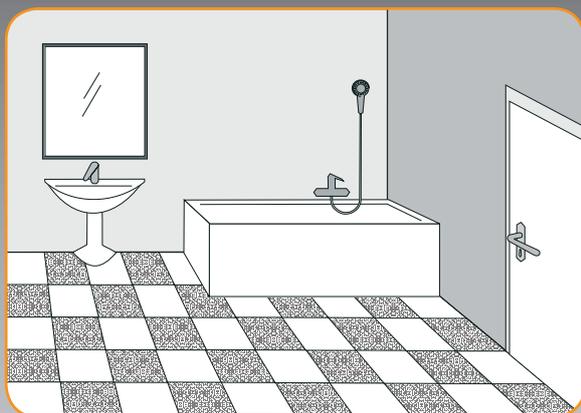


Рис. 1 – Водопроводные системы и кондиционирование.

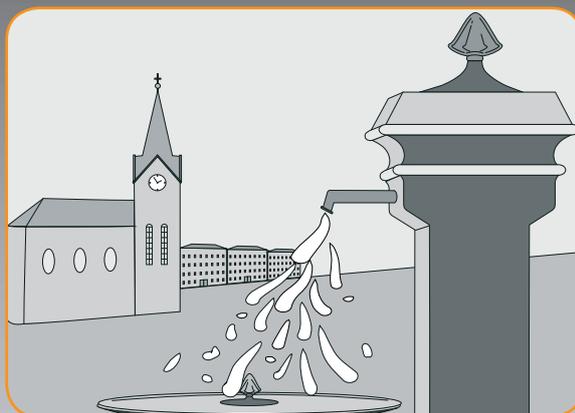


Рис. 2 – Транспортировка питьевой воды и других пищевых жидкостей.

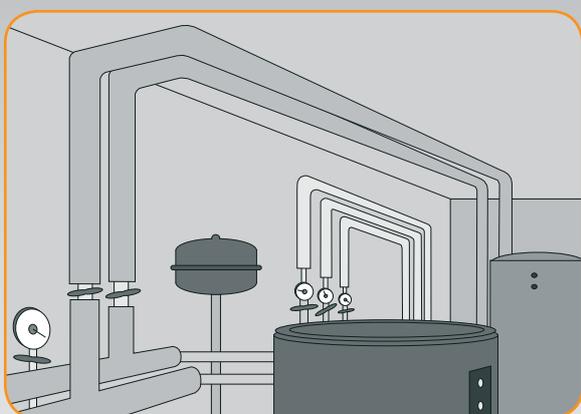


Рис. 3 – Системы отопления.

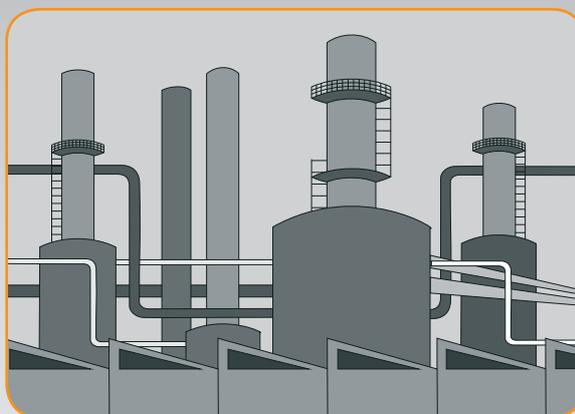


Рис. 4 – Транспортировка технической воды и воздуха на промышленных предприятиях.

Возможность применения трубопроводных систем для транспортировки разных химических соединений в жидкой и сыпучей форме нельзя однозначно определить в общем, без проведения детальной оценки каждой конкретной цели. В каждом конкретном случае необходимо знать точную концентрацию химического раствора, эксплуатационную температуру, максимальную температуру, эксплуатационное давление и требуемый срок службы. Такую оценку проводят специализированные проектные фирмы. Для основного ориентирования может быть применен немецкий стандарт DIN 8078, в приложении которого приведены основные свойства химической стойкости полипропилена. О возможности применения в химической промышленности также можно проконсультироваться с изготовителем трубопроводной системы (см. веб-сайт: [www.t3s.cz](http://www.t3s.cz)).

### 3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛА ПОЛИПРОПИЛЕН PPR

Трубы и фасонные части системы T3S изготовлены из сополимера полипропилена (также называемого, как статистический сополимер/random copolymer). Этот материал характеризуется такими отличными свойствами, как эластичность, непроницаемость, жесткость, специальная стойкость к высоким температурам и т.д. Для обозначения материала применяются сокращения: PPR, PP-R, PPRC, PPr.

Табл. 1 – Основные свойства материала

Свойство	Единица	Значение	
Удельный вес	г/см <sup>3</sup>	0,9	
Индекс точки расплава MFI 230°C/2,16 кг	г/10 мин	0,2 – 0,45	
Предел текучести	МПа	25 – 26	
Удлинение при пределе текучести	%	10 – 15	
Е модуль упругости при изгибе	Н/мм <sup>2</sup>	800 – 900	
Ударная вязкость Charpy:	23 °C	кДж/м <sup>2</sup>	20 – 23
	0 °C	кДж/м <sup>2</sup>	4 – 5
Коэффициент для температурного линейного расширения	мм/м °C	0,12	
Коэффициент теплопроводности	Вт/м °C	0,24	

Основные требования для изготовления, проведения испытаний и применения системы T3S регламентируются европейскими стандартами EN, международными стандартами ISO и немецкими стандартами DIN. Сварочные работы при проведении сварки системы регламентируются немецкими предписаниями DVS. Проведение контроля и испытаний в некоторых случаях дополнены предписаниями таких всемирно известных организаций и испытательных лабораторий, как например DVGW и SKZ.

Самые важные стандарты:

EN ISO 15874, DIN 8077, DIN 8078, DIN 16962, DVS 2207, DVS 2208, DVGW W 308.

## 5. СЕРИИ РАЗМЕРОВ И ОБОЗНАЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Пластиковые трубопроводные системы обычно изготавливаются и обозначаются в метрической системе измерений, а, конкретно, в миллиметрах. Эти размеры (миллиметры) обозначают внешний диаметр труб и, вместе с тем, для соединения полифузной сваркой, обозначают также внутренний диаметр соответствующей фасонной части.

Наиболее часто применяемые системы трубопроводов из полипропилена изготавливаются в следующих сериях размеров: **16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110 мм.**

Табл. 2 – Сравнение размеров трубопровода из полипропилена PPR с размерами стального (оцинкованного) трубопровода

<b>Трубы PPR [мм]</b>	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
<b>Стальные трубы ["]</b>	3/8	1/2	3/4	1	5/4	6/4	2	2 1/2	3	4

Пластиковые трубы производятся в разных нагнетательных сериях, которые отличаются толщиной стенки трубы при одинаковом наружном диаметре трубы. Эти серии обозначаются в соответствии с международными стандартами ISO и европейскими стандартами EN обозначением (маркировкой) SDR (Standard Dimension Ratio) и/или S (Serie).

$$SDR = \frac{D}{s}$$

$$S = \frac{SDR - 1}{2}$$

Раньше трубы PPR обозначались тоже обозначением (маркировкой) PN, которая обозначала максимальное допустимое давление (bar) при долгосрочном использовании на холодной воде. В течение последних нескольких лет улучшение свойств основного материала (гранулята) позволяет повысить рабочее давление и/или рабочую температуру. Вследствие этого обозначение PN утратило практическое значение.

Для внутренней разводки воды и/или отопления, прежде всего, используются серии SDR 11, SDR 7,4 и SDR 6.

Табл. 3 – Соотношение между параметрами SDR, S и PN

<b>SDR</b>	11	7,4	6
<b>S</b>	5	3,2	2,5
<i>раньше PN</i>	10	16	20

## 6. ИЗОТЕРМЫ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ, СРОК СЛУЖБЫ ТРУБОПРОВОДА

Кривые, называемые изотермами прочностных свойств, показывают поведение трубопровода (длительность его срока службы), как взаимную связь напряжения в стенке трубы и температуры. Напряжение в стенке трубы зависит от давления внутри трубопровода, и рассчитывается в соответствии с т.н. „формулой трубы“:

$$\sigma_v = \frac{p \cdot (D - s)}{2 \cdot s} \cdot k$$

$\sigma_v$  – расчетное напряжение [МПа]

D – наружный диаметр трубы [мм]

s – толщина стенки [мм]

p – максимальное давление [бар]

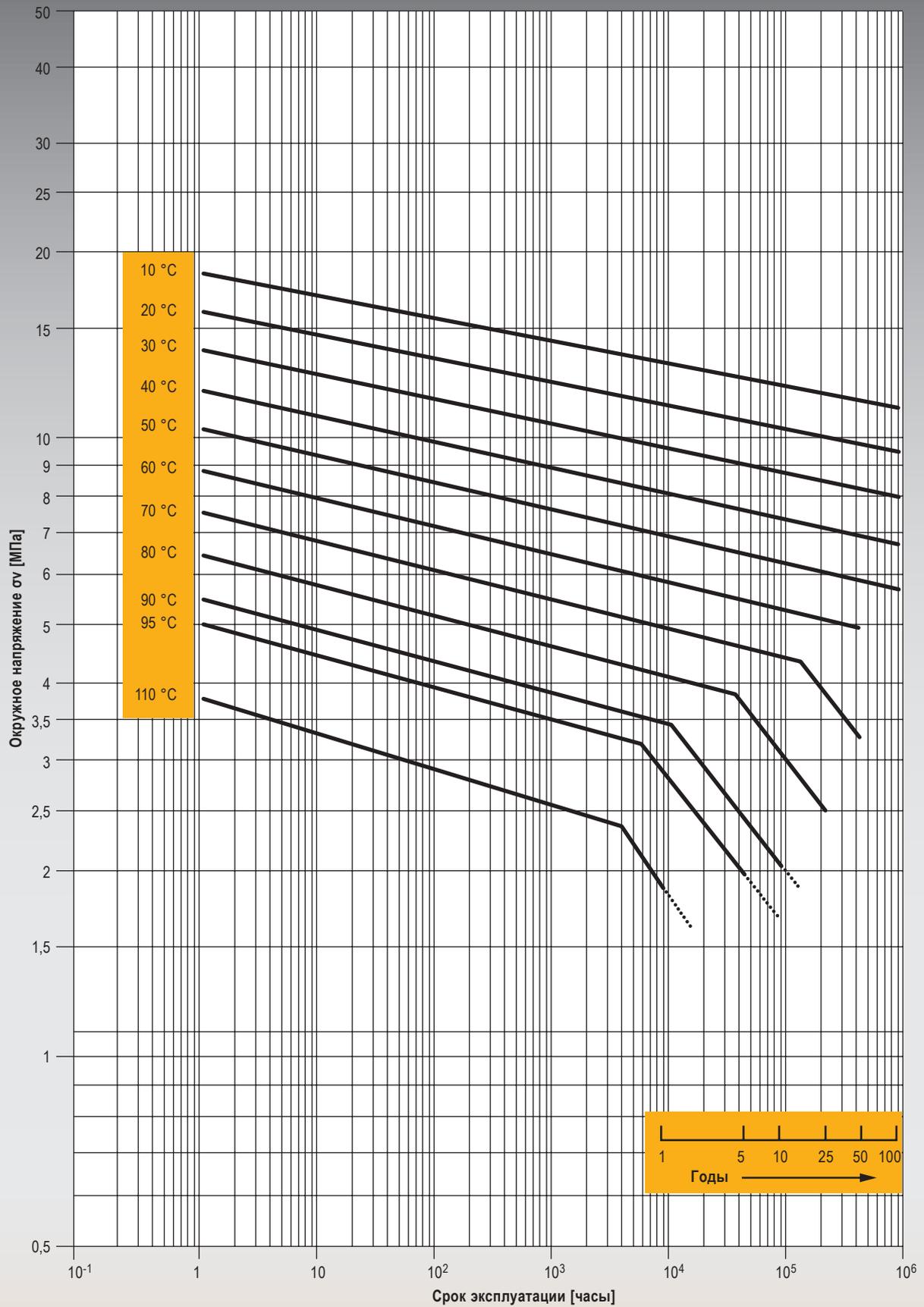
k – коэффициент безопасности

[обычно для воды k = 1,5, для отопления k = 2,5]

(для вычисления: 1 МПа = 10 бар)

В графике „Изотермы прочностных свойств материала полипропилен PPR“, расположенном на 5-й странице, срок службы трубопровода определяется в точке пересечения расчетного напряжения с кривой соответствующей температуры, при которой трубопровод будет эксплуатироваться в течение длительного времени.

