

1. ВВЕДЕНИЕ

Полипропиленовые системы трубопроводов в настоящее время являются наиболее используемым материалом для трубопроводов питьевой и технической воды в европейских странах. Их большой выгодой является низкая цена, простой монтаж, целостность системы от 16 до 110мм, многолетний срок службы, безопасность для здоровья.

Следующей бесспорной выгодой является меньший просвет трубопровода в сравнении с остальными трубопроводами из металлических материалов при одинаковой проточности. Полипропиленовые системы трубопроводов можно использовать для центрального отопления и для отопления в полу, при условии снижения постоянной максимальной температура теплоносителя до 60 °С (в максимуму 80 °С). Также трубопроводы из PP широко используют для промышленных трубопроводов (для транспортировки некоторых химических веществ), что является их основным преимуществом.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Проектирование трубопровода должен сделать квалифицированный проектант. Составной частью проекта является расчёт срока службы трубопровода, принимая во внимание эксплуатационные условия и использованные ряды давления (разные толщины стен труб). При расчётах срока эксплуатации исходим из нормы CSN EN 1778.

Монтаж должен проводить специалист, который может правильно использовать необходимое оборудование и рекомендованный инструмент. Укладывание трубопровода внутри или снаружи строительных конструкций должно отвечать условиям, которые указаны ниже в данных монтажных правилах.

Испытания сварочных швов проводятся в соответствии с нормами CSN EN 12 814 d 1-8, а их визуальный контроль - CSN EN 13100. Допустимые отклонения указаны в данных правилах.

В случае несоблюдения нижеуказанных условий эксплуатации и монтажа, производитель не принимает возникшие рекламации. Для монтажа бытового трубопровода фирма FV-plast предлагает трубы из **статического (random) сополимера полипропилена (PP- тип 3, PPR)** серого цвета диаметром 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 70, 90 и 110 мм. Трубы из PP- тип 3 изготовлены в рядах давления PN 20, 16 и 10. Трубы STABI изготовлены в ряде давления PN 20 (с толщиной стенки, отвечающей ряду давления PN 16 — результатом является больший просвет и протекание трубопровода). Речь идёт о механически стабилизированной трубе с помощью алюминиевой фольги, которая совмещает свойства металлического и классического пластикового трубопровода и, сохраняя все неоспоримые преимущества, значительно улучшает механические свойства пластикового трубопровода. Фасонные элементы изготовлены в ряде давления PN 20.

2. РЕКОМЕНДОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ PP- тип 3

- | | |
|----------------------|--|
| • Ряд давления PN 10 | - холодная вода до 20 °С
- отопления в полу до 45 °С |
| • Ряд давления PN 16 | - холодная вода до 20 °С
- тёплая вода до 60 °С |
| • Ряд давления PN 20 | - тёплая вода до 60 °С
- центральное отопление до 80 °С - каждый проект должен быть рассмотрен с точки зрения срока службы в зависимости от напряжения в стенке трубки. |

Как правило, величина ряда давления (PN 10, PN 16, PN 20) выражает этим толщину стенки трубы для расчёта напряжения в стене, сопротивление давления трубопровода и его срок эксплуатации в различных условиях (см. табл. 1). Необходимо напомнить, что максимальное рабочее давление, в зданиях, для холодной воды (до 20 °С) — 10 бар а для тёплой воды — 7,5 бар при максимальной температуре 60 °С.

Трубопровод сконструирован с предполагаемым сроком службы 50 лет с расчётом, что для холодной воды выгоднее использовать трубы ряда давления PN 16, а для тёплой воды - PN 20.

При использовании низших рядов давления или при других условиях эксплуатации, или при использовании иного теплоносителя, чем чистая вода, необходимо проверить срок службы трубопровода согласно норме CSN EN 1778.

Поэтому необходимо всегда учитывать все действующие факторы, результат которых впоследствии будет являться компромиссом между следующими требованиями: требуемый срок службы, предполагаемая нагрузка температуры и давления (ряд давления), требуемое течение воды и цена приобретения материала.

Информативные величины максимальных допустимых эксплуатационных давлений в зависимости от температуры теплоносителя и предполагаемый срок службы для PP-тип 3 указаны в табл. 1.

3. ИСПОЛНЕНИЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ ЛИНИЙ

Во время практического исполнения пластиковых трубопроводных линий необходимо иметь в виду, что физико-математические свойства пластиков значительно отличаются от свойств металлических трубопроводов.

Этим свойствам необходимо приспособить исполнение и укладку трубопровода, чтобы исключить возможность повреждения или аварии линии, а тем самым подвергнуть опасности здоровье или даже жизнь людей. В особенности это касается следующих технических решений:

- расстояния опорных точек и различных возможностей крепления трубопровода
- линейное расширение и усадка и их компенсация
- переходы металл-пластик
- взаимное комбинирование материалов и т.п.

В связи с тем, что пластиковый трубопровод не является самонесущимся, его необходимо, в отличие от стального трубопровода, зафиксировать или подпереть опорами.

Фирма "F-plast" поставляет стальные оцинкованные жёлобы, которые надеваются на трубопровод под изоляцию (см. рис. 1, 2). Вся эта композиция укрепляется с помощью скользящих или фиксирующих муфт (см. гл. 3-1. "Способы крепления трубопровода"). На первый взгляд трубы - прямые (не проваливаются). Но на местах отклонения трубопровода необходимо сократить жёлоб таким образом, чтобы не произошло повреждение трубопровода за счёт теплового расширения.

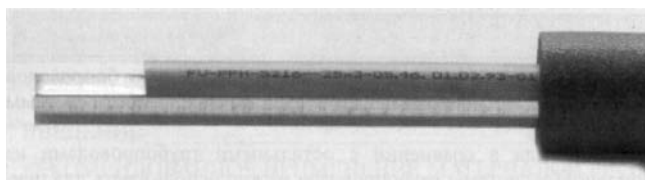


рис. 1: Пример применения подпорного желоба в сочетании с изоляцией "MIRELON".

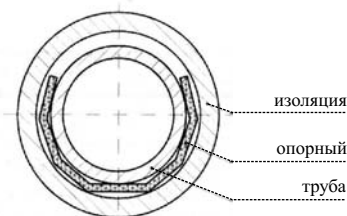


рис. 2: Сечение композиции, указанной на рис. 1

Температура (°C)	Условия эксплуатации PP типа 3 по ISO DIS 12162			
	время эксплуатации (года)	PN 10	PN 16	PN 20
10	допустимое превышение давления (бар)			
	1	21,1	33,2	41,4
	5	19,9	31,3	39,1
	10	19,4	30,5	38,1
	25	18,7	29,5	36,8
	50	18,3	28,7	35,9
20	1	18	28,3	35,3
	5	16,9	26,6	33,2
	10	16,5	25,9	32,3
	25	15,9	25,0	31,2
	50	15,5	24,3	30,4
	100	15,1	23,7	29,6
30	1	15,3	24,1	30,1
	5	14,3	22,6	28,2
	10	14,0	22,0	27,4
	25	13,5	21,2	26,4
	50	13,1	20,6	25,7
40	1	13	20,4	25,5
	5	12,1	19,1	23,9
	10	11,8	18,6	23,2
	25	11,4	17,9	22,3
	50	11,0	17,4	21,7

Температура (°C)	Условия эксплуатации PP типа 3 по ISO DIS 12162			
	время эксплуатации (года)	PN 10	PN 16	PN 20
50	допустимое превышение давления (бар)			
	1	11,0	17,3	21,6
	5	10,2	16,1	20,1
	10	9,9	15,6	19,5
	25	9,5	15,0	18,8
60	1	9,3	14,6	18,2
	5	8,6	13,6	16,9
	10	8,3	13,1	16,4
	25	8,0	12,6	15,8
	50	7,8	12,2	15,3
70	1	7,8	12,3	15,3
	5	7,2	11,4	14,2
	10	7,0	11,0	13,8
	25	6,1	9,6	12,0
80	1	6,5	10,3	12,8
	5	6,0	9,5	11,9
	10	4,9	7,7	9,6
	25	3,9	6,2	7,7
95	1	4,6	7,3	9,1
	5	3,1	4,9	6,2
	10	2,7	4,2	5,2

табл.1: Значения условий эксплуатации и соответствующих значений долговечности трубопроводных систем из полипропилена тип3 выпускаемых фирмой FV-plast.

В случае, когда не используют это выгодное решение, необходимо пластиковый трубопровод тщательно закрепить. Расстояния опорных точек трубопровода из PP решает табл.2 и 3. Указанные расстояния действительны для горизонтальных трубопроводов. Для завешенных трубопроводов можно увеличить вышеуказанные расстояния приблизительно на 30%.

трубопровод (мм)	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
расстояние между опорами (см)	110	120	140	145	150	155	165	170	190	205

табл.2: Расстояния опорных точек трубопровода STABI.

3-1. Способы крепления трубопровода

С точки зрения крепления трубопровода различают 2 типа опор:

а) **прочная опорная точка** (рис. 3) - это такое крепление, когда трубопровод не имеет возможности дилатации, т.е. двигаться в месте опоры по направлению оси трубопровода (проскальзывать). Это крепление выгодно применять в местах изгиба трубопровода, подключения различных устройств и в местах разветвления. Самый простой пример опорной точки - применение фланца или патрона.

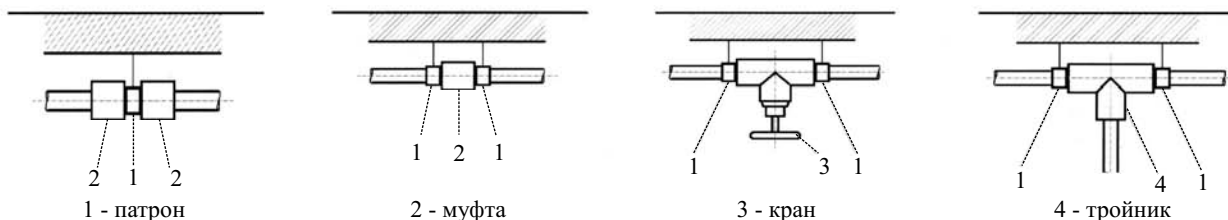
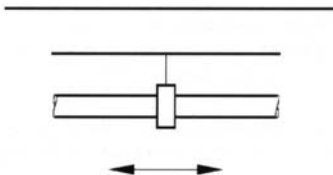


рис. 3: Примеры образования прочных опорных точек с помощью фасонины и патროнов:

б) **посадка с трением скольжения** - это способ крепления, не позволяющей трубопроводу отклониться от линии оси, но и не препятствующий ему в дилатационном движении по направлению линии оси (расширение, усадка). Типичным примером является так называемая свободная муфта (рис. 4).

	Ø трубопровода (мм)	Расстояние опорных точек I (см) при температуре теплоносителя					
		20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C
PN 20	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
PN 16	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
PN 10	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

табл. 3 : Значения расстояний опорных точек трубопровода из полипропилена в зависимости от температуры теплоносителя.



Очень выгодным решением является применение желобов FV-plast (рис. 1, 2).

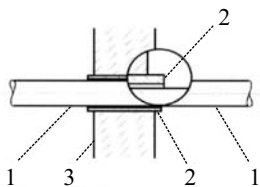
Можно сказать, что правильное размещение опорных точек и посадок с трением скольжения является в значительной мере зависит от понимания поведения пластиковых трубопроводов в отдельных частях трубной системы. Проще говоря, прочными опорными точками желательнее укрепить все арматуры (трубные и выпускные), места разветвлений к трубопроводам более малых диаметров (диаметр ниже на 2-3 размеры), и т. п.

рис. 4: Посадка с трением скольжения - так называемая свободная муфта.

3-2. Проход пластикового трубопровода через стену

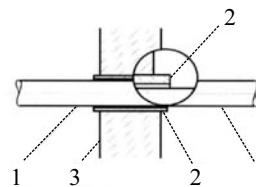
При проходе через стену необходимо пластиковый трубопровод защитить от механического повреждения. С точки зрения исполнения прохода трубопровода опять различаем 2 вида прохода:

а) **прочная опорная точка** (рис. 5) - это такой проход через стену, когда трубопровод не имеет возможности дилатации, т.е. двигаться в месте прохода стеной по направлению оси трубопровода (проскальзывать). Она реализована похожим способом, как и классическая опорная точка с помощью фасонин (муфт), ограничивающих кружков и "защитных" элементов (обычно труба из ПВХ или ГРЕ).



1 - труба 2 - муфта 3 - стена
4 - ограничивающие кружки 5 - "защитный элемент"

рис. 5: Проход стеной - прочная опорная точка.



1 - труба 2 - "защитный элемент" 3 - стена

рис. 6 : Проход стеной - посадка с трением скольжения.

б) **посадка с трением скольжения** (рис. 6) - это способ прохода через стену, когда трубопровод имеет возможность дилатации, т.е. двигаться в месте прохода через стену по направлению оси трубопровода (проскальзывать) и одновременно защищён от механического повреждения (царапин).