Граф 1 – Изотермы прочностных свойств материала PPR



## 7. ТАБЛИЦЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ T3S

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Таблицы эксплуатационных параметров показывают конкретные значения допустимого максимального эксплуатационного давления при конкретных постоянных температурах воды в трубопроводе с учетом требуемого срока службы системы. Эти значения установлены на основании изотерм прочностных свойств, приведенных в предыдущей главе. В случае разводки горячей и холодной воды в расчет уже включен коэффициент безопасности 1,5. В случае разводки системы отопления коэффициент безопасности 2,5.

Табл. 4 – Эксплуатационные параметры водопроводов

ВОДОПРОВОДЫ					
Температура [°C]	Период эксплуатации [годы]	Макс. допустимое давление при эксплуатации [бар]			
		PPR SDR 11	PPR SDR 7,4	PPR SDR 6	STABI SDR 7,4
10	1	17,5	27,8	35,1	35,1
	5	16,5	26,2	33,0	33,0
	10	16,1	25,6	32,2	32,2
	25	15,6	24,7	31,1	31,1
	50	15,2	24,1	30,3	30,3
20	1	15,0	23,7	29,9	29,9
	5	14,1	22,3	28,1	28,1
	10	13,7	21,7	27,4	27,4
	25	13,2	21,0	26,4	26,4
	50	12,9	20,4	25,7	25,7
30	1	12,7	20,2	25,4	25,4
	5	11,9	18,9	23,8	23,8
	10	11,6	18,4	23,2	23,2
	25	11,2	17,7	22,3	22,3
	50	10,9	17,2	21,7	21,7
40	1	10,8	17,1	21,6	21,6
	5	10,1	16,0	20,2	20,2
	10	9,8	15,5	19,6	19,6
	25	9,4	15,0	18,8	18,8
	50	9,2	14,5	18,3	18,3
50	1	9,1	14,5	18,2	18,2
	5	8,5	13,5	17,0	17,0
	10	8,2	13,1	16,5	16,5
	25	7,9	12,6	15,9	15,9
	50	7,7	12,2	15,4	15,4
60	1	7,7	12,2	15,4	15,4
	5	7,1	11,3	14,3	14,3
	10	6,9	11,0	13,9	13,9
	25	6,6	10,5	13,3	13,3
	50	6,4	10,2	12,9	12,9
70	1	6,5	10,3	12,9	12,9
	5	6,0	9,5	12,0	12,0
	10	5,8	9,2	11,6	11,6
	25	5,0	8,0	10,0	10,0
	50	4,2	6,7	8,5	8,5
80	1	5,4	8,6	10,8	10,8
	5	4,8	7,6	9,6	9,6
	10	4,0	6,4	8,1	8,1
	25	3,2	5,1	6,5	6,5
90	1	4,1	6,3	8,9	8,9
	5	3,2	5,1	7,8	7,8
	10	2,5	4,3	6,6	6,6

	холодная вода
	горячая вода

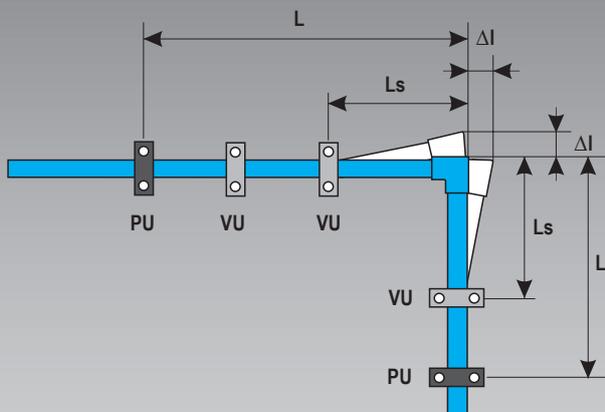
Табл. 5 – Эксплуатационные параметры отопления

ОТОПЛЕНИЯ					
Температура [°C]	Период эксплуатации [годы]	Макс. допустимое давление при эксплуатации [бар]			
		PPR SDR 11	PPR SDR 7,4	PPR SDR 6	STABI SDR 7,4
30	1	7,6	12,1	15,2	15,2
	5	7,1	11,3	14,3	14,3
	10	7,0	11,0	13,9	13,9
	25	6,7	10,6	13,4	13,4
	50	6,5	10,3	13,0	13,0
40	1	6,5	10,3	13,0	13,0
	5	6,1	9,6	12,1	12,1
	10	5,9	9,3	11,8	11,8
	25	5,6	9,0	11,3	11,3
	50	5,5	8,7	11,0	11,0
50	1	5,5	8,7	10,9	10,9
	5	5,1	8,1	10,2	10,2
	10	4,9	7,9	9,9	9,9
	25	4,7	7,6	9,5	9,5
	50	4,6	7,3	9,2	9,2
60	1			9,2	9,2
	5			8,6	8,6
	10			8,3	8,3
	25			8,0	8,0
	50			7,7	7,7
70	1			7,7	7,7
	5			7,2	7,2
	10			7,0	7,0
	25			6,0	6,0
	50			5,1	5,1
80	1			6,5	6,5
	5			5,8	5,8
	10			4,9	4,9
	25			3,9	3,9
95	1			4,6	4,6
	5			3,1	3,1

	напольное отопление
	отопление

### 8.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПО ДЛИНЕ

Разница температур во время монтажа системы и позднее, во время эксплуатации трубопровода, вызывает изменения по длине на прямых отрезках трубопровода – увеличение или уменьшение длины ( $\Delta l$ ).



$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \text{ [мм]}$$

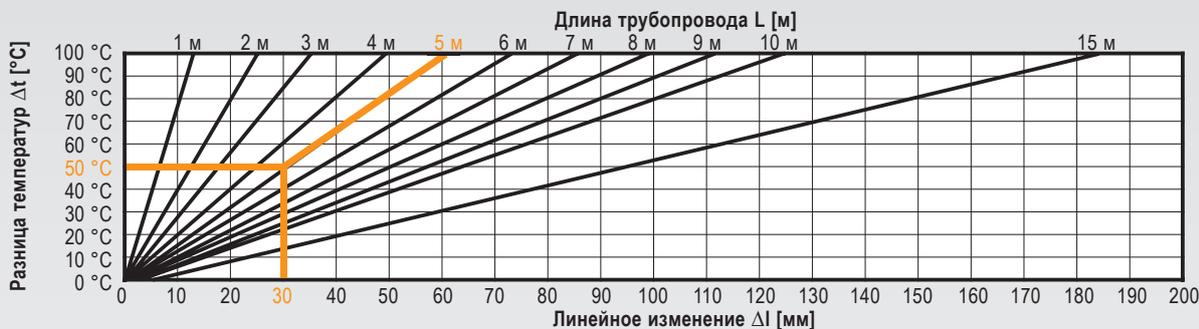
- $\Delta l$  – линейное изменение [мм]
- $\alpha$  – коэффициент линейного теплового расширения [мм/м °C]; для PPR  $\alpha = 0,12$ ; для STABI  $\alpha = 0,05$
- $\Delta t$  – разность температур при монтаже и эксплуатации [°C]
- $L$  – расчетная длина [м] - расстояние между двумя соседними жесткими закреплениями (PU) в прямой линии
- $L_s$  – компенсационная длина [мм]
- PU – жесткое закрепление
- VU – подвижное закрепление

Рис. 5

Жесткое закрепление (PU) является таким способом закрепления, при котором трубопровод не имеет возможности перемещаться по своей оси (трубопровод лишен возможности температурного расширения).

Подвижное закрепление (VU) является таким способом закрепления, при котором трубопровод может увеличиваться или уменьшаться по своей длине, однако, не имеет возможности отклоняться от своей оси.

Граф 2 – Линейное изменение трубопроводов PPR

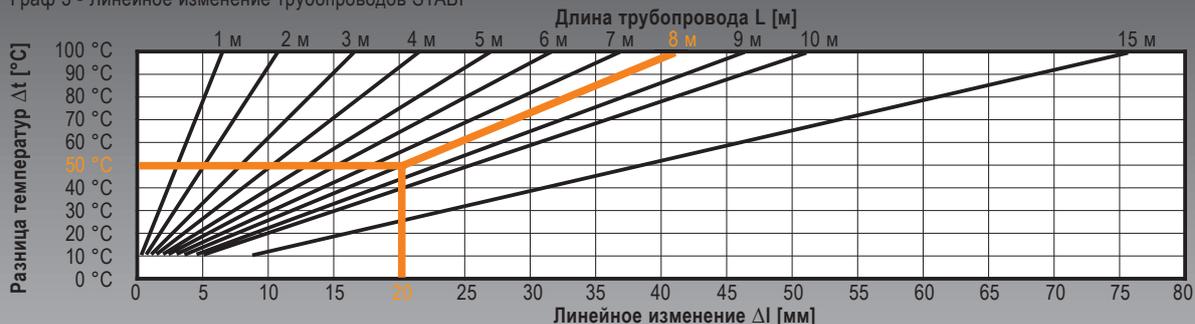


Пример: Вычисление линейного изменения трубопровода PPR:  $\Delta t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $L = 5 \text{ м}$ ,  $\Delta l = 30 \text{ мм}$

Табл. 6 – Линейное изменение трубопроводов PPR

Разность температур $\Delta t$	Длина трубопровода [м]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
	Линейное изменение $\Delta l$ [мм]											
10 °C	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	18	
20 °C	2	5	7	10	12	14	17	19	22	24	36	
30 °C	4	7	11	14	18	22	25	29	32	36	54	
40 °C	5	10	14	19	24	29	34	38	43	48	72	
50 °C	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	90	
60 °C	7	14	22	29	36	43	50	58	65	72	108	
70 °C	8	17	25	34	42	50	59	67	76	84	126	
80 °C	10	19	29	38	48	58	67	77	86	96	144	

Граф 3 - Линейное изменение трубопроводов STABI



Пример: Вычисление линейного изменения трубопровода STABI:  $\Delta t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $L = 8\text{ м}$ ,  $\Delta l = 20\text{ мм}$

Табл. 7 – Линейное изменение трубопроводов STABI

Разность температур $\Delta t$	Длина трубопровода L [м]										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
	Линейное изменение $\Delta l$ [мм]										
10 °C	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	8
20 °C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
30 °C	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	23
40 °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30
50 °C	3	5	8	10	13	15	18	20	23	25	38
60 °C	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	45
70 °C	4	7	11	14	18	21	25	28	32	35	53
80 °C	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	60

## 8.2. КОМПЕНСАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ПО ДЛИНЕ

Изменения трубопровода по длине (в соответствии с предыдущей главой 8.1.) следует компенсировать так, чтобы трубопровод не скручивался, и чтобы в нем не возникало дополнительное напряжение, которое могло бы сократить срок его службы. Подходящий способ такой компенсации показан на рисунках № 5, 6, 7.