3-3. Линейное расширение и усадка пластикового трубопровода

Разность температур во время монтажа и во время эксплуатации трубопровода, когда трубопроводом подаётся теплоноситель с иной температурой, чем была температура во время монтажа, вызывает изменения длины - удлинения или сокращения - для всех типов материалов. В случае пластика эти изменения во много раз больше, чем у классического стального трубопровода. Общее **сокращение** или **удлинение** материала (трубопровода) Δl зависит от коэффициента теплового расширения данного материала α_t [$\text{мм} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$] (коэффициент теплового расширения стали $\alpha_t = 0,012$; PP $\alpha_t = 0,15$,

PP-STABI $\alpha_t = 0,05$, PE $\alpha_t = 0,2$ и ПВХ $\alpha_t = 0,08$), расчётной длины трубопровода L [м] и разницы температур

Δt [°C] ($\Delta l = \alpha_t \cdot L \cdot \Delta t$ [мм]). На практике это означает, что если будем нагревать или охлаждать 1 м трубопровода на 10°С, изменится его длина в случае стали на 0,12 мм, у PP на 1,5 мм, у PP-STABI на 0,5 мм, у PE на 2 мм и у ПВХ на 0,8 мм.

ВНИМАНИЕ:

Обратите внимание, в частности, на **сокращение трубопровода (см. ПР. 2) в результате наполнения отопительной системы холодной водой**. Это сокращение, если не было планировано при проектировании или при проведении работ, может привести к аварии по целой трассе. В этом случае является выгодным использование компенсирующей петли или искривление трубопровода при монтаже. Для большей наглядности приводим два примера:

Пример 1: удлинение трубопровода из PP-тип 3, длины (расстояние 2 прочных опорных точек) 8 м, при разнице температур 46°С (температура холодной воды 14°С, температура тёплой воды для хозяйственных целей 60°С).

Решение: $\Delta l = \alpha_t \cdot L \cdot \Delta t = 0,15 \cdot 8 \cdot (60 - 14) = 55,2$ мм (удлинение)

Пример 2: сокращение трубопровода из PE, длины 20 м, при разнице температур 16°С (температура при монтаже 24°С, температура холодной воды 8°С).

Решение: $\Delta l = \alpha_t \cdot L \cdot \Delta t = 0,2 \cdot 20 \cdot (8 - 24) = -64$ мм (сокращение)

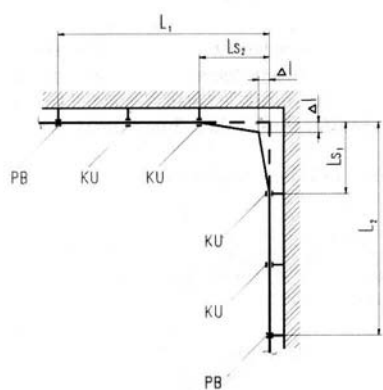
Как видно, речь идёт о значительных размерах.

3-3-1. Классический способ компенсации пластикового трубопровода

3-3-1-1. Расчет компенсации

Если изменения длины трубопровода не компенсированы подходящим способом, т.е. если трубопроводу нет возможности увеличивать или сокращать свою длину, в стенках труб концентрируется дополнительное напряжение, возникшее при растяжении и сжатии. Это может привести, в случае грубого пренебрежения этими факторами, особенно в случае сокращения трубопровода, к разрушению системы.

Подходящий способ компенсации - способ, при котором трубопровод отклоняется в направлении, перпендикулярном к исходной трассе, а на этом перпендикуляре остаётся свободная длина для компенсации (обозначенная L_S). В результате этого при дилатировании трубопровода по прямой линии не возникнут существенные дополнительные напряжения при растяжении и сжатии в стене трубки - см. рис.

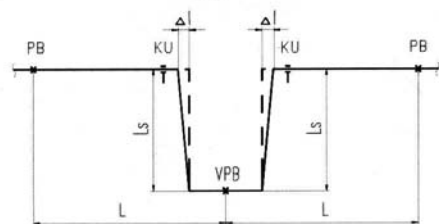


Компенсационная длина L_S зависит от относительного удлинения или сокращения линии Δl , материала и диаметра трубопровода. Длину определяют с помощью графика следующим способом (для наглядности используем значения ПР. 1 - см. гл. 3-2):

Сначала определим среднее удлинение Δl [мм] в зависимости от длины трубопровода L [м] (расстояние 2 прочных опорных точек) и разнице температур Δt [°C] с помощью графика № 1.

- PB - прочная опорная точка
- KU - посадка с трением скольжения
- L - расчётная длина
- L_S - свободная длина для компенсации
- Δl - рассчитанное удлинение трубопровода

рис. 7: Компенсация трубопровода для распределения тёплой воды в изгибе трубопроводной линии.



- PB - прочная опорная точка
- KU - посадка с трением скольжения
- VPB - прочная точка футеровки
- L - расчётная длина
- L_S - свободная длина для компенсации
- Δl - рассчитанное удлинение трубопровода

рис. 8: Создание U компенсатора для распределения тёплой воды на прямом участке трубопровода.

Таким образом полученное значение используем для окончательного определения свободной длины для компенсации L_S [мм], которая далее зависит от коэффициента материала k (для полипропилена $k = 30$) и наружного диаметра трубопровода d [мм] ($L_S = k \cdot (d \cdot \Delta l)^{1/2}$) расчётом или с помощью диаграммы № 2.

Под свободной длиной для компенсации L_S разумеется отсутствие каких-либо опор или подвесок внутри этой длины и соблюдение макс. расстояния между опорами (табл. 3), в зависимости от материала и диаметра трубопровода.

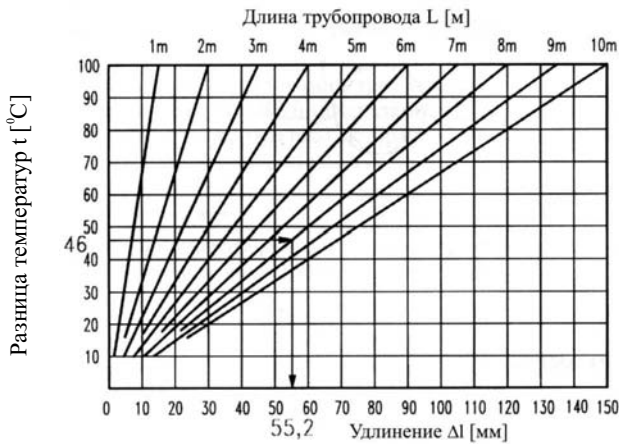


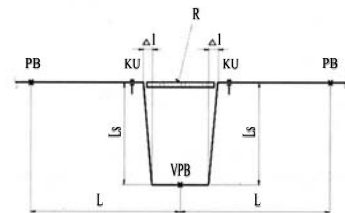
график 1: Удлинение трубопровода Δl из полипропилена в зависимости от разницы температур Δt транспортируемой среды и длине трубопровода L .

3-3-1-2. Конструкция компенсаторов

Для создания компенсаторов необходимо учесть, что, если трубопровод во время эксплуатации будет удлиняться (распределительные системы тёплой воды или отопления) или сокращаться (монтаж водопроводов холодной воды в условиях высоких температур окружающей среды - см. ПР. 2, гл. 3-3).

Опаснее процесс сокращения трубопровода, потому что в случае удлинения трубопровод может „волноваться“ (см. рис. 16), тогда как при сокращении в нем возникают опасные, раньше упомянутые, дополнительные напряжения.

В случае **удлинения трубопровода** необходимо в трубопроводе образовать достаточное предварительное напряжение. Механические свойства пластикового трубопровода позволяют сжатие компенсатора лишь в ограниченной степени (главным образом это касается петлевых компенсаторов). Поэтому необходимо достичь того, чтобы компенсатор, при увеличении длины, трубопровод натягивал. Наиболее простой способ достижения этого - натягивание плеч U-компенсатора с помощью применения распорки подходящих размеров (см. рис. 9), перед его сваркой с трубопроводом. Аналогично действуем при компенсации удлинения трубопровода натягиванием части трубопровода в изгибе трассы (см. рис. 10).



- R - распорка
- PB - прочная опорная точка
- KU - посадка с трением скольжения
- VPB - прочная точка футеровки
- L - расчетная длина
- L_s - свободная длина для компенсации
- l - рассчитанное удлинение трубопровода

рис. 9: Создание предварительного напряжения в трубопроводе для распределения теплой воды с помощью U — компенсатора.

При монтаже пластикового трубопровода с точки зрения его компенсации линейного расширения общепринято, чем больше перпендикулярных изгибов в линии, тем лучше (см. рис. 11).

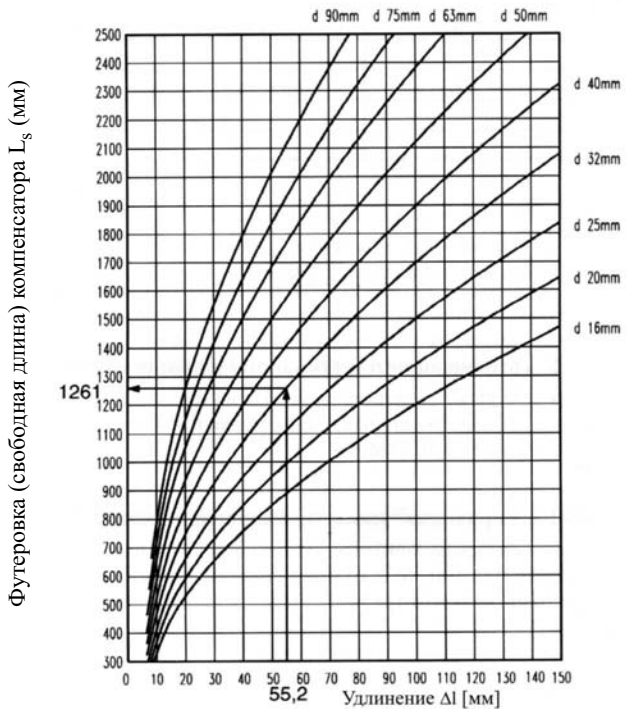
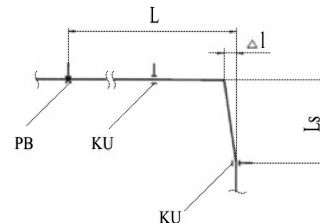


график 2: Свободная длина компенсатора L_s для трубопровода из полипропилена в зависимости от удлинения Δl и \varnothing трубопровода d .



- PB - прочная опорная точка
- KU - посадка с трением скольжения
- L - расчетная длина
- L_s - свободная длина для компенсации
- l - рассчитанное удлинение трубопровода

рис. 10: Создание предварительного напряжения в трубопроводе для распределения теплой воды в изгибе трубопроводной линии.

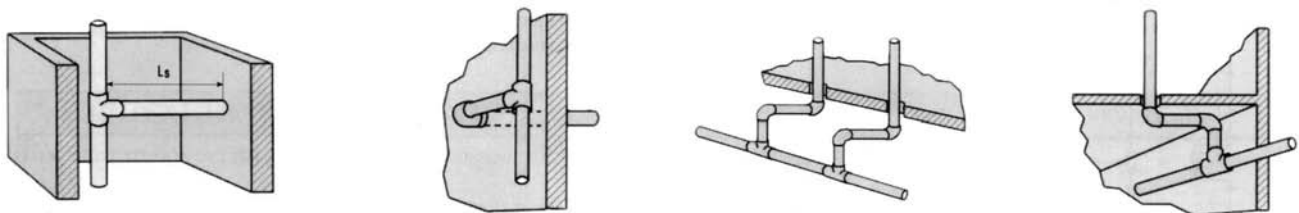


рис. 11: Примеры различных способов компенсации линейного расширения пластикового трубопровода на практике.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Для компенсации трубопровода диаметром до $\varnothing 40$ мм также применяются петлевые компенсаторы. Но фирма "FV-plast" их применение, исходя из собственного практического опыта, для компенсации распределительных систем воды не рекомендует. Несмотря на это, они имеются в ассортименте, в связи со спросом покупателей. Максимальные значения L_s , которые должна перенести компенсационная петля, указаны в следующей таблице. Но и здесь необходимо создать для распределительных систем теплой воды достаточное предварительное напряжение в трубопроводе соответствующим сжатием компенсатора до его сварки с трубопроводом (см. рис. 12).

L_s (мм)	\varnothing (мм)
80	20
65 - 70	25
55	32
45	40

табл. 4: Максимальные значения L_s , которые должна перенести компенсирующая петля.

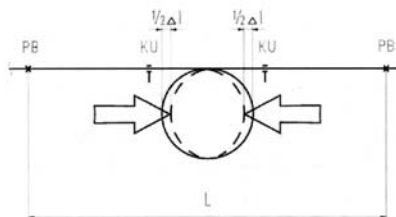


рис. 12: Создание предварительного давления в трубопроводе для теплой воды с помощью компенсирующей петли.

3-3-2. Компенсация пластикового трубопровода способом "FV-PLAST"

Фирма "FV-plast" разработала, исходя из многолетнего практического опыта, собственный простой способ компенсаций, который исходит из выше указанных общих правил и учитывает при этом специфические требования внутренних трубопроводов, главным образом в высотных зданиях.

3-3-2-1. Горизонтальный трубопровод ("лежак")

При классическом монтаже компенсаторы помещены перпендикулярно направлению трубной трассы между двумя прочными опорными точками, то есть между ответвлениями восходящего трубопровода. Это решение, в связи с размещением компенсационных петель, является требовательным к пространству (см. рис. 13).

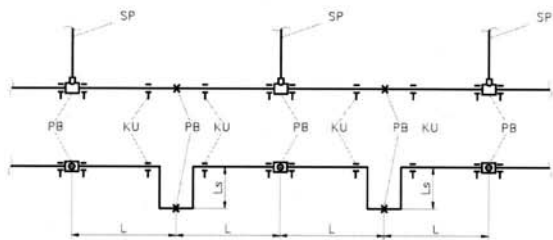


рис. 13: Классический способ компенсации горизонтального трубопровода.

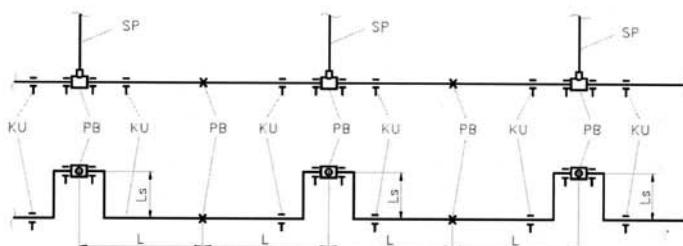


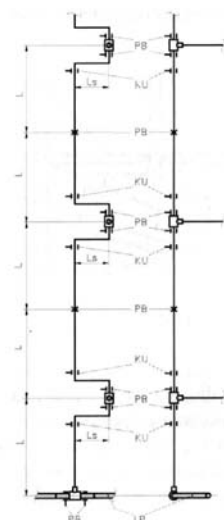
рис. 14: Компенсация горизонтального трубопровода способом "FV-plast"

Способ "FV-plast" создаёт компенсацию прямо у ответвлений восходящего трубопровода (см. рис. 14). Трубопровод ведётся между этими опорными точками прямо и не требует, при условии применения стальных оцинкованных желобов "FV-plast", укрепления между отдельными ответвлениями, что выгодно не только с точки зрения использования пространства, но и по эстетичности.

3-3-2-2. Восходящий трубопровод

Способ "FV-plast" можно выгодно применить и в случае монтажа восходящего трубопровода. Но в отличие от горизонтального трубопровода необходимо, чтобы трубопровод был всегда между отдельными этажами прочно укреплен неподвижным креплением (прочной опорной точкой).

В случае, когда не применяют стальные цинкованные желобы "FV-plast", для расстояния между креплениями восходящего трубопровода актуально то, что есть возможность увеличить максимальное расстояние между опорами, указанное в таблице № 3 для горизонтальных трубопроводов, коэффициентом 1,3. Компенсация создаётся прямо у ответвлений для отдельных квартир (см. рис. 15).



Символы:

- PB - прочная опорная точка
- KU - посадка с трением скольжения
- L_s - свободная длина для компенсации

< рис. 15: Компенсация восходящего трубопровода способом "FV-plast".

рис. 16: Пример некомпенсированного трубопровода под штукатуркой. >

В случае применения компенсации способом "FV-plast", у стандартныхстроек, обеспечена компенсация без сложных расчётов и минимальная трудоёмкость и экономия материала (главным образом колен), так как не нужно создавать компенсационные петли.



3-3-3. Компенсация пластикового трубопровода под штукатуркой

В случае ведения пластикового трубопровода под штукатуркой исходят из одинаковых принципов, как и в случае ведения трубопровода в пазу. Необходимо создать достаточное пространство для движения трубопровода и одновременно препятствовать механическому повреждению истиранием. Самым выгодным является применение изоляции трубопровода из пенополиэтилена с достаточной толщиной стены в сочетании с частыми перпендикулярными изгибами в линии трубопровода.

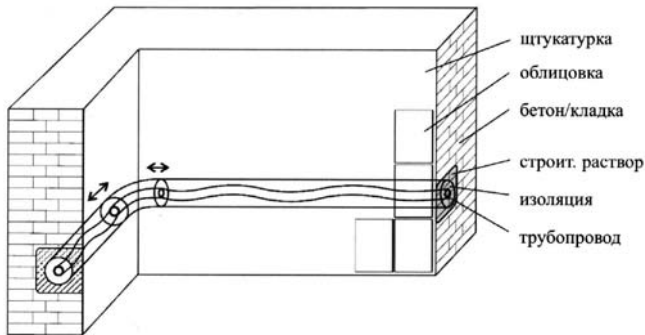


рис. 17: Пример некомпенсированного трубопровода под штукатуркой.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Компенсация линейного расширения пластикового трубопровода необходима в случае, когда возможно его сокращение в течении эксплуатации, т. е. при монтаже распределительных систем холодной воды в условиях высоких температур окружающей среды (напр, монтаж летом - см. пример 2, гл. 3-3), когда выгодно применить напр, петлевой компенсатор (см. табл. 4).

Компенсация линейного расширения пластикового трубопровода в случае, когда ожидаем его удлинение в течении эксплуатации, и когда трубопровод имеет простор "волноваться" (напр., в случае его ведения в пластмассовых желобах), необходима лишь с точки зрения эстетичности (см. рис. 17). Чтобы такая компенсация была эффектив-

ной, необходимо в трубопроводе создать достаточное предварительное напряжение так, чтобы компенсатор трубопровод натягивал (см. гл. 3-3-1-2).

4. ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ ТРУБОПРОВОД

Присоединительный трубопровод выполняется из труб диаметром 20 мм. Трубопровод, уложенный в замурованном пазу в стене, должен быть тщательно изолирован. Эта изоляция, помимо предотвращения потерь тепла (трассы теплой воды) и орошения трубопровода (трассы холодной воды), защищает трубопровод от механического повреждения и позволяет дилатацию трубопровода. Решительно не рекомендуется изоляция лишь одним слоем войлочных полос.

Перед заделкой необходимо трубопровод тщательно закрепить в пазу (захватами, заштукатуриванием, прикреплению на стену шурупами и т. п.).

5. КОМБИНИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Комбинирование отдельных типов материалов механическими соединениями или переходником пластик-металл (так наз. "впрыск" - см. рис. 18, 19 - или разборные соединения - см. рис. 22, 23, 24) не представляет проблему, но необходимо строго соблюдать соответствие применённых материалов для данной цели.

Запрещена взаимная сварка материалов отдельных групп, напр. PE и PP, PP и PV и т. д.

Комбинирование при сваривании различных материалов регулируется на основе классов свариваемости, без риска можно сваривать материалы, находящиеся в одном и том же классе. Класс свариваемости материала определяется на основе индекса течения гранулата (ИТТ). Эта величина, с допустимыми отклонениями, должна быть гарантирована производителем гранулата, она фигурирует в накладных при каждой поставке, а также контролируется в собственной лаборатории. Поэтому при оценке качества гранулата главным является не производитель, а его свойства как материала.

6. ТЕМПЕРАТУРЫ ИСПОЛНЕНИЯ

Минимальная температура окружающей среды во время монтажа трубопроводных сетей не должна быть ниже +5 °С. Поставщику стройки рекомендуется включить это условие в договор, как обязательное для заказчика (получателя). Минимальная температура +5 °С определена не только свойствами пластика, но и технологией сварки пластика, так как при более низких температурах происходит быстрое охлаждение сварочных аппаратов.

7. ИЗГИБАНИЕ ТРУБОПРОВОДА

Изгибание труб без нагрева проводится в случае, когда температура окружающей среды выше 15 °С.

Для изгиба труб диаметром меньше 32 мм характерен минимальный радиус изгиба: $r = 12 \cdot d$ [мм] (для труб из PP).

8. МОНТАЖ ПЕРЕХОДНИКОВ С НАРУЖНОЙ ИЛИ ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБОЙ

Переходники с внутренней или наружной резьбой служат для перехода с пластика на металл, главным образом, для присоединения металлических арматур и выпускных кранов и т. д.

Фирма "FV-plast" поставляет на рынок три вида этих переходников (см. каталог изделий):

- **переходники с пластмассовой наружной резьбой,**
- **переходники "впрыск" с металлической внутренней или наружной резьбой** (металлические запрессованные детали изготовлены из никелированной латуни и оснащены внутренней или наружной цилиндрической резьбой),
- **разборные соединения** (основой является специальный пластиковый фасонный элемент, на который установлена накидная часть, произведённая из никелированной латуни и оснащённая внутренней или наружной цилиндрической резьбой).

Фирма "FV-plast" даёт гарантию в полном объёме, т.е. 10 лет, до максимальной суммы ущерба 2.000.000 чешских крон и при декларированной долговечности 50 лет, на вышеуказанные виды переходников только в том случае, если будут соблюдены следующие принципы и ход монтажа:

8-1. Ход монтажа

8-1-1. Переходник с пластиковой наружной резьбой

- 1) Проверяют, если внутренний диаметр противоположного элемента длиннее 2/3 длины пластиковой резьбы переходника. В противном случае, необходимо применить переходник "впрыск" с металлической наружной резьбой.
- 2) Резьбу фасонины делают шероховатой (напр, пилой для железа), чтобы она не скользила, после того как её обернём уплотнительным материалом. Применяют достаточное количество уплот. материала, чтобы фасонный элемент был уплотнён ещё до затяжки всей резьбы.
- 3) Уплот. материала необходимо смазать жиром (не олифой, которая препятствует возможному в будущем рассоединению соединения) - хорошо оправдала себя "INDULONA".
- 4) Фасонину ввинчивают в металлическую часть противоположного элемента, следя за тем, поворачивается ли уплот. материал одновременно с элементом.
- 5) Если уплот. мат. перестанет поворачиваться согласно с фасониной, необходимо соединение разобрать и повторить операции пп. 3 - 5.

ВНИМАНИЕ:

Переходник с пластиковой наружной резьбой невозможно применять в том случае, когда длина внутренней резьбы противоположного элемента меньше 2/3 длины пластиковой резьбы переходника.

8-1-2. Переходник "впрыск" с металлической внутренней или наружной резьбой (впаянной)

Этот тип фасонины является комбинацией металлической резьбы с пластмассовым наконечником, который позволяет соединить с трубопроводом одинакового материала путём полидиффузионной сварки.

Прочное и плотное соединение пластика с металлической деталью "впрыск" (обычно это никелированная латунь, см. рис. 19, 20) достигнуто её подходящей формой, т.е. комбинацией различных канавок, которые у меньших фасонных элементов переносят крутящий момент во время его ввинчивания в противоположный элемент.

ВНИМАНИЕ:

Переходники "впрыск" с металлической резьбой нельзя использовать в теплоносителях, которые способствуют возникновению коррозии на металлической (никелированной) части фасонного элемента (например, в фильтрационных системах хлорированной воды). Для этих случаев фирма рекомендует использование цельнопластиковой фасонины.



рис. 18. Сечение переходника с пластиковой резьбой и встроенной втулкой.

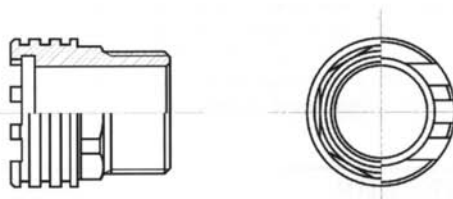


рис. 19. Металлическая резьба, наружная "впрыск".

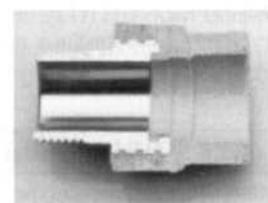


рис. 20. Сечение переходника с наружной металлической резьбой.

Из вышеуказанного вытекает, что и здесь является важным способ монтажа.

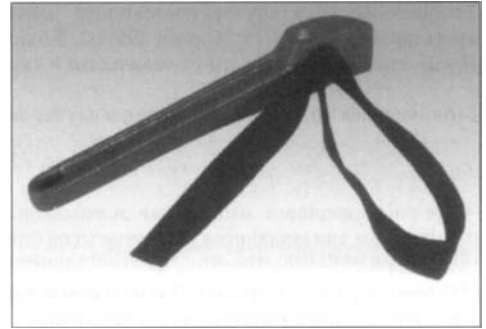
1) В случае применения переходника **другой фирмы** чем "FV-plast" (узнаем на основе обозначения), **проверим, не произведена ли металлическая часть ("впрыск") из железа - стали (лучше всего с помощью магнита). В случае, когда переходник содержит железо - немедленно отбракуем !!! В случае, когда металлическая часть ("впрыск") произведена из латуни, необходимо, в связи с гарантией "FV-plast" (10 лет до ущерба 2 мил. крон), получить письменное согласие фирмы "FV-plast" с применением указанного переходника в системе "FV-plast" (см. п. 3 условий гарантии "FV-plast").**

2) Резьбу на фасонине оснащают уплотнением. Для уплотнения внутренней или наружной металлической резьбы "впрыск", впаянной, применяют только тефлоновую ленту или шпаклёвкой!