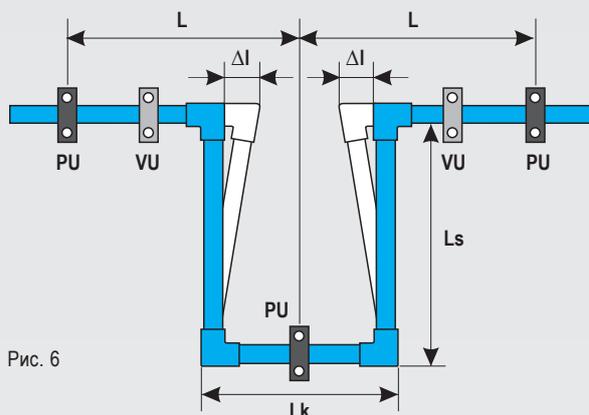


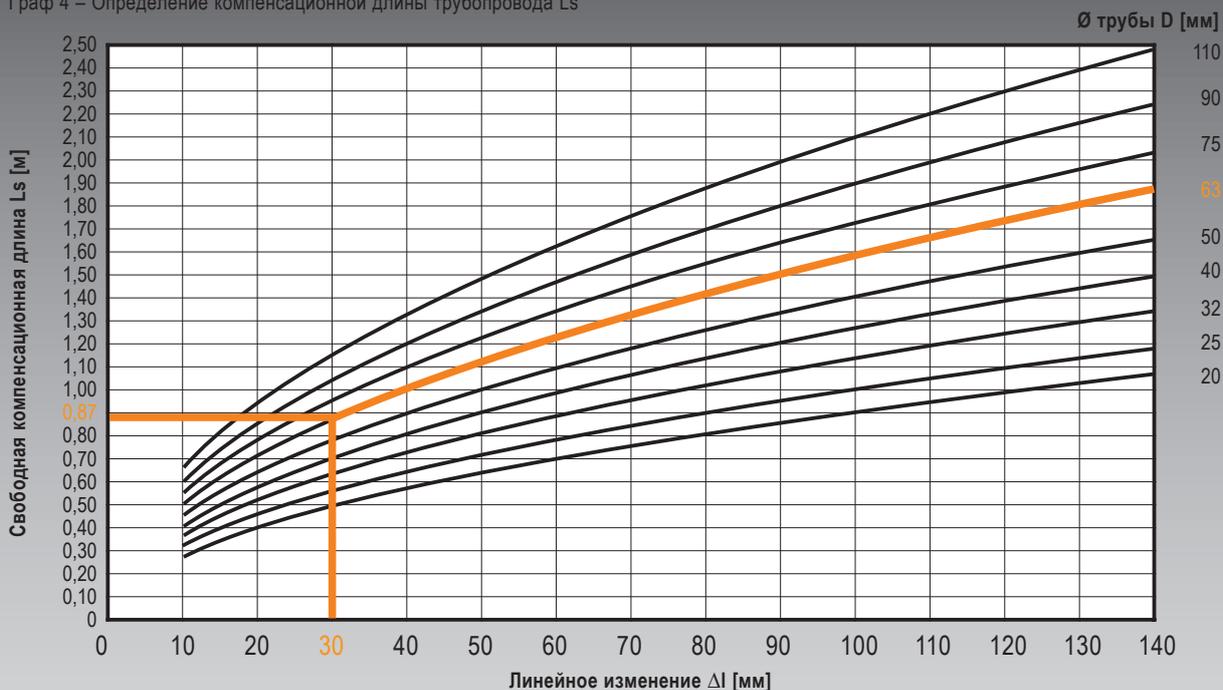
Рис. 6

$$L_s = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l)} \text{ [мм]}$$

- $L_s$  – компенсационная длина [мм]
- $L_k$  – ширина компенсатора [мм] - мин.  $10 \cdot D$
- $k$  – постоянная материала; для PPR  $k = 20$
- $D$  – наружный диаметр трубопровода [мм]
- $\Delta l$  – линейное изменение [мм]
- PU – жесткое закрепление
- VU – подвижное закрепление

$$L_k = 2 \cdot \Delta l + 150 \text{ [мм]} \text{ и настоящие } \geq 10 \cdot D$$

Граф 4 – Определение компенсационной длины трубопровода  $L_s$



Пример: Вычисление компенсационной длины  $L_s$ :  $\Delta l = 30$  мм,  $D = 63$  мм,  $L_s = 0,87$  м

Табл. 8 – Компенсационная длина

Ø трубы [мм]	Линейное изменение $\Delta l$ [мм]													
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
	Компенсационная длина $L_s$ [м]													
20	0,28	0,40	0,49	0,57	0,63	0,69	0,75	0,80	0,85	0,89	0,94	0,98	1,02	1,06
25	0,32	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95	1,00	1,05	1,10	1,14	1,18
32	0,36	0,51	0,62	0,72	0,80	0,88	0,95	1,01	1,07	1,13	1,17	1,24	1,29	1,34
40	0,40	0,57	0,69	0,80	0,89	0,98	1,06	1,13	1,20	1,26	1,33	1,39	1,44	1,50
50	0,45	0,63	0,77	0,89	1,00	1,10	1,18	1,26	1,34	1,41	1,48	1,55	1,61	1,67
63	0,50	0,71	0,87	1,00	1,12	1,23	1,33	1,42	1,50	1,59	1,66	1,74	1,81	1,88
75	0,55	0,77	0,95	1,10	1,22	1,34	1,45	1,55	1,64	1,73	1,82	1,90	1,97	2,05
90	0,60	0,85	1,04	1,20	1,34	1,47	1,59	1,70	1,80	1,90	1,99	2,08	2,16	2,24
110	0,66	0,94	1,15	1,33	1,48	1,62	1,75	1,88	1,99	2,10	2,20	2,30	2,39	2,48

Таблица (№ 9) для инсталляции петлевого компенсатора (разница температур при эксплуатации максимально 40 °С).

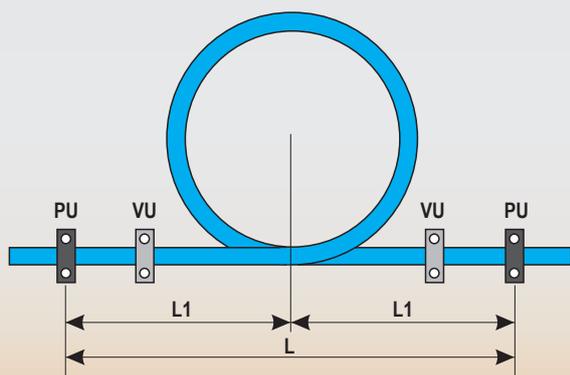


Табл. 9 – Для инсталляции петлевого компенсатора

Ø трубы [мм]	Расстояние жестких креплений $L$ [м]	
	PPR	STABI
20	9	27
25	10	30
32	12	36
40	14	42

Табл. 10 – PPR SDR 11

Температура воды	Ø трубопровода [мм]								
	20	25	32	40	50	63	75	90	110
	Максимальное расстояние между опорами для горизонтальных трубопроводов [см]								
20 °С	80	85	100	110	125	140	155	165	185
30 °С	75	85	95	110	120	135	150	165	180
40 °С	70	85	95	105	115	130	145	155	175
50 °С	70	80	90	100	110	125	135	150	165
60 °С	65	75	85	95	105	120	130	145	160
80 °С	60	70	75	85	90	105	115	125	140

Табл. 11 – PPR SDR 7,4

Температура воды	Ø трубопровода [мм]								
	20	25	32	40	50	63	75	90	110
	Максимальное расстояние между опорами для горизонтальных трубопроводов [см]								
20 °С	90	95	110	120	135	155	170	180	200
30 °С	80	95	105	120	130	150	165	180	190
40 °С	80	95	105	115	125	145	160	170	190
50 °С	80	90	100	100	120	135	150	165	180
60 °С	70	80	95	105	115	130	145	160	175
80 °С	65	75	80	95	100	115	125	135	155

Табл. 12 – PPR SDR 6

Температура воды	Ø трубопровода [мм]								
	20	25	32	40	50	63	75	90	110
	Максимальное расстояние между опорами для горизонтальных трубопроводов [см]								
20 °С	95	100	120	130	150	170	185	200	220
30 °С	90	100	115	130	150	165	180	200	215
40 °С	85	100	115	125	140	155	175	185	210
50 °С	85	95	110	120	130	150	160	180	195
60 °С	80	90	100	115	125	145	155	175	190
80 °С	70	85	90	100	110	125	140	150	165

Табл. 13 – STABI SDR 7,4

Независимо от температуры воды	Ø трубопровода [мм]								
	20	25	32	40	50	63	75	90	110
	Максимальное расстояние между опорами для горизонтальных трубопроводов [см]								
	120	140	145	150	155	165	170	190	205

Для вертикального трубопровода максимальное расстояние между местами закрепления (опорами) трубопровода следует умножить на коэффициент 1,3.

## 8.4. ИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДА



- Трубопровод для разводки холодной воды следует изолировать от повышенной температуры и от конденсации воды на его поверхности.
- Трубопровод для разводки горячей воды следует изолировать от тепловых потерь.
- Толщину изоляции всегда следует определять путем расчета, с учетом теплового сопротивления ( $\lambda$ ) изоляции, которую мы предлагаем для применения. В таблицах № 14 и 15 показаны только наиболее распространенные случаи.

Табл. 14 – ХОЛОДНАЯ ВОДА: пример толщины изоляции при  $\lambda = 0,035$  Вт/мК

Способ прокладки трубопровода	Толщина изоляции [мм]
Открытая прокладка в неотапливаемых помещениях	4
Открытая прокладка в отапливаемых помещениях	9
В монтажном канале непараллельно с горячим трубопроводом	4
В монтажном канале параллельно с горячим трубопроводом	13
В канале под штукатуркой проложенный отдельно	4
В канале под штукатуркой проложенный параллельно с горячим трубопроводом	13
Забетонированный трубопровод	4

Табл. 15 – ГОРЯЧАЯ ВОДА: примеры толщины изоляции

Наружный Ø трубы [мм]	Толщина изоляции [мм]	
	$\lambda = 0,030$	$\lambda = 0,035$
20	6	10
25	6	10
32	10	13
40	10	13
50	10	13
60	13	20
75	20	20
90	20	25
110	25	32

К изделиям системы T3S следует относиться осторожно при обращении с ними и при транспортировке. Изделия системы T3S необходимо защищать от ультрафиолетового излучения (UV), неблагоприятных атмосферных воздействий и загрязнений. Рекомендуемая минимальная температура при складировании составляет +5 °С. Изделия всегда следует складировать отдельно от помещений, в которых находятся растворители, клеи, краски и другие химические вещества. Трубы следует складировать таким образом, чтобы не допустить их прогиба. При складировании труб, уложенных навалом, максимальная высота такого штабеля не должна превышать 1 метр.