3) Переходник подтягивают при ввинчивании в противоположный элемент, чтобы не сорвалась его пластмассовая часть от металлического "впрыска". Рекомендуем, главным образом, для фасонных элементов меньших размеров, использовать для подтягивания затяжной специальный ключ с поясом (см. рис. 21), который, по сравнению с обыкновенными водопроводными инструментами (трубный ключ и т.п.), обнимает элемент по всей окружности, поэтому соединение пластик-металл подвергается меньшему напряжению. И этот ключ имеет фирма "FV-plast" в своём ассортименте.

Для подтягивания переходника к противоположному элементу не применяются обыкновенные водоинсталляционные инструменты (трубный ключ и т.п.)!

рис. 21: Затяжной ключ с поясом.



ОСТОРОЖНО!

Повреждения внутренней металлической резьбы "впрыск", в которую был ввинчен противоположный элемент с конической металлической резьбой, при условии использования другого уплотнительного материала, чем тефлоновая лента (напр. конопля), рекламации не подлежат. Также не подлежат рекламации негерметические переходники с металлической резьбой "впрыск" со следами подтягивания другими инструментами, чем те, которые указаны в п. 3 способа монтажа.

8-2. Разборные соединения

Разборные соединения полностью заменяют применяемые до сих пор переходники с наружной или внутренней металлической резьбой (см. рис. 18, 19), в отличие от которых позволяют **простые повторные не деструктивные демонтажи и обратный монтаж**.



рис. 22:
Пример соединения PE и PPR с помощью разборного соединения



рис. 23:
Возможные комбинации пластиковых переходников с накидной гайкой, полностью заменяющих переходники "впрыск".

Это свойство можно выгодно использовать для размещения различных элементов с низшей долговечностью, чем у пластикового трубопровода (краны, водомеры и т.п.) в трубопроводную систему (см. рис. 24). Следующим большим преимуществом разборных соединений является факт, что **позволяют образовать целый ряд соединений различных комбинаций размеров и материалов** (PE, PP, PPR, сталь, латунь) трубопровода и устанавливаемых элементов (см. рис. 22, 23, 24).

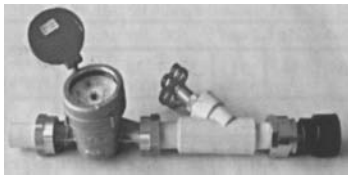


рис. 24: Пример практического применения разборных соединений - подключение распределительной системы из полипропилена типа 3 (водомер + кран с возвратным клапаном) частного дома (квартир) к центральному распределению воды из rPE.

9. ИЗОЛЯЦИЯ ПЛАСТИКОВОГО ТРУБОПРОВОДА

Хотя трубный материал из пластмассы имеет, по сравнению со стальными трубами, более чем на ряд ниже теплопроводность, является очевидным, что и для пластиковых трубок необходима качественная изоляция.

Табл. № 5 далее приводит теоретическую экономию затрат для разных видов изоляции. По ней видно, что не имеет смысла экономить на изоляции потому, что капиталовложение в качественную изоляцию возвратится уже в течение первого отопительного сезона.

Вид изоляции	потеря энергии (Вт. час/м)	экономия энергии (Вт. час/м)	экономия экспл.расходов (крон/год.м)	стоимость изоляции (крон/м)
нет	432	0	0	0
войлок	180	252	1184	4
пенополистирол	113	319	1499	10
пеновый PE-MIRELON	28	404	1898	37

табл. 5: Сравнение экономии энергии и эксплуатационных расходов в зависимости от способа изоляции восходящего трубопровода из PP тип 3 Ø40 мм PN 16 в случае нормальной эксплуатации (течение 0,7 м³/год, цена тепла 150 крон/ГДж), при температуре воды 55 °C и температуре окружающей среды 18 °C.

Для полипропиленового трубопровода в настоящее время выгоднее, с точки зрения качества, простоты монтажа и самой манипуляции, применение изоляционных надевающихся труб из пенополиэтилена (см. рис. 25).

ВНИМАНИЕ:

В случае, когда изолированный трубопровод прокладывается в условиях влажной окружающей среды, то необходимо использовать изоляционный материал с водонепроницаемым внешним слоем (например, целлофаном и т. п.), чтобы воспрепятствовать пропитыванию изоляции водой или влажностью.

Этот вид изоляции помимо выгодных изоляционных свойств ещё образует, в случае применения под штукатуркой, достаточное пространство для дилатации трубопровода (см. рис 17).

Фирма "FV-plast" поставляет изоляцию "MIRELON". Речь идёт о чешском изделии, серого цвета, в размерах для трубок Ø 16 - 75 мм с толщиной стены 6, 9, 13 и 20 мм.

Теплостойкость в случае постоянного действия температур от - 65 °С до + 95 °С, кратковременно от - 75 °С до + 105 °С. Теплопроводность 0,04 Вт/м · °С Удельный вес 18 - 28 кг/м³ (в зависимости от количества и типа присадок).

Минимальная долговечность 50 лет, в случае защиты от прямого влияния погоды.

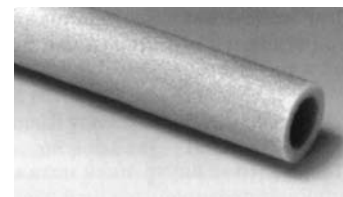


рис. 25: Изоляция "MIRELON" из пенополиэтилена.

9-1. Применение изоляционных надевающихся труб

Это очень простая операция. Изоляционные трубы надеваются прямо на трубу и склеиваются в торцах специальным клеем на основе хлоропренового каучука или полиакрила.

Если невозможно эту изоляцию на трубу надеть, то можно её продольно разрезать, насадить, а потом склеить. **Применение различных механических скоб и муфт не рекомендуется** - в связи с более высоким тепловым расширением пластикового трубопровода возможно образование щели в несклеенном месте и как результат - потери тепла, за счёт чего изоляция теряет смысл. Кроме труб необходимо в системе изолировать и фасонину так, чтобы не допустить утечку энергии (напр, с помощью специальной самоклеющейся изоляционной ленты из такого же материала, что и изоляция, или с помощью изоляционной трубы большого размера, которую продольно разрежут, надевают на фасонину и дополнительно склеивают.).

9-2. Изоляция трубопроводов для холодной воды

Трубопроводы для холодной воды изолируются от орошения и от потепления. Рекомендованную толщину изоляции для трубопровода ряда давления PN 20 приводит следующий набор таблиц, где



- s = рекомендованная толщина изоляции в мм (теплопроводность изоляции 0,04 Вт/м · °С)
 - T_e = наружная температура воздуха в °С
 - T_i = внутренняя температура теплоносителя (воды) в °С
- относительная влажность воздуха 60 или 80 %

трубка Ø 20 x 3,4мм										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	влаж-ность
5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,6	4,8	5,0	5,3	5,5	60 %
7	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5	4,7	5,0	
9	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	
5	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,4	12,8	13,2	13,6	80 %
7	9,5	9,9	10,3	10,7	11,1	11,5	11,9	12,3	12,7	
9	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,3	11,7	

трубка Ø 25 x 4,2мм										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	влаж-ность
5	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	60 %
7	3,0	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	
9	2,3	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	
5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,9	13,3	13,7	14,1	80 %
7	9,7	10,2	10,6	11,0	11,4	11,9	12,3	12,7	13,1	
9	8,6	9,0	9,5	9,9	10,3	10,8	11,2	11,7	12,1	

трубка Ø 32 x 5,4мм										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	влаж-ность
5	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,3	5,5	60 %
7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0	
9	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	
5	11,1	11,6	12,0	12,4	12,9	13,3	13,7	14,1	14,6	80 %
7	10,0	10,4	10,9	11,3	11,8	12,2	12,7	13,1	13,5	
9	8,7	9,2	9,7	10,1	10,6	11,1	11,6	12,0	12,5	

трубка Ø 40 x 6,7мм										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	влаж-ность
5	3,4	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	4,9	5,2	5,5	60 %
7	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3	4,6	4,9	
9	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	
5	11,3	11,8	12,3	12,8	13,2	13,6	14,1	14,5	15,0	80 %
7	10,1	10,6	11,0	11,5	12,0	12,5	12,9	13,4	13,9	
9	8,8	9,3	9,8	10,3	10,8	11,3	11,8	12,3	12,8	

трубка Ø 50 x 8,4мм										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	влаж-ность
5	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	5,3	60 %
7	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,7	
9	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	
5	11,5	11,9	12,4	12,9	13,4	13,8	14,3	14,8	15,3	80 %
7	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,6	13,1	13,6	14,1	
9	8,8	9,3	9,8	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	13,0	

трубка Ø 63 x 10,5мм										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	влаж-ность
5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,1	60 %
7	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	
9	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	
5	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	80 %
7	10,1	10,6	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,3	
9	8,7	9,2	9,8	10,3	10,9	11,4	12,0	12,5	13,1	

трубка Ø 63 x 10,5мм											
T _i \ T _e	26	27	28	29	30	31	32	33	34	влаж-ность	
5	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2	4,5	4,8	60 %	
7	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1		
9	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5		
5	11,4	11,9	12,4	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,6	80 %	
7	10,0	10,5	11,1	11,6	12,1	12,7	13,2	13,8	14,3		
9	8,5	9,1	9,7	10,2	10,8	11,3	11,9	12,5	13,0		

ПРИМЕЧАНИЕ

Практический опыт показывает, что у плохо изолированного трубопровода для холодной воды возможно возникновение коррозии его металлического крепления, которое охлаждается трубопроводом и может конденсировать влагу из окружающей среды.

9-3. Изоляция трубопровода для горячей воды

Трубопроводы для горячей воды изолирует от тепловых потерь (см. таб. № 5). Рекомендованная толщина изоляции из пенополиэтилена - мин. 9-13 мм. Однако, чем больше толщина изоляции, тем лучше.

10. МЕТОДЫ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ПЛАСТИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Способы соединения труб и фасонины можно разделить на две основные группы:

- соединение механическими муфтами
- сварка

10-1. Соединение механическими муфтами

Для соединения полипропиленового трубопровода из РР типа 3, при монтаже подпольного отопления системы "FV-Plast", возможно использование разборных механических муфт из латуни.

10-2. Сварка

Материалы, применяемые для производства элементов системы "FV-plast", (полипропилены и полиэтилены) пригодны для соединения путём сварки. Этот способ соединения можно разделить на три группы:

- полифузионная сварка
- торцевая сварка
- сварка с применением электрофасонных элементов

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Ни в коем случае нельзя сваривать с помощью полифузионной или торцевой сварки взаимно различные типы материалов (РЕ, РР-тип 1, РР-тип 3).

10-2-1. Полифузионная сварка

Трубы и фасонина в системе "FV-plast" соединяются главным образом путём полифузионной сварки.

Полифузионный сварочный шов - это соединение нагретой наружной поверхности конца трубы и внутренней поверхности наварной муфты фасонины (см. рис. 38). Направленные поверхности взаимно соединятся и после охлаждения возникнет таким образом гомогенное соединение очень высокой прочности.

Полифузионная сварка проводится в соответствии с немецкими нормами DVS 2207 d.

10-2-2-1. Необходимый инструмент

- 1) Полифузионный сварочный аппарат.
- 2) Полифузионные наконечники.
- 3) Контактный термометр.
- 4) Специальные ножницы или режущий ролик (т.е. челюсть с режущим колечком), в крайнем случае, пила по металлу.
- 5) Острый перочинный нож с коротким лезвием.
- 6) Тряпка из несинтетического материала.
- 7) "Tangit" (очиститель для материалов РР и РЕ от фирмы HENKEL), технический спирт или спирт для обезжиривания.
- 8) Метр, маркер.
- 9) Для сваривания профилей диаметром больше 50 мм - шпатель или труборез и монтажные приспособления для сваривания.
- 10) Труборез для соединения трубопроводов FV-STABI.

10-2-1-1-1. Полифузионный сварочный аппарат и наконечники

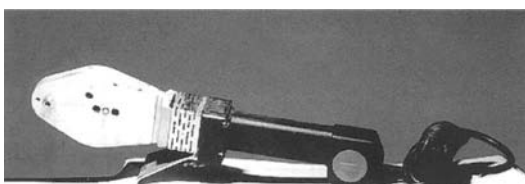


рис. 26: Плоский Полифузионный сварочный аппарат.

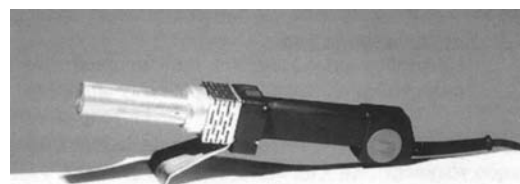


рис. 27: Стержневой Полифузионный сварочный аппарат.

Для сваривания предназначены полифузионные сварочные аппараты (см. рис. 26, 27) и полифузионные наконечники (см. рис. 28) для отдельных профилей труб и фитингов, включая электрошнур с вилкой. **ВНИМАНИЕ:**

Горловые фитинги для полифузионного сваривания изготовлены как тип А в соответствии с нормами DVS 2207 § 11. (см. рис.) Перед использованием наконечников для сваривания необходимо проверить, если они отвечают данному типу конструкции горловин фитингов.

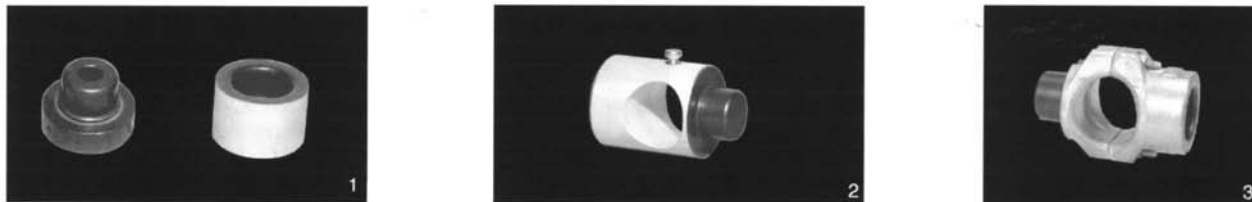


рис. 28: Полифузионные наконечники.

1) парные

2) стержневые

3) стержневые челюстные

Размеры полифузионных наконечников определены нормами DIN.

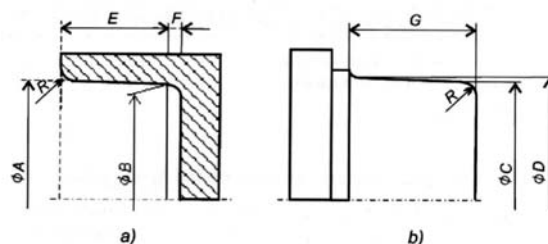


Рис. 29: Полифузионные наконечники, тип А (размеры см. табл. 6).

Диаметр трубки	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	D ¹⁾	E	G	R
20	20,15	19,94	19,40	19,65	12,0	14	2,5
25	25,15	24,92	24,37	24,65	13,0	15	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	3
50	50,20	49,84	49,27	49,65	18,0	20	3
63	63,20	62,78	62,22	62,70	24,0	24	4
75	75,25	74,57	73,67	74,98	26,0	26	4
90	90,30	89,54	88,61	90,05	29,0	29	4
110	110,30	109,45	108,48	110,10	32,5	32,5	4

1) действительно при $260 \pm ^\circ\text{C}$

табл. 6: Размеры полифузионных наконечников, тип А, размеры в мм.

Нагревательные поверхности полифузионных наконечников покрыты тефлоновым слоем, который должен быть чистым перед и во время сварки. **Перед первым применением нового полифузионного наконечника необходимо тефлоновый слой отполировать** (напр, с помощью тряпки из несинтетического материала, лучше всего из фланели).



10-2-1-1-2. Труборез FV-STABI

Для обрезания верхних слоев используют специальные труборезы FV-STABI, которые найдёте в стандартном предложении фирмы, и которые помогут отстранить поверхностные слои, соблюдая при этом предписанные диаметры труб для качественного полифузионного сваривания.

ПРИМЕЧАНИЕ: Нож в труборезе заменяется и наращивается. Перед первым свариванием необходимо провести контрольное обрезание, после чего проверить наружный диаметр обрезанной трубы подготовленной для сваривания. Наружный диаметр должен отвечать размеру цельнопластикового трубопровода соответственного диаметра.

Рис.30: Труборез FV-STABI.

10-2-1-2. Ход работы

Подготовка инструмента

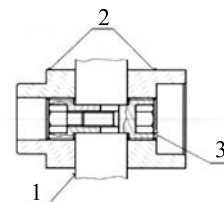
1) Нагревательные элементы прочно прикрепим с помощью болтов (в зависимости от типа сварочного аппарата) к сварочному аппарату.

1 - тело сварочного аппарата

2 - сварочные наконечники

3 - быстрое сцепление из латуни

рис. 31: Присоединение парных наконечников с помощью быстрого сцепления из латуни.



- 2) На сварочном аппарате с помощью регулятора установим соответствующую температуру сварки (240 - 260± 5°C) и включим в сеть. Время нагрева зависит от условий окружающей среды. Подождём, пока сварочный аппарат несколько раз включится и выключится, чтобы достаточно прогрелись наконечники.

ПРИМЕЧАНИЕ

Требуемой температуры достигнем только после нескольких включений и выключений электронного регулятора температуры или термостата сварочного аппарата. Табл. 7 приводит продолжительность нагрева материала трубы и фасонины при температуре 260 °С, время возможной коррекции и время, необходимое для охлаждения сварочного шва, в течение которого нельзя подвергать шов нагрузке.

наружный диаметр трубы (мм)	время нагрева (с)	время возможной коррекции (с)	время охлаждения (мин)
16	5	4	2
20	5	4	2
25	7	4	3
32	8	4	4
40	12	4	4
50	18	4	5
63	24	4	6
75	30	5	7
90	40	8	8
110	50	10	9

табл. 7: Технологическое время полифузионной сварки в зависимости от \varnothing свариваемой трубы и фитинга при температуре наконечников 260°C.

- 3) Очистим нагревательные наконечники с помощью тряпки из несинтетического материала (лучше всего фланели).
 4) Со сварочным аппаратом можем начать работать лишь после того, как при помощи LED-диоды убедимся, что сварочный аппарат достаточно нагрет.
 5) С помощью контактного термометра проверим температуру поверхности наконечников.

ПРИМЕЧАНИЕ: Каждый сварщик должен иметь контрольный контактный термометр для определения действительной температуры наконечников для сваривания. Индикация температуры на сварочном аппарате является информативной.

- 6) Одним или двумя контрольными срезами на опытной трубе проверим работоспособность специальных ножниц или режущего ролика. При контрольном срезе не должна произойти деформация наружного края трубы. Если это произойдёт, необходимо инструмент отремонтировать (наточить).

Подготовка материала

Весь материал тщательно осмотрим перед началом работы.

Материал, который имеет явные провалы, выпуклости, пузыри, запрессованные инородные тела и т.п. - отбракуем!!! Тем же способом отбракуем переходники со стальной ("железной") резьбой "Впрыск"!!!

Материал тщательно очистим от всевозможных загрязнений, а потом обезжирим!!! Это, прежде всего, касается внутренности наварных муфт фасонины и концов труб, предназначенных для сварки.

Собственный ход сварки



рис. 32: Измерим и обозначим требуемую длину трубы (нужно не забыть измерить участок трубы, которая вставляется во время сварки в фасонину). На трубе рекомендуется обозначить длину всовывания конца трубы в фасонину. При этом необходимо иметь в виду то, что конец трубы не должен быть дожат до упора в муфте фасонины, но там должен остаться свободный зазор мин. 2 мм (см рис. 38).



рис. 33: Трубу соответствующим образом сократим, лучше с помощью специальных ножниц или труборезом



рис. 34: Удалим возможные заусеницы.

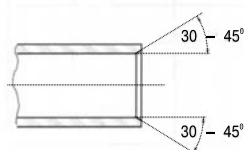


рис.35: Ножом или специальным приспособлением осадим внутреннюю грань конца трубы, предназначенного для нагрева, под углом 30 - 45°, главным образом, в случае больших размеров, т.е. от 40 мм включительно. Этим будет предотвращено изгибание материала во время присоединения конца трубы к фасонине.



рис. 36: У труб STABI нужно удалить, с помощью трубореза, верхние пластовый и алюминиевый слой. Полученная таким образом пластиковая труба будет иметь гладкую поверхность и соответствующие размеры, отвечающие требованиям для диффузионного сваривания.



Перед началом собственного нагрева необходимо оба свариваемые концы **тщательно обезжирить**, напр, с помощью специального препарата "TANGIT". В крайнем случае, можно использовать другие обезжиривающие средства, которые не травят поверхность материала (ни в коем случае не использовать бензин, спирт, ацетон).

ВНИМАНИЕ!

Царапины, возникшие вследствие неправильного складирования или манипуляции с материалом, могут впоследствии способствовать возникновению трещин.

рис. 37: Внутреннюю поверхность фасонины и наружную поверхность конца трубы нагреем до температуры сварки таким образом, что на стержень наденем фасонный элемент, а в стержень вставим обозначенный конец трубы. Одновременно контролируем, если присоединение и надевание не происходит слишком свободно.

Фасонину которая качается на стержне, отбракуем!!!
То же правило действует и у труб. Время нагрева для отдельных размеров приведено в таблице № 7.

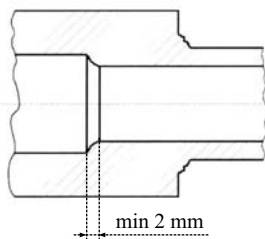


рис. 38: После истечения времени нагрева вынем из наконечников фасонину и трубу и соединим их таким образом, что равномерным давлением на трубу вставим ее, не поворачивая по оси, в муфту фасонины.

После соединения проверим соотносительность осей фасонины и трубы. Новое соединение необходимо фиксировать в течение 20-30 с, пока не произойдет частичное охлаждение соединения, которое уже не позволит изменить положение фасонины относительно трубы.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

- Для сварки труб и фасонины необходимо использовать **наконечники, имеющие размеры согласно типу А** (см. рис. 29, таб. 6). В случае использования других наконечников не будут признаны рекламации, касающиеся неплотных швов. При присоединении трубы с фасониной и во время охлаждения соединения запрещается каким-либо образом трубу или фасонину поворачивать или крутить!
- Во время нагрева ни трубу, ни фасонину в сварочном аппарате не поворачивать. Если решите немного поворачивать на изношенных стержнях, чтобы материал не обгорал, то делайте это медленно.
- Во время охлаждения, в соответствии с табл. 7, запрещается остывающие соединения механически нагружать. Полное охлаждение окончено примерно за 30 минут, лишь потом возможна полная нагрузка.
- При работе со сварочным аппаратом необходимо соблюдать правила техники безопасности для работы с ручным электрическим инструментом.
- Перед началом работы необходимо тщательно ознакомиться с инструкциями и руководством производителя данного типа сварочного аппарата.

РЕКОМЕНДАЦИИ:

Доходя до 40 мм возможно проводить сварку вручную. В случае диаметров больше чем 40 мм, исходя из необходимости обеспечения требуемого давления и соблюдения соосности готового изделия, рекомендуется применять станочный сварочный аппарат, или сварочные приспособления.

10-2-1-2-1. Примеры неправильных сварочных швов

1	Свойство	Описание	Группа оценивания	
			Для воды	Для отопления
	Неправильное создание сварочного бурта (колечка)	Отдельное создание бурта или его отсутствие на одной или обеих сторонах (в части или по целой длине сварочного шва) в результате: - очень высокой температуры диффузионных наконечников - чрезмерной длины диффузионных наконечников - недопустимых отклонений		
		Отдельное создание бурта или его отсутствие на одной или обеих сторонах (в части или по целой длине сварочного шва) в результате: - очень короткого времени нагревания - очень низкой температуры диффузионных наконечников - недопустимых отклонений		

1	Свойство	Описание	Группа оценивания	
			Для воды	Для отопления
		Отдельное создание бурта или его отсутствие на одной или обеих сторонах (в части или по целой длине сварочного шва) в результате: - необработанных соединительных площадей - грязных соединительных площадей - очень высокой температуры полифузионных наконечников		
	Угловое отклонение (деформация) 	Одно или двухстороннее косое сваривание трубки с фитингом	Допустимо пока $e \leq 1$ мм	Допустимо пока $e \leq 2$ мм
	Ошибка соединения в результате деформации 	Деформация или овальность краёв трубки или фитинга при сваривании, в результате недостаточного давления на свариваемые поверхности, например: - неправильная фиксация трубы и/или фитинга - непригодное зажимное приспособление	Допустимое отклонение от среднего наружного диаметра: 1,5%, однако максимально 1,5 мм	Допустимое отклонение от среднего наружного диаметра: 2%, однако максимально 2 мм
	Ошибка соединения в результате неполного засовывания трубки 	Недостаточная длина сварочного шва как результат неполной или частичной плавки свариваемых площадей, например: - очень короткое время нагревания - концы трубки не обрезаны под прямым углом - очень низкая температура нагревательного элемента - осевое смещение на протяжении охлаждения - очень длительное время корреляции (см. табл. 7)	Допустимо при незначительном снижении длины сварочного шва и у полного свариваемого бурта без насечки до $x \leq 0,05 \cdot d$ $x \leq 0,1$ горловина фитинга	Допустимо до $x \leq 0,1 \cdot d$ $x \leq 0,5$ горловина фитинга
	Ошибка соединения в результате недостаточного профильного контакта 	Образование местного, поверхностного или кольцевого канала. Напр, по причине: - надреза на поверхности трубки - превышения допустимых отклонений в диаметре трубки или фитинга - плохой механической обработки - смещение трубки относительно оси соединения		
	Ошибка соединения в результате недостаточной плавки 	Местное или поверхностное неполное сваривание без стыковки в месте фрезеровки гран. Напр, по причине: - термических повреждений - загрязнённых соединительных поверхностей - ошибочного соединения материалов - остатки материалов на полифузионных наконечниках		
	Зауженный профиль трубки 	Чрезмерное засовывание трубки при нагревании или соединении, напр, по причине: - очень высокого давления при соединении - сваривания тонкостенной трубки - очень долгого времени нагревания - очень высокой температуры сваривания		
	Пористость в результате примеси посторонних веществ 	Одианные, многократно рассыпанные или собранные на одном месте поры, или примеси, напр, в результате: - возникновения пор во время сваривания (вода, растворитель) - загрязнения полифузионного наконечника	Малые одианные поры допустимы, пока $\Delta x \leq 0,05 \cdot x$	Поры и их скопление допустимо, пока $\Delta x < 0,10 \cdot x$

10-2-2. Торцовая сварка

Этот способ сварки применяется главным образом для трубопровода больших диаметров. Торцовой сваркой можно сваривать трубы и фасонину для торцовой сварки из полипропиленов и полиэтиленов всех типов. Основные технические принципы для торцовой сварки указаны в DVS 2207 d. 11.