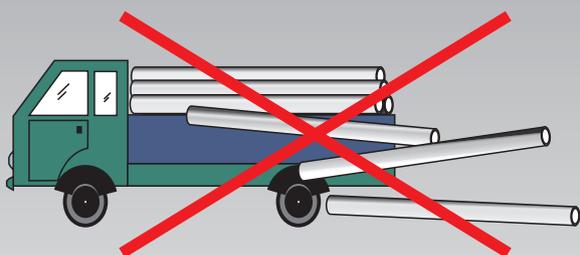


Рис. 8

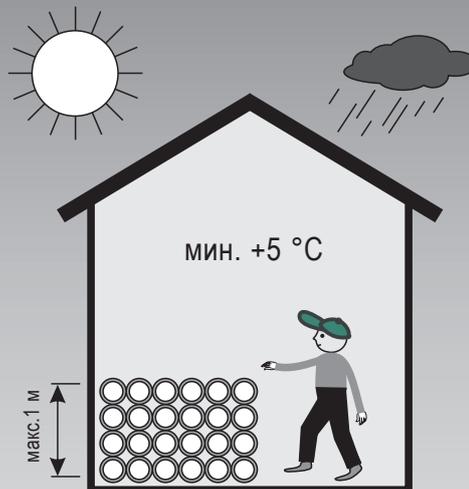
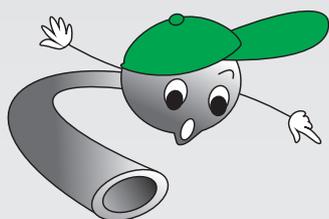


Рис. 9

## 10. ГАРАНТИЯ, ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ



Гарантия предоставляется на трубы и фасонные части системы T3S. Условием действия гарантии является соблюдение положений Инструкции по монтажу системы T3S, и соответствующих действующих обязательных для исполнения технических стандартов и остальных правовых норм/положений.

На все остальные изделия и инструменты (фланцы, хомуты, крепления, сварочные аппараты...) предоставляется гарантия на срок 1 год.

Трубы соединяются с фасонными частями сваркой (нагреванием и соединением друг с другом) с помощью нагревательных элементов и насадок. В принципе, возможны 3 типа сварки:

- полифузная сварка
- электрическая сварка (с помощью электромуфты)
- стыковая сварка

Основным и наиболее часто применяемым способом сварки системы T3S является полифузная сварка. Процесс сварки регламентируется, главным образом, немецкими правилами DVS 2207 и DVS 2208. Рабочая температура нагревательных насадок сварочного аппарата составляет  $260 \pm 10$  °C. Большинство сварочных аппаратов для полифузной сварки имеет световую индикацию правильной температуры. Основная последовательность сварки схематически показана на рисунках № 10 – 16. Для сварки труб и фасонных частей диаметром до 40 мм рекомендуется использовать стержневые сварочные аппараты с непарными насадками, а для сварки труб и фасонных частей диаметром более 50 мм рекомендуется использовать сварочные аппараты со сварочным зеркалом, с парными насадками (см. каталог T3S).

### Основная схема проведения сварочных работ

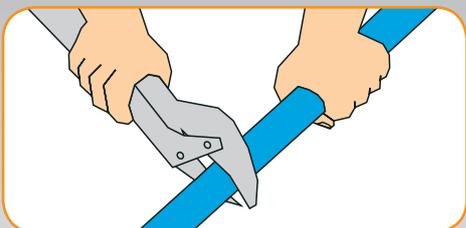


Рис. 10 – Отрезать трубу необходимой длины, удалить заусенцы, обрезать края, очистить и обезжирить свариваемые поверхности.

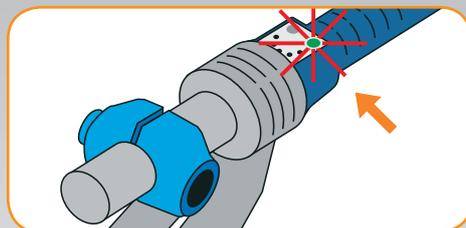


Рис. 11 – Сварочный аппарат для полифузной сварки. При правильной рабочей температуре светится индикатор.

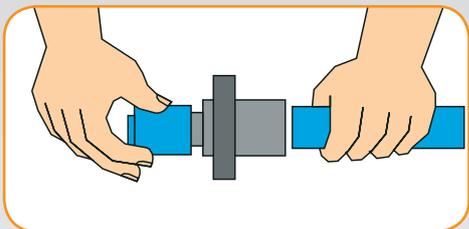


Рис. 12 – На нагретую насадку ( $260 \pm 10$  °C) следует сначала надеть фасонную часть, а затем и трубу. Обе части нагревать в соответствии с таблицей № 16.

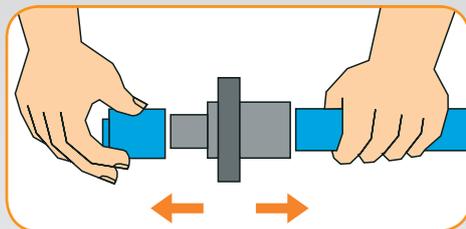


Рис. 13 – После окончания времени нагрева вынуть обе детали из насадки.

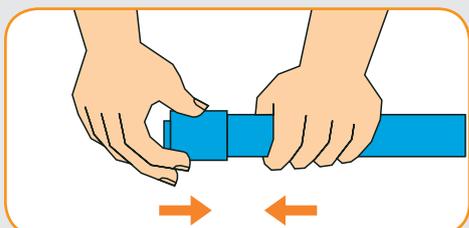


Рис. 14 – Со слабым и равномерным усилием/давлением трубу следует вставить в фасонную часть. Проконтролировать, находится ли соединение фасонной части с трубой на одной оси. Время охлаждения показано в таблице № 16.

Табл. 16 – Рабочее время при сварке

Ø [мм]	Время нагрева [с]	Время перестановки не более [с]	Время остывания [мин]
20	5	4	2
25	7	4	2
32	8	6	4
40	12	6	4
50	18	6	4
60	24	8	6
75	30	8	6
90	40	8	6
110	50	10	8

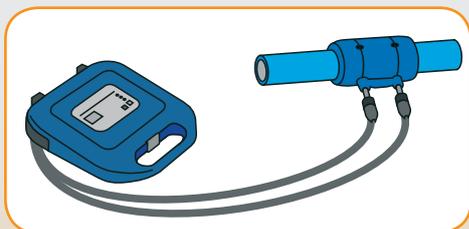


Рис. 15 – Схема сварки с помощью электромуфты (в соответствии с инструкцией изготовителя электрического сварочного аппарата).

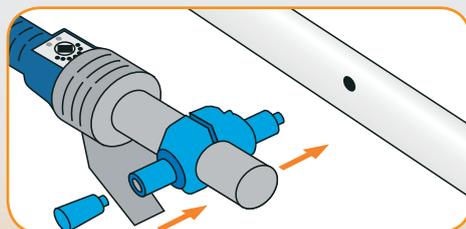


Рис. 16 – Схема ремонта продырявленной трубы с помощью ремонтной насадки (см. каталог T3S).

## 12. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МОНТАЖА

ДЛЯ МОНТАЖНИКОВ

Перед монтажом труб и фасонных частей в трубопроводную систему следует проверить элементы/детали, не были ли они загрязнены или повреждены (при транспортировке, во время длительного и неправильного складирования и т.д.).

У закрывающихся элементов арматуры (например, шаровые краны) необходимо проконтролировать их правильное функционирование перед проведением монтажа.

Пластиковый трубопровод, в отличие от металлических трубопроводов, намного сильнее увеличивается и уменьшается в размерах под воздействием температуры. Поэтому необходимо компенсировать такие изменения длины в соответствии с принципами, приведенными в главах 8.1. и 8.2.

Дальнейшие основные принципы проведения монтажа схематически показаны на рисунках № 17 – 24.

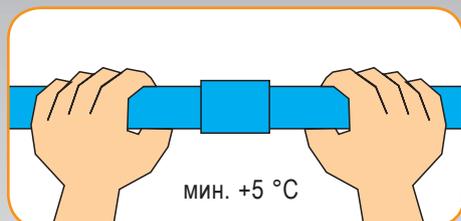
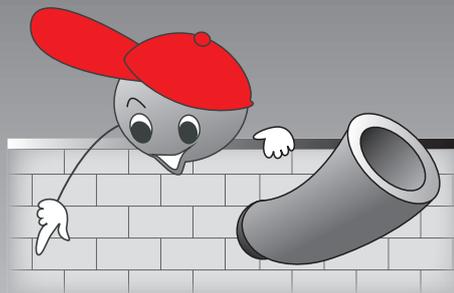


Рис. 17 – Минимальная температура окружающей среды при сварке труб и фасонных частей составляет +5 °C.



Рис. 18 – Пластиковые элементы/детали следует защищать от резких ударов и механического повреждения в течение всего времени монтажа.

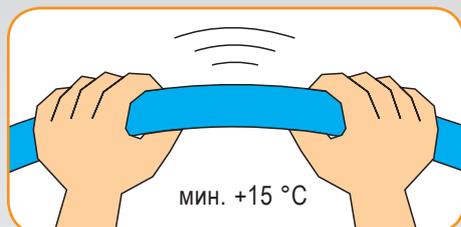


Рис. 19 – Изгибать трубы без предварительного нагрева можно при температуре окружающей среды выше +15 °C, причем только трубы до диаметра 25 мм.

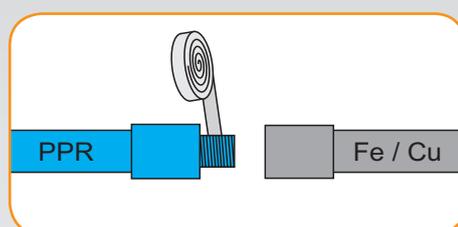


Рис. 20 – Резьба в местах резьбовых соединений герметизируется тефлоновой лентой или специальными герметизирующими шпаклевками.

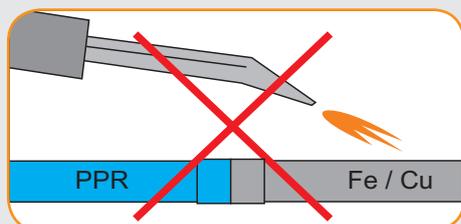


Рис. 21 – Металлические трубы нельзя сваривать или паять в том случае, если они соединены с комбинированной фасонной частью.



Рис. 22 – Трубы нельзя изгибать после нагрева с помощью открытого огня или горячего воздуха.

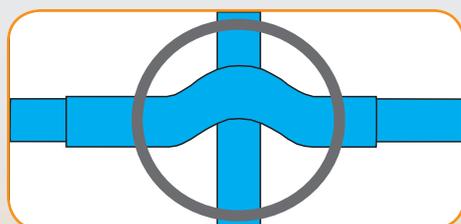


Рис. 23 – Прокладка труб с перекрещиванием проводится с помощью специальной фасонной части, предназначенной для этой цели.