Сварочное оборудование для торцовой сварки складывается из: зажимной и прижимной части с направляющей, сварочного зеркала, контрольного и регуляционного оборудования. Рабочие поверхности зеркал должны быть гладкими, шлифованными, лучше всего - покрытыми тефлоновым слоем. Необходимо иметь возможность настроить температуру поверхности зеркал на заданное значение ($190 - 220\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$), контролируемое точными контактными термометрами.

Подготовка к сварке:

- Зажим материала и выравнивание торцовых поверхностей (для достижения качественного шва необходимо поверхности, предназначенные для сварки, механически очистить от заусениц и загрязнений).
- контроль и обеспечение соосности (дозволённое смещение трубок - макс. 10% толщины стены).

Собственный ход сварки

Каждый торцовый шов проводят в 4-х фазах:

- I. фаза **выравнивания** - выравнивание свариваемых поверхностей на нагретой поверхности сварочных зеркал под действием давления
- II. фаза **нагрева** - подогрев материала до большей глубины при пониженном давлении
- III. фаза **соединения** - соединение свариваемых поверхностей под давлением после устранения сварочного зеркала
- IV. фаза **охлаждения** - охлаждение шва под давлением

Параметры сварки для отдельных трубных материалов определены производителем сварочного оборудования.

Свариваемые части должны быть прижаты при помощи действия давления, значение которого определено производителем сварочного оборудования. В случае его превышения произойдёт выдавливание расплавленного материала и возникновения холодного соединения.

Нельзя сваривать две части, имеющие различную толщину стены.

10-2-3. Сварка с применением электрофасонных элементов.

Этот способ выгоден для сварки в недоступных или плохо доступных местах для сварочного аппарата с наконечниками. Недостатком является высокая цена электрофасонных элементов.

11. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

Важнейшие принципы хранения и транспорта элементов системы "FV-plast"

- Изделия необходимо защищать от механического повреждения, действия тепла, солнечного излучения, органических растворителей и т. п.
- Склады должны быть тёмными (при условии, если элементы не хранятся в непрозрачной упаковке), сухими и непыльными.
- Изделия не должны быть подвержены прямому лучистому теплу (расстояние от отопительных элементов и распределительных линий – мин. 1 м).
- Не допускается постоянная односторонняя нагрузка, перегибы и укладывания на себя (деформация формы).
- Место хранения должно быть ровным, трубы должны быть уложены по всей длине.
- В случае хранения труб в роликах, они должны лежать и высота слоя не должна превышать 1,2 м.
- На протяжении всего времени хранения должны все элементы храниться в чистоте.
- Таскать или бросать трубы запрещено.
- Трубы и фасонины транспортируются обычными транспортными средствами.
- Во время транспорта труб необходимо соблюдать, чтобы они лежали по всей своей длине и чтобы они не прикасались острых предметов, так как это могло бы способствовать их повреждению или деформации.
- Обращаться с материалом в случае падения температуры окружающей среды ниже 5°C необходимо с повышенной осторожностью.

ВНИМАНИЕ!

Царапины, возникшие вследствие неправильного складирования или манипуляции с материалом, могут впоследствии способствовать возникновению трещин!

12. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

При проектировании трубопроводов необходимо исходить из трёх норм:

- CSN 73 66 60, занимается собственным проектированием и техническими условиями решения распределительной системы холодной и тёплой воды, и циркуляции;
- CSN 73 66 55, приводит ход расчёта при определении размеров водопроводов;
- CSN 06 03 20, которая решает ход проектирования оборудования для нагрева воды и определяет мощность водонагревателя.

12-1. Сравнение требуемого внутреннего диаметра трубопроводов из материалов, применяемых для внутренних водопроводов

Основным соотношением для расчёта протекания внутренним сечением трубопровода, при условии известной скорости и внутреннего диаметра, является:

$$Q = S \cdot v$$

где Q протекание ($\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$)
 S площадь сечения (м^2)

для S действительно

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

где d - внутренний \varnothing трубопровода (м) значит актуальна формула:

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot v$$

где d - внутренний \varnothing трубопровода (м)
 v - скорость воды в трубопроводе ($\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$)

Из вышеуказанного очевидно, что протекание воды трубопроводом для одинакового \varnothing трубопровода **прямо пропорционально скорости протекающей воды**. Разрешённые макс. скорости для отдельных типов материала приведены в табл. 9.

Вид материала	макс. разрешённая скорость воды, протекающей трубопроводом ($\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$)
медь	1,2 (при высшей скорости - опасность коррозии)
сталь	1,6 (при высшей скорости возрастает шум трубопровода)
пластик	3,0

табл. 9: Разрешённые максимальные скорости воды, протекающей трубопроводом для отдельных видов материала.

Пр. 3: Сравнение внутренних диаметров трубопровода из полипропилена, меди и стали для одинакового достигнутого течения воды Q .

Решение: Обозначим соответствующие диаметры и скорости с помощью индексов (медь - d_m, v_m ; сталь - d_0, v_0 ; пластик - d_p, v_p) и подставим в формулу:

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot d_p^2 \cdot v_p = 0,25 \cdot \pi \cdot d_m^2 \cdot v_m = 0,25 \cdot \pi \cdot d_0^2 \cdot v_0$$

$$d_p^2 \cdot 3 = d_m^2 \cdot 1,2 = d_0^2 \cdot 1,6$$

$$d_p^2 = 0,63 \cdot d_m^2 = 0,73 \cdot d_0^2$$

Значит, если мы хотим при условии достижения одинакового течения заменить напр, пластиковый трубопровод внешнего \varnothing 32 мм ряда давления PN 16 (внутренний \varnothing $d_p = 23$ мм) трубопроводом из другого материала, должен бы был иметь медный трубопровод внутренний \varnothing $d_m = 36,5$ мм, а стальной "лишь" $d_0 = 32,5$ мм.

Примем ли во внимание факт, что в случае определения размеров стального трубопровода необходимо, с точки зрения долговечности, зарастания трубопровода, подобрать конечный \varnothing минимально на размер больше, преимущество применения пластикового трубопровода с точки зрения внутреннего \varnothing ещё очевиднее.

12-2. Расчёт гидравлических потерь

Во время течения воды трубопроводом происходит влиянием сопротивлений потеря напора. Эта потеря зависит, главным образом, от скорости течения воды v_d (см. гл. 12-2-2), а конкретно, от квадрата значения. Это значит, что, если **увеличится скорость течения v_d в 2 раза, увеличится потеря напора в 4 раза, но увеличится ли скорость течения v_d в 3 раза, увеличится потеря напора уже в 9 раз !!!**

Поэтому в этой главе будем заниматься проблематикой расчёта гидравлических потерь в трубопроводной системе с точки зрения определения размеров применённого трубопровода более подробно. Таким образом, мы хотим обратить внимание на сложность и трудоёмкость такого расчёта и подчеркнуть **необходимость качественного проекта, особенно в случае более сложных распределительных систем.**

На практике часто, особенно в случае малых монтажных групп, эта проблематика бесосновательно недооценена. При этом правильный расчёт является очень важным не только с точки зрения функциональности целой системы так, чтобы и в самой отдалённой точке (высший этаж, последняя выпускная арматура) были соблюдены заданные значения протекания и напора воды, но не малым является и экономический эффект. В случае оптимально спроектированной системы не нужно применять завышенные размеры, таким образом часто **значительно понижается смета на материал.**

В следующих разделах мы, кроме классического расчёта гидравлических потерь в трубопроводной системе, познакомимся и с программами для вычислительной техники, предлагаемыми фирмой "FV-plast", которые позволяют не только быстрый расчёт, но, главным образом, мгновенную оптимизацию всех важных параметров спроектированной системы.

12-2-1. Классический расчёт гидравлических потерь

Этот расчёт, в связи с его трудоёмкостью и большими затратами времени, может служить лишь для ориентировочной проверки определения размеров некоторого ответвления проектированного трубопровода, главным образом, с точки зрения его функциональности. Если мы хотим использовать его для оптимизации распределительной системы с экономической т. зр., т. е. относительно к мин. определения размеров использованного трубопровода, потребность во времени для этого уже непосильна. Для этой цели служат программы для вычислительной техники (см. гл. 12-2-2).

При течении воды трубопроводом происходит влиянием сопротивлений потеря P_z , которую можно выразить


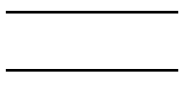
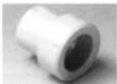
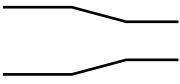

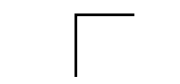

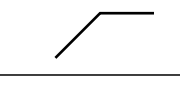

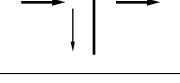

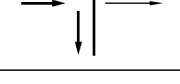





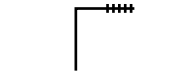
$$P_z = P_L + P_T \text{ (Па)}$$

где: P_L потеря напора, возникшая за счёт так наз. ламинарного течения, т.е. трением частиц воды о стены трубопровода (Па);
 P_T потеря напора, возникшая влиянием вихря (турбулентции) воды, напр, в местах выпускных арматур, санитарно-технических изделий. Далее - в местах неровностей внутренней поверхности трубопровода, в случае резких изменений внутреннего сечения трубопровода или направления течения и т.п., т.е. прежде всего в местах соединения трубопровода (Па).

Значение потери напора P_T дано соотношением

$$P_T = \sum \xi \frac{v_d^2}{2}$$

где: ξ коэффициенты сопротивления, которые зависят от формы изменения сечения трубопровода или направления течения (см. табл. № 10) (Па · с² · м³)
 v_d скорость течения воды (м · с⁻¹)

фасонина	местное сопротивление	коэффициент сопротивления ξ (Па · с ² · м ³)
		патрубок (муфта) 0,2
		перех.-редукция на 2 размера перех.-редукция на 3 размера 0,6 0,9
		колено 90° 2,0
		колено 45° 0,6
		тройник-проход -однозначный -редуцированный 1,1
		тройник-ответвление -однозначный -редуцированный 1,5 4,3
		переходник 0,4
		переходник с редукцией 0,9
		колено 90° с резьбой 2,2


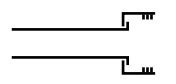
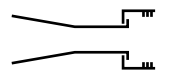


фасонина		местное сопротивление	коэффициент сопротивления ξ (Па · с ² · м ³)
		разборное соединение	1,5
		разборное соединение с редукцией	8,3
		перекрещение	0,8

табл. 9: Значения коэффициента сопротивления ξ , для некоторых фасонин.

На общий коэффициент сопротивления $\sum \xi$ можно повлиять лишь в ограниченной мере, т.к. линии трубопровода и количество выпускных арматур и санитарно-технических изделий обычно дано заранее.

Решающим поэтому является значение потери напора P_L , которое определено соотношением

$$P_L = \sum R \cdot L$$

Где: L — длины трубопровода соответствующего размера (м)
 R — линейные потери напора за счёт трения для трубопровода соответствующего размера протекания (кПа · м⁻¹)

Q		16 x 2,0	20 x 2,0	25 x 2,3	32 x 3,0	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,9	90 x 8,2
0,01	R	0,019	0,005							
	v	0,09	0,05							
0,02	R	0,065	0,017	0,005						
	v	0,18	0,10	0,06						
0,03	R	0,133	0,034	0,011	0,003					
	v	0,27	0,19	0,09	0,06					
0,04	R	0,221	0,056	0,016	0,006					
	v	0,36	0,19	0,12	0,08					
0,05	R	0,327	0,083	0,026	0,008	0,003				
	v	0,44	0,24	0,15	0,09	0,06				
0,06	R	0,451	0,114	0,036	0,011	0,004				
	v	0,53	0,29	0,18	0,11	0,07				
0,07	R	0,592	0,150	0,047	0,015	0,005	0,002			
	v	0,62	0,34	0,21	0,13	0,08	0,05			
0,08	R	0,749	0,190	0,059	0,019	0,006	0,002			
	v	0,71	0,39	0,24	0,15	0,10	0,06			
0,09	R	0,923	0,233	0,073	0,023	0,008	0,003			
	v	0,80	0,44	0,28	0,17	0,11	0,07			
0,10	R	1,112	0,281	0,087	0,028	0,009	0,003			
	v	0,88	0,49	0,31	0,19	0,12	0,08			
0,12	R	1,537	0,387	0,121	0,038	0,013	0,004	0,001		
	v	1,06	0,58	0,37	0,23	0,14	0,09	0,06		
0,14	R	2,022	0,509	0,159	0,049	0,017	0,006	0,002	0,001	
	v	1,24	0,68	0,43	0,26	0,17	0,11	0,07	0,05	
0,16	R	2,566	0,644	0,202	0,062	0,022	0,007	0,002	0,001	0,001
	v	1,41	0,78	0,49	0,30	0,19	0,12	0,08	0,05	0,04
0,18	R	3,167	0,794	0,246	0,076	0,027	0,009	0,003	0,001	0,001
	v	1,59	0,87	0,55	0,34	0,22	0,14	0,09	0,06	0,04
0,20	R	3,824	0,957	0,299	0,094	0,032	0,011	0,004	0,002	0,001
	v	1,77	0,97	0,61	0,38	0,24	0,15	0,10	0,07	0,05
0,30	R	7,932	1,971	0,613	0,192	0,063	0,022	0,007	0,003	0,001
	v	2,65	1,46	0,92	0,57	0,36	0,23	0,14	0,10	0,07
0,40	R	13,37	3,300	1,022	0,319	0,108	0,037	0,012	0,005	0,002
	v	3,54	1,94	1,22	0,75	0,48	0,31	0,19	0,14	0,09
0,50	R		4,932	1,522	0,474	0,160	0,055	0,018	0,008	0,003
	v		2,43	1,53	0,94	0,60	0,38	0,24	0,17	0,12
0,60	R		6,861	2,110	0,655	0,221	0,076	0,025	0,011	0,004
	v		2,91	1,84	1,13	0,72	0,46	0,29	0,20	0,14
0,70	R		9,080	2,784	0,863	0,291	0,099	0,033	0,014	0,006
	v		3,40	2,14	1,32	0,84	0,54	0,34	0,24	0,16
0,80	R			3,542	1,095	0,369	0,126	0,042	0,017	0,007
	v			2,45	1,51	0,96	0,61	0,39	0,27	0,19
0,90	R			4,384	1,352	0,455	0,155	0,051	0,021	0,009
	v			2,75	1,7	1,08	0,69	0,43	0,31	0,21

Q		16 x 2,0	20 x 2,0	25 x 2,3	32 x 3,0	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,9	90 x 8,2
1,00	R v			5,306 3,06	1,634 1,88	0,549 1,20	0,187 0,76	0,062 0,48	0,026 0,34	0,011 0,24
1,20	R v				2,269 2,26	0,760 1,44	0,258 0,92	0,085 0,58	0,036 0,41	0,015 0,28
1,40	R v				2,998 2,64	1,001 1,68	0,340 1,07	0,112 0,67	0,047 0,48	0,019 0,33
1,60	R v				3,819 3,01	1,273 1,92	0,431 1,22	0,142 0,77	0,059 0,54	0,025 0,38
1,80	R v					1,574 2,16	0,532 1,38	0,175 0,87	0,073 0,61	0,030 0,42
2,00	R v					1,903 2,40	0,642 1,53	0,211 0,96	0,088 0,68	0,036 0,47
2,20	R v					2,262 2,64	0,762 1,68	0,250 1,06	0,104 0,75	0,043 0,52
2,40	R v					2,649 2,88	0,891 1,84	0,292 1,16	0,122 0,82	0,050 0,56
2,60	R v					3,064 3,11	1,029 1,99	0,337 1,25	0,140 0,88	0,058 0,61
2,80	R v						1,176 2,14	0,385 1,35	0,160 0,95	0,066 0,66
3,00	R v						1,332 2,29	0,436 1,45	0,181 1,02	0,075 0,71
3,20	R v						1,497 2,45	0,489 1,54	0,204 1,09	0,084 0,75
3,40	R v						1,671 2,60	0,545 1,64	0,227 1,16	0,093 0,80
3,60	R v						1,854 2,75	0,604 1,73	0,252 1,22	0,104 0,85
3,80	R v						2,045 2,91	0,666 1,83	0,277 1,29	0,114 0,89
4,00	R v						2,246 3,06	0,731 1,93	0,304 1,36	0,125 0,94
4,20	R v							0,798 2,02	0,332 1,43	0,136 0,99
4,40	R v							0,868 2,12	0,361 1,50	0,148 1,03
4,60	R v							0,940 2,22	0,391 1,56	0,161 1,08
4,80	R v							1,016 2,31	0,423 1,63	0,173 1,13
5,00	R v							1,093 2,41	0,455 1,70	0,187 1,18
5,20	R v							1,138 2,51	0,488 1,77	0,200 1,22
5,40	R v							1,219 2,60	0,523 1,84	0,214 1,27
5,60	R v							1,303 2,70	0,559 1,90	0,229 1,32
5,80	R v							1,389 2,80	0,595 1,97	0,244 1,36
6,00	R v							1,477 2,89	0,633 2,04	0,259 1,41
6,20	R v							1,569 2,99	0,672 2,11	0,275 1,46
6,40	R v							1,662 3,08	0,712 2,18	0,291 1,50
6,60	R v								0,753 2,24	0,308 1,55
6,80	R v								0,795 2,31	0,325 1,60
7,00	R v								0,838 2,38	0,343 1,65
7,50	R v								0,950 2,55	0,388 1,76
8,00	R v								1,069 2,72	0,437 1,88
9,00	R v								1,326 3,06	0,541 2,12
10,0	R v									0,655 2,35

табл. 10: Значения линейной потери напора A (кПа · м-1) и сырости протекания v (м, с-1) в трубопроводе из РР (гидравлическая шероховатость внутренних стен трубопровода $k = 0,01$ мм) ряда давления PN 10 в зависимости от протекания воды Q (л · с-1) с температурой 10°C.

Q		16 x 2,3	20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,5	40 x 5,6	50 x 6,9	63 x 8,7		
0,01	R	0,025	0,008							
	v	0,10	0,06							
0,02	R	0,083	0,027	0,009						
	v	0,20	0,12	0,08						
0,03	R	0,170	0,056	0,019	0,006					
	v	0,29	0,18	0,12	0,07					
0,04	R	0,282	0,093	0,032	0,010	0,003				
	v	0,39	0,25	0,16	0,10	0,06				
0,05	R	0,418	0,137	0,047	0,015	0,005				
	v	0,49	0,31	0,20	0,12	0,08				
0,06	R	0,576	0,189	0,065	0,020	0,007	0,002			
	v	0,59	0,37	0,24	0,14	0,09	0,06			
0,07	R	0,756	0,248	0,085	0,027	0,009	0,003			
	v	0,69	0,43	0,28	0,17	0,11	0,07			
0,08	R	0,998	0,313	0,108	0,034	0,012	0,004			
	v	0,78	0,49	0,31	0,19	0,12	0,08			
0,09	R	1,180	0,386	0,133	0,041	0,014	0,005	0,002		
	v	0,88	0,55	0,35	0,22	0,14	0,09	0,06		
0,10	R	1,422	0,465	0,160	0,050	0,017	0,006	0,002		
	v	0,098	0,61	0,39	0,24	0,15	0,10	0,06		
0,12	R	1,967	0,641	0,221	0,069	0,023	0,008	0,003		
	v	1,18	0,74	0,47	0,29	0,18	0,12	0,07		
0,14	R	2,588	0,843	0,290	0,090	0,031	0,010	0,003		
	v	1,37	0,86	0,55	0,34	0,21	0,14	0,09		
0,16	R	3,285	1,068	0,367	0,114	0,039	0,013	0,004		
	v	1,57	0,98	0,63	0,39	0,25	0,16	0,10		
0,18	R	4,056	1,316	0,452	0,140	0,048	0,016	0,005		
	v	1,76	1,11	0,71	0,43	0,28	0,17	0,11		
0,20	R	4,900	1,588	0,544	0,168	0,058	0,019	0,006		
	v	1,96	1,23	0,79	0,48	0,31	0,19	0,12		
0,30	R	10,182	3,277	1,118	0,345	0,118	0,040	0,013		
	v	2,94	1,84	1,18	0,72	0,46	0,29	0,18		
0,40	R		5,499	1,868	0,574	0,196	0,066	0,022		
	v		2,46	1,57	0,96	0,61	0,39	0,245		
0,50	R		8,236	2,786	0,854	0,290	0,097	0,032		
	v		3,07	1,96	1,20	0,77	0,49	0,31		
0,60	R			3,869	1,183	0,401	0,134	0,045		
	v			2,36	1,44	0,92	0,58	0,37		
0,70	R			5,112	1,558	0,528	0,176	0,058		
	v			2,75	1,68	1,07	0,68	0,43		
0,80	R			6,513	1,980	0,669	0,223	0,074		
	v			3,14	1,93	1,23	0,78	0,49		
0,90	R				2,448	0,826	0,275	0,091		
	v				2,17	1,38	0,87	0,55		
1,00	R				2,960	0,997	0,332	0,110		
	v				2,41	1,54	0,97	0,61		
1,20	R				4,117	1,382	0,459	0,152		
	v				2,89	1,84	1,17	0,73		
1,40	R				5,449	1,824	0,604	0,199		
	v				3,37	2,15	1,36	0,86		
1,60	R					2,322	0,767	0,253		
	v					2,46	1,55	0,98		
1,80	R					2,874	0,948	0,311		
	v					2,76	1,75	1,10		
2,00	R					3,480	1,145	0,376		
	v					3,07	1,94	1,22		
2,20	R						1,360	0,446		
	v						2,14	1,35		
2,40	R						1,591	0,521		
	v						2,33	1,47		
2,60	R						1,839	0,601		
	v						2,53	1,59		
2,80	R						2,104	0,686		
	v						2,72	1,71		
3,00	R						2,385	0,777		
	v						2,91	1,84		
3,20	R						2,682	0,873		
	v						3,11	1,96		

Q		16 x 2,3	20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,5	40 x 5,6	50 x 6,9	63 x 8,7		
3,40	R							0,974		
	v							2,08		
3,60	R							1,080		
	v							2,20		
3,80	R							1,190		
	v							2,33		
4,00	R							1,306		
	v							2,45		
4,20	R							1,427		
	v							2,57		
4,40	R							1,554		
	v							2,69		
4,60	R							1,683		
	v							2,82		
4,80	R							1,819		
	v							2,94		
5,00	R							1,759		
	v							3,06		

табл. 11: Значения линейной потери напора R (кПа·м¹) и скорости протекания V (м·с⁻¹) в трубопроводе из PP (гидравлическая шероховатость внутренних стен трубопровода $k = 0,01$ мм) ряда давления PN 16 в зависимости от протекания воды Q (л·с⁻¹) с температурой 10°С.