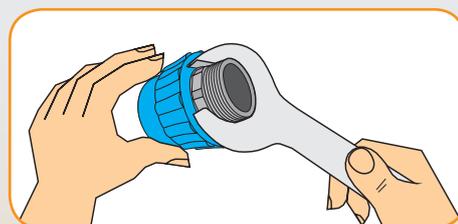


Рис. 24 – Для монтажа резьбовых соединений с запрессованной вставкой используются натяжные ключи с лентой, если на переходе на металлической части нет приспособления для использования обычного ключа.

### 13.1. СОЗДАНИЕ НЕПОДВИЖНОГО/ЖЕСТКОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Жесткое закрепление (РУ) является таким способом закрепления, при котором трубопровод не имеет возможности перемещаться по своей оси (трубопровод лишен возможности температурного расширения). При расчете компенсации в соответствии с главами 8.1 и 8.2, рассчитывается расстояние между двумя соседними местами неподвижного/жесткого закрепления трубопровода как расстояние между двумя соседними точками по прямой линии.

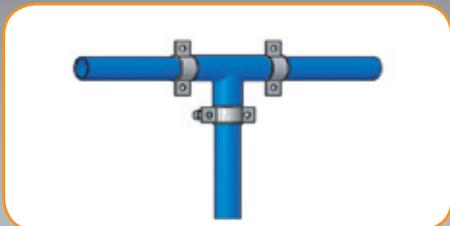


Рис. 25 – Закрепление в месте ответвления.

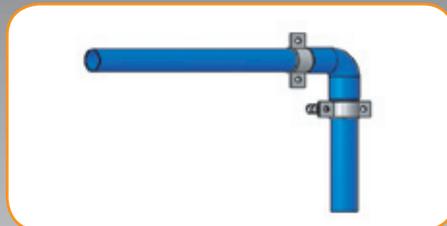


Рис. 26 – В месте изгиба.

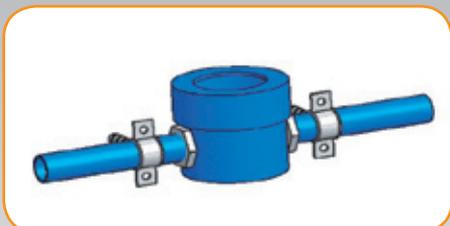


Рис. 27 – В месте установки элементов арматуры на трубопроводе.

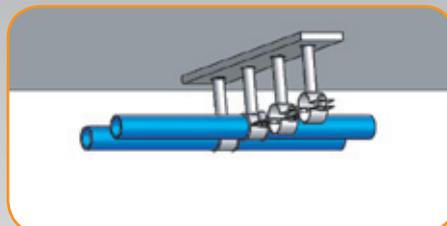


Рис. 28 – С помощью неподвижно закрепленных хомутов (для горизонтального трубопровода).

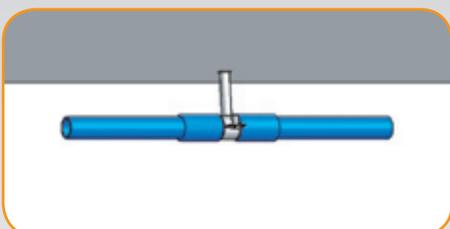


Рис. 29 – С помощью хомута между фланцевыми частями.

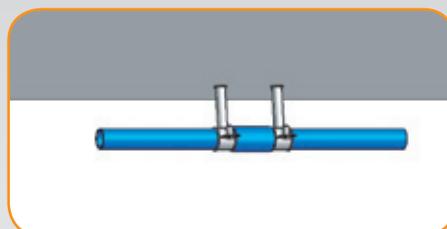


Рис. 30 – Путем закрепления рядом с фланцевой частью.

### 13.2. СОЗДАНИЕ ПОДВИЖНОГО/СКОЛЬЗЯЩЕГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Подвижное закрепление (VU) является таким способом закрепления, при котором трубопровод может увеличиваться или уменьшаться по длине, однако не имеет возможности отклоняться от своей оси. Максимальные расстояния между двумя соседними местами закрепления приведены в главе 8.3. Способы подвижного/скользящего закрепления схематично показаны на рисунках № 31 – 34.



Рис. 31 – Качающаяся подвеска.

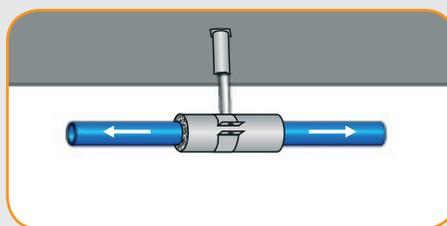


Рис. 32 – Закрепление с помощью подвижной муфты.



Рис. 33 – Укладка трубопровода в пустом желобе.

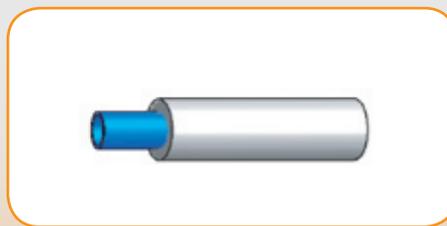


Рис. 34 – Изолированный трубопровод под штукатуркой.

## 13.3. ПРОВОДКА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО, ВОСХОДЯЩЕГО ТРУБОПРОВОДА/СТОЯКА И СОЕДИНИТЕЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

ДЛЯ МОНТАЖНИКОВ

### 13.3.1. Проводка горизонтального трубопровода

При монтаже горизонтальных трубопроводов (чаще всего в подвалах и на технических этажах) следует тщательно соблюдать правила компенсации изменений по длине. В таких местах обычно устанавливаются горизонтальные трубопроводы больших диаметров, в которых трубопровод под воздействием температуры испытывает сильное напряжение, и при неправильной компенсации может повредить систему подвешивания. Трубы из полипропилена (обычные, однослойные) укладываются между отдельными подвесками в пластмассовые или оцинкованные желоба. Расстояния между местами закреплений (подвесками, опорами) приведены в главе 8.3.

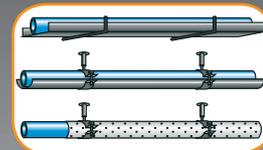


Рис. 35 – Трубопровод в желобах.

### 13.3.2. Проводка восходящего трубопровода/стояка

При монтаже восходящего трубопровода/стояка самым важным моментом является правильное расположение неподвижных закреплений (неподвижные точки). Лучше всего установить неподвижные крепления на каждом втором или третьем ответвлении трубопровода. Муфты следует расположить с двух сторон T-образной части трубопровода, рисунки № 40 – 42. У промежуточных ответвлений следует создать, т.н. „свободное плечо Ls“ в соответствии с принципами компенсации длины, приведенными в главе 8.2, и в соответствии со схемами на рисунках № 36 – 39.

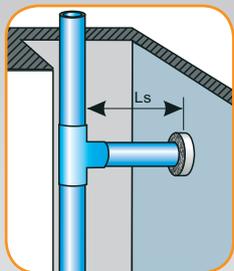


Рис. 36 – Учет температурного расширения путем создания достаточного расстояния от восходящего трубопровода от прохода в стене.

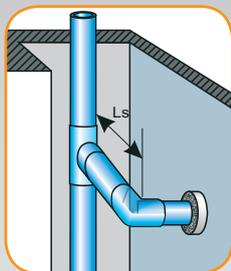


Рис. 37 – Создание компенсационной длины для температурного расширения восходящего трубопровода на перпендикулярном ответвлении.

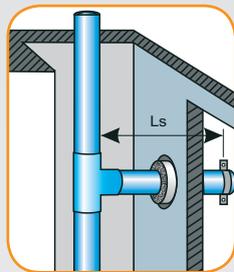


Рис. 38 – Возможность перемещения соединительного трубопровода в месте прохода через стену.

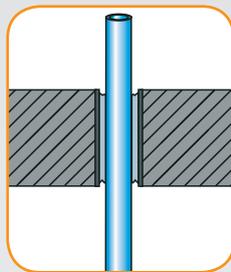


Рис. 39 – Проход трубопровода через строительную конструкцию.

### 13.3.3. Проводка соединительного трубопровода

Соединительный трубопровод чаще всего проводится с помощью труб и фасонных частей диаметром до 25 мм. Трубопровод может проходить, как свободно по стене, так и в шлицу внутри стены, в полу или под потолочной конструкцией. В том случае, если трубопровод проведен в шлицу, то его следует неподвижно закрепить и, вместе с тем, изолировать от тепловых потерь. Изоляция также будет выполнять роль защиты от повреждений при заделке кладкой. Трубопровод, проводимый внутри напольных или потолочных конструкций, рекомендуется укладывать в гибких пластиковых предохранительных кожухах, которые будут выполнять роль изоляции и защиты от механических повреждений.

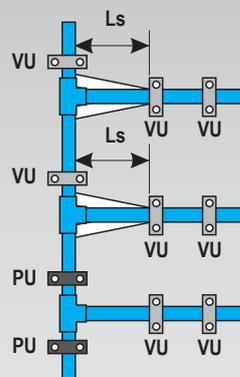


Рис. 40 – Обеспечение компенсации в самом высоком месте восходящего трубопровода/стояка с помощью подвижного закрепления.

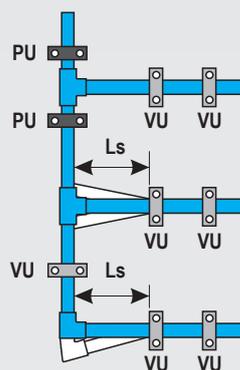


Рис. 41 – Обеспечение компенсации в самом низком месте восходящего трубопровода/стояка с помощью подвижного закрепления.

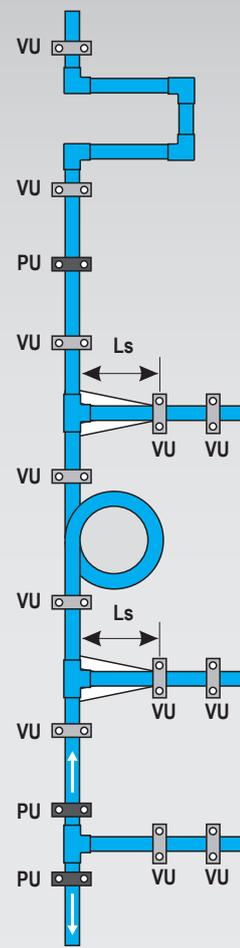


Рис. 42 – Обеспечение компенсации с помощью компенсационной петли или U-образного компенсатора.

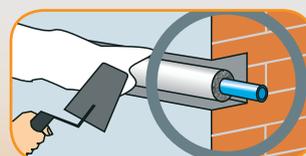


Рис. 43 – Защита трубопровода внутри стены.

После завершения монтажа следует провести испытание всего трубопровода с целью определения возможной негерметичности, путем проведения испытания давлением. В том случае, если трубопровод используется для подвода холодной и горячей воды, то перед проведением испытания давлением его следует промыть питьевой водой.

Для проведения собственного испытания давлением смонтированного трубопровода или разводки системы отопления, в разных странах действуют разные технические предписания (кроме того, во многих случаях технические стандарты не являются обязательными для исполнения). Для испытания давлением смонтированного трубопровода системы T3S SYSTEM действуют условия, приведенные в следующей таблице № 17.