Q		16 x 2,7	20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,4	63 x 10,5	75 x 12,5	
0,01	R	0,034	0,013							
	v	0,11	0,07							
0,02	R	0,117	0,044	0,015	0,004					
	v	0,23	0,15	0,09	0,06					
0,03	R	0,240	0,088	0,029	0,008	0,003				
	v	0,34	0,22	0,14	0,08	0,05				
0,04	R	0,400	0,144	0,47	0,014	0,005				
	v	0,45	0,29	0,18	0,11	0,07				
0,05	R	0,594	0,211	0,069	0,020	0,007	0,002			
	v	0,57	0,37	0,23	0,14	0,09	0,06			
0,06	R	0,821	0,288	0,094	0,027	0,01	0,003			
	v	0,68	0,44	0,28	0,17	0,11	0,07			
0,07	R	1,080	0,375	0,122	0,035	0,013	0,004	0,002		
	v	0,79	0,52	0,323	0,20	0,12	0,08	0,05		
0,08	R	1,368	0,472	0,153	0,044	0,016	0,05	0,002		
	v	0,91	0,58	0,37	0,23	0,14	0,09	0,06		
0,09	R	1,686	0,576	0,188	0,054	0,020	0,006	0,003		
	v	1,02	0,66	0,42	0,25	0,16	0,10	0,06		
0,10	R	2,032	0,691	0,224	0,065	0,024	0,007	0,003		
	v	1,13	0,73	0,46	0,28	0,18	0,12	0,07		
0,12	R	2,808	0,943	0,306	0,89	0,033	0,010	0,004		
	v	1,36	0,88	0,55	0,34	0,22	0,14	0,09		
0,14	R	3,690	1,228	0,398	0,115	0,042	0,013	0,005		
	v	1,59	1,02	0,65	0,40	0,25	0,16	0,1		
0,16	R	4,676	1,543	0,499	0,144	0,053	0,016	0,007		
	v	1,81	1,17	0,74	0,45	0,29	0,18	0,12		
0,18	R	5,762	1,888	0,609	0,176	0,065	0,020	0,008		
	v	2,04	1,32	0,83	0,51	0,32	0,21	0,13		
0,20	R	6,954	2,260	0,728	0,211	0,078	0,024	0,010		
	v	2,27	1,46	0,92	0,57	0,36	0,23	0,14		
0,30	R	14,254	4,523	1,451	0,420	0,154	0,049	0,019		
	v	3,40	2,19	1,39	0,85	0,54	0,35	0,22		
0,40	R		7,398	2,366	0,685	0,252	0,080	0,031	0,013	
	v		2,92	1,85	1,13	0,72	0,46	0,29	0,20	
0,50	R		10,836	3,457	1,001	0,368	0,116	0,044	0,019	
	v		3,65	2,31	1,42	0,90	0,58	0,36	0,25	
0,60	R			4,712	1,365	0,501	0,159	0,060	0,024	
	v			2,77	1,70	1,08	0,69	0,43	0,31	
0,70	R			6,123	1,774	0,652	0,207	0,077	0,030	
	v			3,23	1,98	1,26	0,81	0,51	0,36	
0,80	R				2,226	0,818	0,260	0,096	0,039	
	v				2,27	1,44	0,92	0,58	0,41	

Q		16 x 2,7	20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,4	63 x 10,5	75 x 12,5	
0,90	R				2,719	0,999	0,318	0,117	0,048	
	v				2,55	1,62	1,04	0,65	0,46	
1,00	R				3,253	0,381	0,381	0,139	0,059	
	v				2,83	1,80	1,16	0,72	0,51	
1,20	R				4,435	1,629	0,520	0,188	0,070	
	v				3,40	2,16	1,39	0,87	0,61	
1,40	R					2,117	0,676	0,243	0,088	
	v					2,52	1,62	1,01	0,71	
1,60	R					2,657	0,850	0,303	0,112	
	v					2,88	1,85	1,15	0,81	
1,80	R					3,246	1,040	0,367	0,138	
	v					3,24	2,08	1,30	0,92	
2,00	R						1,244	0,437	0,186	
	v						2,31	1,44	1,02	
2,20	R						1,465	0,512	0,193	
	v						2,54	1,59	1,12	
2,40	R						1,700	0,591	0,225	
	v						2,77	1,73	1,22	
2,60	R						1,949	0,674	0,268	
	v						3,00	1,88	1,32	
2,80	R							0,762	0,300	
	v							2,02	1,43	
3,00	R							0,854	0,343	
	v							2,17	1,53	
3,20	R							0,950	0,390	
	v							2,31	1,63	
3,40	R							1,050	0,423	
	v							2,45	1,73	
3,60	R							1,154	0,476	
	v							2,60	1,83	
3,80	R							1,262	0,514	
	v							2,74	1,94	
4,00	R							1,373	0,536	
	v							2,89	2,04	
4,20	R							1,488	0,566	
	v							3,03	2,14	
4,40	R								0,609	
	v								2,24	
4,60	R								0,655	
	v								2,34	
4,80	R								0,705	
	v								2,44	
5,00	R								0,765	
	v								2,55	
5,20	R								0,816	
	v								2,65	
5,40	R								0,847	
	v								2,75	
5,60	R								0,904	
	v								2,85	
5,80	R								0,951	
	v								2,95	
6,00	R								1,030	
	v								3,06	

табл. 12: Значения линейной потери напора R ($\text{kPa} \cdot \text{м}^3$) и скорости протекания v ($\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$) в трубопроводе из PP (гидравлическая шероховатость внутренних стен трубопровода $k = 0,01$ мм) ряда давления PN 20 в зависимости от протекания воды Q ($\text{л} \cdot \text{с}^{-1}$) с температурой 10°C .

ПРИМЕЧАНИЕ

Таблицы значений линейной потери напора R приводим только для холодной воды. Значения R для тёплой воды – немного меньше (см. примечание № 2), также при расчёте трубопровода для холодной воды мы находимся в области безопасности. В литературе можно встретить таблицы с отличающимися значениями. Это обусловлено тем, что значения R можно вычислить на основе различных эмпирических формул (см. примечание № 2), также эти значения могут и для одинакового протекания Q отличаться в зависимости от применённой формулы.

ПРИМЕЧАНИЕ № 2

К примеру приводим ход расчёта значений линейной потери напора трением

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v_d^2}{2}$$

где: d — внутренний диаметр трубопровода (м)
 v_d — скорость протекания (м · с⁻¹)
 λ — коэффициент напора трением

Для вычисления существует несколько эмпирических формул, мы, в качестве информации, приводим одну из них:

$$\lambda = \left[\frac{1}{\left(1,13874 - 2 \log \frac{k}{d}\right)^8} + \frac{0,01}{Re} \right]$$

где: **Re** — число Рейнольдса ($Re = v_d \cdot d \cdot \nu^{-1}$)
 d — внутренний диаметр трубопровода (м)
 k — гидравлическая шероховатость внутренних стен трубопровода (для PP $k = 0,01$ мм)
 v_d — скорость протекания (м · с⁻¹)
 ν — кинематическая вязкость (м² · с⁻¹)

12-2-2. Расчет гидравлических потерь и оптимизация трубопровода с помощью ЭВМ

В предыдущей главе мы показали трудоёмкость и большую потребность во времени при классическом расчёте гидравлических потерь в пластиковом трубопроводе.

Фирма "FV-plast" предлагает две программы для ПК, которые позволяют быстрое вычисление и мгновенную оптимизацию всех важных параметров предлагаемой системы для воды, канализации и газа.

Предлагаем вам простую программу для вычисления и определения размеров трубопровода, которая проводит вычисление потерь напора согласно ЧСН 73 6655 в трубопроводе. Фирма "FV-plast" их даёт на дискете бесплатно, а также их можете загрузить с сайта www.fv-plast.cz

Программа создаёт наборы данных и текстовые документы для дальнейшей обработки или архивации.

Данные, запрашиваемые программой:

- тип здания (жилой - O, с равномерным потреблением - R, с неравномерным потреблением - N)
- температура воды (тёплая вода - T, холодная вода - S)

для каждого участка:

- длина участка

- количество и тип санитарно-технических изделий:

- умывальники
- ванны
- кухонные машины
- стиральные машины
- другие арматуры - протекание, количество (после введения сан.-тех. изделий можно ввести и атипичные выпускные арматуры или избрать любое протекание воды на данном участке)
- количество труб и их размеры (в случае автоматического вычисления размеров этот шаг пропустить)
- количество и тип местных сопротивлений (в случае атипичных сопротивлений вводится похожее местное сопротивление):

- колена 90°
- тройники (ответвления)
- тройники (проходы)
- переходники-редукции
- краны прямые
- краны косые
- краны угловые
- задвижки, шаровые краны



После ввода всех данных проводится мгновенный расчёт и на экране покажется главное меню:

***** Г Л А В Н О Е М Е Н Ю *****
 выписка на экране (O)
 выписка на принтере (T)
 запись в набор данных для печати (S)
 архивация результатов в набор данных (U)
 изменение введённых данных (Z)
 выбор данных для дальнейшей обработки (V)

 конец работы (K)

В случае выбора пункта меню "выписка на экране - выписка результатов", покажется на экране окончательная таблица. Таблица содержит следующие данные:

- номер участка от - до
- длина участка
- протекание участком в л/с
- количество и размеры трубопроводов
- скорость воды в участке в м/с
- потеря напора трением на 1 м трубопровода в кПа
- окончательная потеря напора трением всего участка в кПа
- сумма введённых сопротивлений
- окончательная потеря напора за счёт местных сопротивлений в кПа.

Таблица окончена суммой потерь напора трением и за счёт местных сопротивлений.

Сейчас можем подойти к оптимизации распределительной системы, Выберем пункт меню "изменение введённых данных". На экране объявится "podmenu":

***** П О Д М Е Н Ю: Изменение введённых данных *****
 изменение труб (T)
 изменение сопротивлений (O)
 изменение сан.-тех. изделий (Z)
 изменение других арматур (A) изменение длины участка (D)
 изменение видов воды (V)
 добавление дальнейших участков (U)

После ввода изменённых данных осуществится мгновенный расчёт, на экране опять покажется главное "menu" и после выбора пункта меню „выписка на экране - выписка результатов” можем с помощью окончательной таблицы сразу проверить результат влияния сделанных изменений.

13. ИСПЫТАНИЕ ДАВЛЕНИЕМ

После монтажа каждой трубопроводной распределительной системы обязанностью поставщика стройки является осуществление испытания давлением согласно CSN 73 66 60 или же CSN 73 66 11.

Напуск воды в трубопроводную систему для её стабилизации выполняется по истечении 2 часов от осуществления последнего сварочного соединения. На протяжении следующих 12 часов необходимо стабилизировать распределительную систему давлением из общественной водопроводной сети, а только после этого можно начать собственное испытание.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Ввиду того, что обе вышеуказанные нормы предполагают применение стальных трубопроводов, предписано проводить испытание давлением пластиковых трубопроводов из РР при следующих условиях:

- испытательное давление: 1,5 МПа
- начало испытания: мин. 1 час после обезвоздушивания и доведения до требуемого давления системы
- продолжительность испытания; 60 мин подвергнуть систему действию предписанного испытательного давления
- макс. падение: 0,02 МПа
- визуальный контроль: каждая, и минимальная, утечка воды должна быть устранена

О ходе испытания давлением должна быть составлена запись в форме приложенного протокола:

Протокол об испытании

Описание проводки

Место:

Объект:

длины трубопровода (м)	
∅ 16 mm	∅ 50 mm
∅ 20 mm	∅ 63 mm
∅ 25 mm	∅ 75 mm
∅ 32 mm	∅ 90 mm
∅ 40 mm	∅ 110 mm

Наиболее высоко расположенное выпускное место: м выше манометра.

Испытание давлением

рабочее давление:	бар
давление 1 час спустя:	бар (начало испытания)
падение давления:	бар (макс. 0,2 бар)

Результат испытания

Начало испытания	Конец испытания	Продолжительность испытания

Заказчик:

Поставщик:

Место:

Дата:

Подпись:

14. ОШИБКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

- 1) Несоблюдение допусков теплового расширения пластиков и невыполнение соответствующих указаний по компенсации вызывает огромное возрастание напряжения при сжатии и растяжении в стенке трубы и тем самым, в связи с неблагоприятным возрастанием общего поверхностного напряжения, значительное сокращение долговечности трубной системы.
- 2) Неправильное расстояние между опорными точками трубопроводной трассы. При увеличении расстояния между опорными точками происходит провисание трубопровода и результаты похожи, как и в предыдущем случае.
- 3) Забетонирование трубок в проходах - трубам должно быть позволено движение с точки зрения дилатации, т.е. трубы в проходах должны быть оснащены изоляцией или так наз. "защитными приспособлениями", и только после этого забетонированы.
- 4) Не предохранение трубопровода холодной воды от покрытия росой, в случае тёплой воды - от тепловых потерь.
- 5) Несоблюдение условий при сварке (чистота, температура, продолжительность нагрева и охлаждения и т.п.) способствует значительному понижению качества сварочных соединений, тем самым возникает предпосылка возникновения негерметичностей в соединениях.
- 6) Применение непригодных материалов для уплотнения (коноплю можно использовать лишь в случае пластиковой резьбы, для уплотнения наружной или внутренней металлической резьбы "впрыск" применяем только тефлоновую ленту).
- 7) Непригодный способ подтяжки переходников с металлической резьбой "впрыск" в противоположную сторону (напр. с помощью трубного ключа и т.п.), так что произойдёт отделение пластмассовой части переходника от металлической.
- 8) Некачественные испытания давлением может привести к несвоевременному обнаружению некачественных соединений и возможных нетесностей системы.
- 9) Непригодные условия хранения и транспорта.
- 10) Необеспечение достаточной регуляции температуры и давления в случае тёплой воды (превышение максимально допустимой температуры и давления для пластикового материала) приводит к деградации материала и последующей аварии системы.