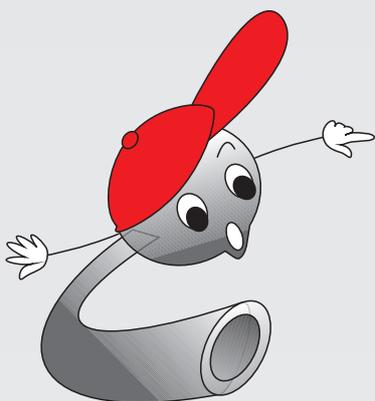
Табл. 17 – Условия проведения испытания давлением

1	Пуск воды в систему	не ранее 1 часа после последней сварки
2	Под давлением воды в систему	мин. 15 бар (1,5 МПа)
3	Систему оставить под давлением	мин. 6 часов
4	Отвод воздуха и повторное под давление	мин. 15 бар (1,5 МПа)
5	Старт испытания	отметка давления на манометре
6	Длительность давления и измерение спада испытания	1 час
7	Окончание измерения за 1 час	отметка давления на манометре
8	Макс. допустимое убывание давления в начале и в конце испытания	0,2 бар (0,02 МПа)

Длина смонтированного трубопровода, на котором проводится испытание, составляет максимально 100 метров. Испытание трубопровода проводится без сливной арматуры, которая на это время заменяется заглушками. Закрывающие вентили и краны, и возможные регулировочные элементы арматуры должны быть полностью открыты. В том случае, если во время проведения испытания будет обнаружено падение давления, превышающее 0,2 бар, то будет необходимо найти негерметичность в трубопроводе, устранить ее, и повторить испытание.

О проведении испытания давлением должен быть составлен протокол, т.н. „Протокол испытания“. Образец Протокола о проведении испытания содержит, как минимум, требуемые данные, и приведен на рисунке № 44.

В случае возможной подачи рекламации, трубы, на которые подается рекламация, следует снять со строительного объекта и передать изготовителю таким образом, чтобы в рекламации всегда имелось описание трубы.



### Протокол испытания

Место, адрес: .....

Описание объекта (назначение): .....

Монтажная фирма (поставщик): .....

Тип прокладки трубопровода: Водовод  Отопление  Промышленная проводка  Иное применение

Спецификация проводки: .....

.....

**Установленная длина трубопровода:**

Ø [мм]	напорный ряд	длина труб. [м]	Ø [мм]	напорный ряд	длина труб. [м]
20			63		
25			75		
32			90		
40			110		
50					

Самое высокое место выхода: ..... м над манометром

Старт испытания - день: ..... час: .....

Испытательное давление: ..... МПа (старт испытания)

Давление по одному часу: ..... МПа

Падение давления во время испытания: ..... МПа

Конец испытания - день: ..... час: .....

Результат испытания: .....

.....

Заказчик: ..... место ..... дата ..... подпись, печать

Поставщик: ..... место ..... дата ..... подпись, печать

Рис. 44 – Протокол о проведении испытания

Табл. 18 – PPR SDR 6, Ø 20 – 110 мм, температура воды = 10 °С

k=0,01	20x3,4 мм		25x4,2 мм		32x5,4 мм		40x6,7 мм		50x8,4 мм		63x10,5 мм		75x12,5 мм		90x15,0 мм		110x18,4 мм	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
л/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с								
0,01	0,018	0,1																
0,02	0,035	0,1	0,014	0,1	0,005	0,1												
0,03	0,053	0,2	0,021	0,1	0,008	0,1	0,003	0,1										
0,04	0,096	0,3	0,028	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1										
0,05	0,185	0,4	0,048	0,2	0,013	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,06	0,286	0,4	0,080	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1								
0,07	0,375	0,5	0,126	0,3	0,029	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,08	0,475	0,6	0,159	0,4	0,044	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1						
0,09	0,585	0,7	0,196	0,4	0,061	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1						
0,10	0,704	0,7	0,235	0,5	0,073	0,3	0,022	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,12	0,973	0,9	0,325	0,6	0,101	0,3	0,034	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,14	1,279	1,0	0,426	0,6	0,133	0,4	0,045	0,3	0,016	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1	0,001	0,0		
0,16	1,621	1,2	0,540	0,7	0,168	0,5	0,057	0,3	0,020	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,18	2,000	1,3	0,665	0,8	0,206	0,5	0,070	0,3	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1		
0,20	2,413	1,5	0,802	0,9	0,249	0,6	0,084	0,4	0,029	0,2	0,010	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1		
0,30	4,992	2,2	1,650	1,4	0,509	0,8	0,172	0,5	0,060	0,3	0,019	0,2	0,008	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1
0,40	8,394	2,9	2,761	1,8	0,849	1,1	0,286	0,7	0,099	0,5	0,032	0,3	0,014	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1
0,50			4,124	2,3	1,264	1,4	0,425	0,9	0,147	0,6	0,048	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,1
0,60			5,733	2,8	1,752	1,7	0,587	1,1	0,203	0,7	0,066	0,4	0,029	0,3	0,012	0,2	0,005	0,1
0,70			7,583	3,2	2,310	2,0	0,773	1,3	0,267	0,8	0,087	0,5	0,038	0,4	0,016	0,2	0,006	0,2
0,80					2,938	2,3	0,981	1,4	0,338	0,9	0,110	0,6	0,048	0,4	0,020	0,3	0,008	0,2
0,90					3,634	2,5	1,211	1,6	0,417	1,0	0,135	0,6	0,059	0,5	0,025	0,3	0,010	0,2
1,00					4,398	2,8	1,463	1,8	0,503	1,2	0,163	0,7	0,071	0,5	0,030	0,4	0,011	0,2
1,20					6,126	3,4	2,031	2,2	0,696	1,4	0,225	0,9	0,097	0,6	0,041	0,4	0,016	0,3
1,40							2,682	2,5	0,917	1,6	0,296	1,0	0,128	0,7	0,054	0,5	0,021	0,3
1,60							3,416	2,9	1,165	1,8	0,375	1,2	0,162	0,8	0,068	0,6	0,026	0,4
1,80							4,232	3,2	1,440	2,1	0,463	1,3	0,200	0,9	0,083	0,6	0,032	0,4
2,00									1,742	2,3	0,558	1,4	0,241	1,0	0,101	0,7	0,039	0,5
2,20									2,069	2,5	0,662	1,6	0,286	1,1	0,119	0,8	0,046	0,5
2,40									2,423	2,8	0,774	1,7	0,334	1,2	0,139	0,8	0,054	0,6
2,60									2,802	3,0	0,894	1,9	0,385	1,3	0,160	0,9	0,062	0,6
2,80									3,207	3,2	1,022	2,0	0,440	1,4	0,183	1,0	0,070	0,7
3,00									3,637	3,5	1,157	2,2	0,498	1,5	0,207	1,1	0,080	0,7
3,20											1,300	2,3	0,559	1,6	0,232	1,1	0,089	0,8
3,40											1,451	2,5	0,623	1,7	0,259	1,2	0,099	0,8
3,60											1,610	2,6	0,691	1,8	0,286	1,3	0,110	0,9
3,80											1,775	2,7	0,761	1,9	0,315	1,3	0,121	0,9
4,00											1,949	2,9	0,835	2,0	0,346	1,4	0,133	1,0
4,20											2,130	3,0	0,912	2,1	0,377	1,5	0,145	1,0
4,40											2,318	3,2	0,992	2,2	0,410	1,6	0,157	1,0
4,60											2,514	3,3	1,075	2,3	0,444	1,6	0,170	1,1
4,80											2,718	3,5	1,161	2,4	0,480	1,7	0,184	1,1
5,00													1,250	2,5	0,516	1,8	0,198	1,2

k=0,01	20x3,4 мм		25x4,2 мм		32x5,4 мм		40x6,7 мм		50x8,4 мм		63x10,5 мм		75x12,5 мм		90x15,0 мм		110x18,4 мм		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	
л/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	
0,01	0,007	0,1																	
0,02	0,027	0,1	0,007	0,1	0,002	0,1													
0,03	0,068	0,2	0,023	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1											
0,04	0,113	0,3	0,038	0,2	0,012	0,1	0,003	0,1											
0,05	0,168	0,4	0,056	0,2	0,017	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1									
0,06	0,232	0,4	0,077	0,3	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1									
0,07	0,305	0,5	0,101	0,3	0,031	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1							
0,08	0,387	0,6	0,129	0,4	0,040	0,2	0,013	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1							
0,09	0,477	0,7	0,158	0,4	0,049	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1							
0,10	0,576	0,7	0,191	0,5	0,059	0,3	0,020	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1					
0,12	0,799	0,9	0,264	0,6	0,082	0,3	0,028	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1					
0,14	1,055	1,0	0,348	0,6	0,107	0,4	0,036	0,3	0,013	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,0			
0,16	1,342	1,2	0,442	0,7	0,136	0,5	0,046	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1			
0,18	1,662	1,3	0,546	0,8	0,168	0,5	0,056	0,3	0,020	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1			
0,20	2,013	1,5	0,660	0,9	0,202	0,6	0,068	0,4	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1			
0,30	4,229	2,2	1,374	1,4	0,418	0,8	0,140	0,5	0,048	0,3	0,016	0,2	0,007	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1	
0,40	7,204	2,9	2,324	1,8	0,703	1,1	0,234	0,7	0,080	0,5	0,026	0,3	0,011	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	
0,50			3,504	2,3	1,054	1,4	0,350	0,9	0,120	0,6	0,039	0,4	0,017	0,3	0,007	0,2	0,003	0,1	
0,60			4,912	2,8	1,471	1,7	0,486	1,1	0,166	0,7	0,054	0,4	0,023	0,3	0,010	0,2	0,004	0,1	
0,70			6,545	3,2	1,952	2,0	0,643	1,3	0,219	0,8	0,070	0,5	0,030	0,4	0,013	0,2	0,005	0,2	
0,80					2,497	2,3	0,819	1,4	0,279	0,9	0,089	0,6	0,039	0,4	0,016	0,3	0,006	0,2	
0,90					3,105	2,5	1,016	1,6	0,345	1,0	0,110	0,6	0,048	0,5	0,020	0,3	0,008	0,2	
1,00					3,776	2,8	1,233	1,8	0,417	1,2	0,133	0,7	0,058	0,5	0,024	0,4	0,009	0,2	
1,20					5,307	3,4	1,724	2,2	0,581	1,4	0,185	0,9	0,080	0,6	0,033	0,4	0,013	0,3	
1,40								2,293	2,5	0,770	1,6	0,245	1,0	0,105	0,7	0,044	0,5	0,017	0,3
1,60								2,939	2,9	0,984	1,8	0,312	1,2	0,134	0,8	0,055	0,6	0,021	0,4
1,80								3,662	3,2	1,222	2,1	0,386	1,3	0,165	0,9	0,068	0,6	0,026	0,4
2,00										1,485	2,3	0,468	1,4	0,200	1,0	0,083	0,7	0,032	0,5
2,20										1,772	2,5	0,557	1,6	0,238	1,1	0,098	0,8	0,038	0,5
2,40										2,084	2,8	0,653	1,7	0,278	1,2	0,115	0,8	0,044	0,6
2,60										2,419	3,0	0,757	1,9	0,322	1,3	0,133	0,9	0,051	0,6
2,80										2,779	3,2	0,868	2,0	0,369	1,4	0,152	1,0	0,058	0,7
3,00										3,163	3,5	0,986	2,2	0,418	1,5	0,172	1,1	0,065	0,7
3,20												1,111	2,3	0,471	1,6	0,193	1,1	0,074	0,8
3,40												1,243	2,5	0,526	1,7	0,216	1,2	0,082	0,8
3,60												1,383	2,6	0,585	1,8	0,239	1,3	0,091	0,9
3,80												1,529	2,7	0,646	1,9	0,264	1,3	0,100	0,9
4,00												1,683	2,9	0,710	2,0	0,290	1,4	0,110	1,0
4,20												1,843	3,0	0,777	2,1	0,317	1,5	0,120	1,0
4,40												2,011	3,2	0,847	2,2	0,345	1,6	0,131	1,0
4,60												2,186	3,3	0,920	2,3	0,375	1,6	0,142	1,1
4,80												2,368	3,5	0,996	2,4	0,405	1,7	0,153	1,1
5,00														1,075	2,5	0,437	1,8	0,165	1,2

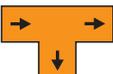
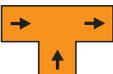
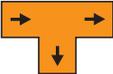
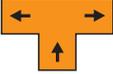
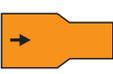
k=0,01	20x3,4 мм			25x4,2 мм			32x5,4 мм			40x6,7 мм			50x8,4 мм			63x10,5 мм			75x12,5 мм			90x15,0 мм			110x18,4 мм		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	
л/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	
0,01	0,006	0,1																									
0,02	0,030	0,1	0,010	0,1	0,002	0,1																					
0,03	0,061	0,2	0,020	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1																			
0,04	0,101	0,3	0,034	0,2	0,010	0,1	0,004	0,1																			
0,05	0,150	0,4	0,050	0,2	0,016	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1																	
0,06	0,208	0,4	0,069	0,3	0,021	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1																	
0,07	0,274	0,5	0,091	0,3	0,028	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1															
0,08	0,349	0,6	0,115	0,4	0,036	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1															
0,09	0,431	0,7	0,142	0,4	0,044	0,3	0,015	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1															
0,10	0,521	0,7	0,172	0,5	0,053	0,3	0,018	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1													
0,12	0,725	0,9	0,238	0,6	0,073	0,3	0,025	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1													
0,14	0,960	1,0	0,314	0,6	0,096	0,4	0,032	0,3	0,011	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,0											
0,16	1,225	1,2	0,400	0,7	0,122	0,5	0,041	0,3	0,014	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1											
0,18	1,521	1,3	0,495	0,8	0,151	0,5	0,051	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1											
0,20	1,846	1,5	0,600	0,9	0,183	0,6	0,061	0,4	0,021	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1											
0,30	3,918	2,2	1,259	1,4	0,380	0,8	0,126	0,5	0,043	0,3	0,014	0,2	0,006	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1									
0,40	6,723	2,9	2,144	1,8	0,642	1,1	0,212	0,7	0,072	0,5	0,023	0,3	0,010	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,002	0,1							
0,50			3,251	2,3	0,967	1,4	0,318	0,9	0,108	0,6	0,035	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2	0,002	0,1	0,002	0,1							
0,60			4,579	2,8	1,355	1,7	0,443	1,1	0,150	0,7	0,048	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,1	0,003	0,1							
0,70			6,126	3,2	1,805	2,0	0,588	1,3	0,199	0,8	0,064	0,5	0,027	0,4	0,011	0,2	0,004	0,2	0,004	0,2							
0,80					2,317	2,3	0,753	1,4	0,254	0,9	0,081	0,6	0,035	0,4	0,014	0,3	0,006	0,2	0,006	0,2							
0,90					2,890	2,5	0,936	1,6	0,314	1,0	0,100	0,6	0,043	0,5	0,018	0,3	0,007	0,2	0,007	0,2							
1,00					3,524	2,8	1,138	1,8	0,381	1,2	0,121	0,7	0,052	0,5	0,022	0,4	0,008	0,2	0,008	0,2							
1,20					4,976	3,4	1,599	2,2	0,534	1,4	0,168	0,9	0,072	0,6	0,030	0,4	0,011	0,3	0,011	0,3							
1,40							2,135	2,5	0,710	1,6	0,223	1,0	0,095	0,7	0,039	0,5	0,015	0,3	0,015	0,3							
1,60							2,746	2,9	0,910	1,8	0,285	1,2	0,121	0,8	0,050	0,6	0,019	0,4	0,019	0,4							
1,80							3,432	3,2	1,134	2,1	0,354	1,3	0,151	0,9	0,062	0,6	0,024	0,4	0,024	0,4							
2,00									1,381	2,3	0,430	1,4	0,183	1,0	0,075	0,7	0,029	0,5	0,029	0,5							
2,20									1,652	2,5	0,513	1,6	0,217	1,1	0,089	0,8	0,034	0,5	0,034	0,5							
2,40									1,947	2,8	0,604	1,7	0,255	1,2	0,104	0,8	0,040	0,6	0,040	0,6							
2,60									2,265	3,0	0,701	1,9	0,296	1,3	0,121	0,9	0,046	0,6	0,046	0,6							
2,80									2,607	3,2	0,805	2,0	0,339	1,4	0,138	1,0	0,052	0,7	0,052	0,7							
3,00									2,972	3,5	0,916	2,2	0,386	1,5	0,157	1,1	0,059	0,7	0,059	0,7							
3,20											1,034	2,3	0,435	1,6	0,177	1,1	0,067	0,8	0,067	0,8							
3,40											1,159	2,5	0,487	1,7	0,198	1,2	0,075	0,8	0,075	0,8							
3,60											1,291	2,6	0,541	1,8	0,220	1,3	0,083	0,9	0,083	0,9							
3,80											1,429	2,7	0,599	1,9	0,243	1,3	0,091	0,9	0,091	0,9							
4,00											1,575	2,9	0,659	2,0	0,267	1,4	0,101	1,0	0,101	1,0							
4,20											1,728	3,0	0,723	2,1	0,292	1,5	0,110	1,0	0,110	1,0							
4,40											1,887	3,2	0,789	2,2	0,319	1,6	0,120	1,0	0,120	1,0							
4,60											2,054	3,3	0,857	2,3	0,346	1,6	0,130	1,1	0,130	1,1							
4,80											2,227	3,5	0,929	2,4	0,375	1,7	0,141	1,1	0,141	1,1							
5,00													1,003	2,5	0,405	1,8	0,152	1,2	0,152	1,2							

k=0,01	20x2,8 мм		25x3,5 мм		32x4,5 мм		40x5,6 мм		50x6,9 мм		63x8,7 мм		75x10,4 мм		90x12,5 мм		110x15,2 мм	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
л/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с										
0,01	0,012	0,1																
0,02	0,025	0,1	0,010	0,1														
0,03	0,037	0,2	0,015	0,1	0,006	0,1												
0,04	0,059	0,2	0,020	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1										
0,05	0,109	0,3	0,030	0,2	0,010	0,1	0,004	0,1										
0,06	0,189	0,4	0,049	0,2	0,013	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,07	0,248	0,4	0,079	0,3	0,018	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,08	0,313	0,5	0,108	0,3	0,027	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1								
0,09	0,386	0,6	0,133	0,4	0,038	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,10	0,464	0,6	0,160	0,4	0,050	0,2	0,014	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1						
0,12	0,641	0,7	0,221	0,5	0,069	0,3	0,023	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,14	0,842	0,9	0,290	0,6	0,090	0,3	0,031	0,2	0,009	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,16	1,068	1,0	0,367	0,6	0,114	0,4	0,039	0,2	0,013	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1				
0,18	1,316	1,1	0,451	0,7	0,140	0,4	0,048	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,20	1,587	1,2	0,544	0,8	0,168	0,5	0,058	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,30	3,276	1,8	1,117	1,2	0,345	0,7	0,118	0,5	0,040	0,3	0,013	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1
0,40	5,498	2,5	1,867	1,6	0,574	1,0	0,196	0,6	0,066	0,4	0,022	0,2	0,010	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1
0,50	8,234	3,1	2,786	2,0	0,854	1,2	0,290	0,8	0,097	0,5	0,032	0,3	0,014	0,2	0,006	0,2	0,002	0,1
0,60			3,868	2,4	1,182	1,4	0,401	0,9	0,134	0,6	0,045	0,4	0,020	0,3	0,008	0,2	0,003	0,1
0,70			5,111	2,8	1,558	1,7	0,527	1,1	0,176	0,7	0,058	0,4	0,026	0,3	0,011	0,2	0,004	0,1
0,80			6,512	3,1	1,980	1,9	0,669	1,2	0,223	0,8	0,074	0,5	0,032	0,3	0,014	0,2	0,005	0,2
0,90			8,069	3,5	2,447	2,2	0,825	1,4	0,275	0,9	0,091	0,6	0,040	0,4	0,017	0,3	0,006	0,2
1,00					2,959	2,4	0,997	1,5	0,332	1,0	0,110	0,6	0,048	0,4	0,020	0,3	0,008	0,2
1,20					4,116	2,9	1,382	1,8	0,459	1,2	0,151	0,7	0,066	0,5	0,028	0,4	0,011	0,2
1,40					5,448	3,4	1,824	2,1	0,604	1,4	0,199	0,9	0,087	0,6	0,037	0,4	0,014	0,3
1,60							2,321	2,5	0,767	1,6	0,252	1,0	0,110	0,7	0,046	0,5	0,018	0,3
1,80							2,873	2,8	0,947	1,7	0,311	1,1	0,136	0,8	0,057	0,5	0,022	0,4
2,00							3,479	3,1	1,145	1,9	0,376	1,2	0,164	0,9	0,069	0,6	0,026	0,4
2,20							4,138	3,4	1,360	2,1	0,445	1,3	0,194	1,0	0,081	0,7	0,031	0,4
2,40									1,591	2,3	0,521	1,5	0,227	1,0	0,095	0,7	0,036	0,5
2,60									1,839	2,5	0,601	1,6	0,261	1,1	0,109	0,8	0,041	0,5
2,80									2,103	2,7	0,686	1,7	0,298	1,2	0,125	0,8	0,047	0,6
3,00									2,384	2,9	0,777	1,8	0,337	1,3	0,141	0,9	0,053	0,6
3,20									2,681	3,1	0,873	2,0	0,379	1,4	0,158	1,0	0,060	0,6
3,40									2,994	3,3	0,973	2,1	0,422	1,5	0,176	1,0	0,067	0,7
3,60									3,323	3,5	1,079	2,2	0,468	1,6	0,195	1,1	0,074	0,7
3,80											1,190	2,3	0,515	1,6	0,215	1,1	0,081	0,8
4,00											1,306	2,4	0,565	1,7	0,235	1,2	0,089	0,8
4,20											1,427	2,6	0,617	1,8	0,257	1,3	0,097	0,8
4,40											1,552	2,7	0,671	1,9	0,279	1,3	0,105	0,9
4,60											1,683	2,8	0,727	2,0	0,302	1,4	0,114	0,9
4,80											1,818	2,9	0,785	2,1	0,326	1,4	0,123	1,0
5,00											1,959	3,1	0,845	2,2	0,351	1,5	0,132	1,0

k=0,01	20x2,8 мм		25x3,5 мм		32x4,5 мм		40x5,6 мм		50x6,9 мм		63x8,7 мм		75x10,4 мм		90x12,5 мм		110x15,2 мм	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
л/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с										
0,01	0,005	0,1																
0,02	0,016	0,1	0,005	0,1														
0,03	0,045	0,2	0,014	0,1	0,003	0,1												
0,04	0,074	0,2	0,026	0,2	0,008	0,1	0,002	0,1										
0,05	0,110	0,3	0,038	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1										
0,06	0,153	0,4	0,052	0,2	0,016	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,07	0,201	0,4	0,069	0,3	0,021	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1								
0,08	0,254	0,5	0,087	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1								
0,09	0,314	0,6	0,107	0,4	0,033	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1						
0,10	0,379	0,6	0,129	0,4	0,040	0,2	0,014	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1						
0,12	0,524	0,7	0,179	0,5	0,055	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,14	0,692	0,9	0,236	0,6	0,073	0,3	0,025	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,16	0,879	1,0	0,299	0,6	0,092	0,4	0,031	0,2	0,011	0,2	0,003	0,1	0,002	0,1				
0,18	1,088	1,1	0,369	0,7	0,113	0,4	0,039	0,3	0,013	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,20	1,316	1,2	0,446	0,8	0,137	0,5	0,047	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,30	2,756	1,8	0,926	1,2	0,282	0,7	0,096	0,5	0,032	0,3	0,011	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1
0,40	4,682	2,5	1,562	1,6	0,473	1,0	0,160	0,6	0,053	0,4	0,018	0,2	0,008	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1
0,50	7,085	3,1	2,351	2,0	0,709	1,2	0,238	0,8	0,079	0,5	0,026	0,3	0,011	0,2	0,005	0,2	0,002	0,1
0,60			3,290	2,4	0,987	1,4	0,330	0,9	0,109	0,6	0,036	0,4	0,016	0,3	0,007	0,2	0,003	0,1
0,70			4,379	2,8	1,308	1,7	0,437	1,1	0,144	0,7	0,047	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,1
0,80			5,615	3,1	1,671	1,9	0,556	1,2	0,183	0,8	0,060	0,5	0,026	0,3	0,011	0,2	0,004	0,2
0,90			6,998	3,5	2,076	2,2	0,689	1,4	0,226	0,9	0,074	0,6	0,032	0,4	0,014	0,3	0,005	0,2
1,00					2,523	2,4	0,835	1,5	0,274	1,0	0,090	0,6	0,039	0,4	0,016	0,3	0,006	0,2
1,20					3,539	2,9	1,166	1,8	0,381	1,2	0,124	0,7	0,054	0,5	0,023	0,4	0,009	0,2
1,40					4,719	3,4	1,549	2,1	0,504	1,4	0,164	0,9	0,071	0,6	0,030	0,4	0,011	0,3
1,60							1,983	2,5	0,644	1,6	0,209	1,0	0,090	0,7	0,038	0,5	0,014	0,3
1,80							2,468	2,8	0,799	1,7	0,258	1,1	0,112	0,8	0,046	0,5	0,018	0,4
2,00							3,004	3,1	0,970	1,9	0,313	1,2	0,135	0,9	0,056	0,6	0,021	0,4
2,20							3,590	3,4	1,156	2,1	0,372	1,3	0,161	1,0	0,067	0,7	0,025	0,4
2,40									1,358	2,3	0,437	1,5	0,188	1,0	0,078	0,7	0,029	0,5
2,60									1,576	2,5	0,505	1,6	0,217	1,1	0,090	0,8	0,034	0,5
2,80									1,808	2,7	0,579	1,7	0,249	1,2	0,103	0,8	0,039	0,6
3,00									2,057	2,9	0,657	1,8	0,282	1,3	0,116	0,9	0,044	0,6
3,20									2,320	3,1	0,740	2,0	0,317	1,4	0,131	1,0	0,049	0,6
3,40									2,599	3,3	0,828	2,1	0,354	1,5	0,146	1,0	0,055	0,7
3,60									2,894	3,5	0,921	2,2	0,394	1,6	0,162	1,1	0,061	0,7
3,80											1,018	2,3	0,435	1,6	0,179	1,1	0,067	0,8
4,00											1,119	2,4	0,478	1,7	0,196	1,2	0,073	0,8
4,20											1,226	2,6	0,522	1,8	0,214	1,3	0,080	0,8
4,40											1,337	2,7	0,569	1,9	0,233	1,3	0,087	0,9
4,60											1,452	2,8	0,618	2,0	0,253	1,4	0,094	0,9
4,80											1,572	2,9	0,669	2,1	0,274	1,4	0,102	1,0
5,00											1,697	3,1	0,721	2,2	0,295	1,5	0,110	1,0

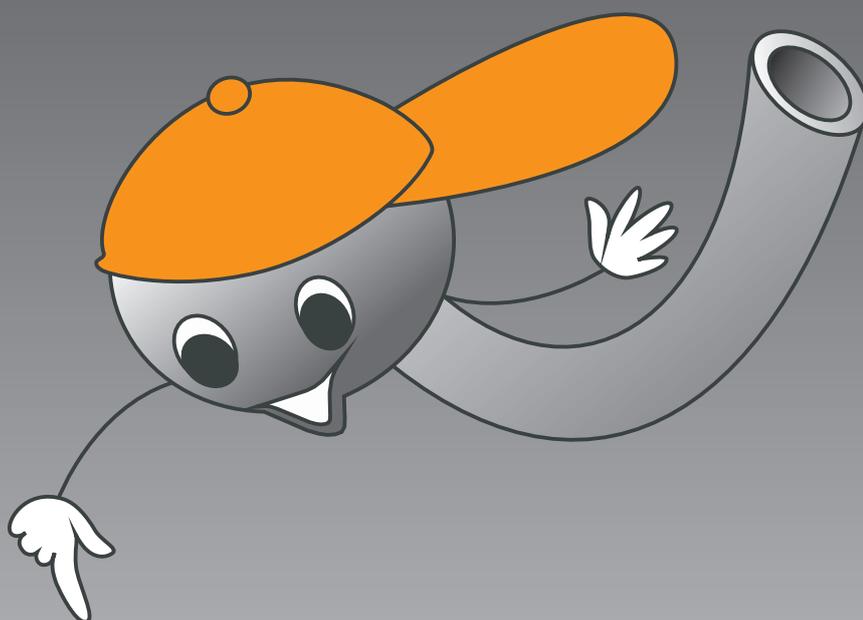
k=0,01	20x2,8 мм		25x3,5 мм		32x4,5 мм		40x5,6 мм		50x6,9 мм		63x8,7 мм		75x10,4 мм		90x12,5 мм		110x15,2 мм	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
л/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с	кПа/м	м/с										
0,01	0,004	0,1																
0,02	0,020	0,1	0,006	0,1														
0,03	0,040	0,2	0,014	0,1	0,004	0,1												
0,04	0,067	0,2	0,023	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1										
0,05	0,099	0,3	0,034	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1										
0,06	0,137	0,4	0,047	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,07	0,180	0,4	0,062	0,3	0,019	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1								
0,08	0,229	0,5	0,078	0,3	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1								
0,09	0,283	0,6	0,096	0,4	0,030	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,10	0,342	0,6	0,116	0,4	0,036	0,2	0,012	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1						
0,12	0,475	0,7	0,161	0,5	0,049	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,14	0,628	0,9	0,212	0,6	0,065	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,16	0,800	1,0	0,270	0,6	0,083	0,4	0,028	0,2	0,009	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,18	0,992	1,1	0,334	0,7	0,102	0,4	0,035	0,3	0,012	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,20	1,203	1,2	0,404	0,8	0,123	0,5	0,042	0,3	0,014	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,30	2,542	1,8	0,846	1,2	0,255	0,7	0,086	0,5	0,029	0,3	0,009	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1
0,40	4,350	2,5	1,436	1,6	0,431	1,0	0,144	0,6	0,048	0,4	0,016	0,2	0,007	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1
0,50	6,621	3,1	2,173	2,0	0,648	1,2	0,216	0,8	0,071	0,5	0,023	0,3	0,010	0,2	0,004	0,2	0,002	0,1
0,60			3,055	2,4	0,906	1,4	0,301	0,9	0,099	0,6	0,032	0,4	0,014	0,3	0,006	0,2	0,002	0,1
0,70			4,082	2,8	1,205	1,7	0,398	1,1	0,131	0,7	0,043	0,4	0,019	0,3	0,008	0,2	0,003	0,1
0,80			5,252	3,1	1,545	1,9	0,509	1,2	0,166	0,8	0,054	0,5	0,024	0,3	0,010	0,2	0,004	0,2
0,90			6,566	3,5	1,925	2,2	0,632	1,4	0,206	0,9	0,067	0,6	0,029	0,4	0,012	0,3	0,005	0,2
1,00					2,345	2,4	0,768	1,5	0,250	1,0	0,081	0,6	0,035	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2
1,20					3,305	2,9	1,077	1,8	0,349	1,2	0,113	0,7	0,049	0,5	0,020	0,4	0,008	0,2
1,40					4,425	3,4	1,437	2,1	0,463	1,4	0,149	0,9	0,064	0,6	0,027	0,4	0,010	0,3
1,60							1,846	2,5	0,593	1,6	0,191	1,0	0,082	0,7	0,034	0,5	0,013	0,3
1,80							2,304	2,8	0,738	1,7	0,236	1,1	0,102	0,8	0,042	0,5	0,016	0,4
2,00							2,812	3,1	0,898	1,9	0,287	1,2	0,123	0,9	0,051	0,6	0,019	0,4
2,20							3,369	3,4	1,073	2,1	0,342	1,3	0,146	1,0	0,060	0,7	0,023	0,4
2,40									1,263	2,3	0,402	1,5	0,172	1,0	0,071	0,7	0,026	0,5
2,60									1,469	2,5	0,466	1,6	0,199	1,1	0,082	0,8	0,031	0,5
2,80									1,689	2,7	0,535	1,7	0,228	1,2	0,094	0,8	0,035	0,6
3,00									1,925	2,9	0,609	1,8	0,259	1,3	0,106	0,9	0,040	0,6
3,20									2,175	3,1	0,687	2,0	0,292	1,4	0,119	1,0	0,044	0,6
3,40									2,440	3,3	0,769	2,1	0,327	1,5	0,134	1,0	0,050	0,7
3,60									2,720	3,5	0,856	2,2	0,363	1,6	0,148	1,1	0,055	0,7
3,80											0,948	2,3	0,402	1,6	0,164	1,1	0,061	0,8
4,00											1,044	2,4	0,442	1,7	0,180	1,2	0,067	0,8
4,20											1,144	2,6	0,484	1,8	0,197	1,3	0,073	0,8
4,40											1,250	2,7	0,528	1,9	0,215	1,3	0,079	0,9
4,60											1,359	2,8	0,574	2,0	0,233	1,4	0,086	0,9
4,80											1,473	2,9	0,621	2,1	0,252	1,4	0,093	1,0
5,00											1,592	3,1	0,671	2,2	0,272	1,5	0,100	1,0

Табл. 24 – Локальные потери давления в фасонных частях

Фасонные части		Коэффициент $\zeta$
	Угольник 90 °	1,35
	Угольник 90 ° с металлической резьбой	1,60
	Угольник 45 °	0,50
	Тройник	1,50
	Тройник	1,15
	Тройник переходный	3,70
	Тройник переходный	4,80
	Тройник с металлической резьбой	1,50
	Муфта	0,25
	Переход с металлической резьбой	0,60
	Муфта переходная	0,50

## 17. СЕРТИФИКАТЫ





SYSTEM<sup>o</sup>

**T3S.RU**