

К использованию напорных труб из полипропилена различных типов и исполнений*

В последнее время в стране для устройства внутренних напорных трубопроводов стали использоваться трубы из полипропиленов различных типов [1–4] (PP-R, PP-RCT, PP-RCT + GF) как в однослойном, так и в многослойном исполнениях. В этой связи появилась острая необходимость в замене действующего свода Правил (СП) 40–101–96 [5], который распространяется только на трубы из полипропилена «рандом сополимера», имеющие ограниченное применение, например, по температурным характеристикам горячих систем. Здесь определённый интерес может представлять, например, опыт эстонских специалистов [6] в использовании таких труб в трубопроводах различного назначения.

Автор: А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., с.н.с., в.н.с., ОАО «НИИМосстрой», Почётный строитель города Москвы, № 50 в рейтинге самых цитируемых и самых продуктивных российских учёных ТОП-100 от 19.09.2016.

* Из опыта эстонских специалистов.

Напорные трубы из полипропилена различных типов рекомендуются эстонскими специалистами для устройства трубопроводов: горячего водоснабжения, холодного водоснабжения, радиаторного отопления, а также технологических и промышленных сетей, транспортирующих агрессивные среды с учётом химической устойчивости конкретного типа полипропилена, трубопроводы для подключения к тепловым станциям и распределительным узлам.

Из рекомендуемых труб (табл. 1) следует выделить в первую очередь трубы из высокопрочного полипропилена Gallaplast Aquarower.

Благодаря особой кристаллической решётке с дополнительными молекулярными связями материал — высокопрочный полипропилен, из которого производятся трубы Gallaplast Aquarower, находясь под воздействием относительно высоких внутренних давлений и температур, сохраняет свою прочность в течение всего достаточно длительного срока эксплуатации (не менее 50 лет). Внутренние трубопроводные системы из этого материала превосходят во всех классах эксплуатации [7] трубопроводные системы

из стандартного PP-R [5] и даже из PE-X материала (рис. 1, табл. 2).

Классы эксплуатации 1 и 2 предусматривают условия эксплуатации трубопроводов в системах горячего водоснабжения с постоянной рабочей температурой 60 °С или 70 °С ($T_{\text{раб}}$); допускают ежегодное увеличение рабочей температуры до 80 °С ($T_{\text{макс}}$) сроком на 175 часов для санации системы, а также кратковременное увеличение рабочей температуры до 95 °С ($T_{\text{авар}}$) сроком до 100 часов в случае аварийной ситуации.

Класс эксплуатации 4 предусматривает условия эксплуатации трубопроводов в системах высокотемпературного напольного отопления или низкотемпературного радиаторного отопления с максимальной температурой в подающем трубопроводе не более 70 °С ($T_{\text{макс}}$).

Класс эксплуатации 5 предусматривает условия эксплуатации трубопроводов в системах высокотемпературного радиаторного отопления с максимальной температурой в подающем трубопроводе 90 °С ($T_{\text{макс}}$). Классы 4 и 5 допускают кратковременное увеличение рабочей температуры до 100 °С ($T_{\text{авар}}$) сроком до 100 часов в случае аварийной ситуации.

:: Характеристики труб из полипропилена различных типов и исполнений табл. 1

Наименование	Исполнение*	Материал**	DN, мм	PN / SDR / S
Стандартная	1 / 0	PP-R-100	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160	PN 20 / SDR 6 / S2,5 PN 25 / SDR 5 / S2
Gallaplast Aquarower Beta PP-R	1 / Б	PP-R	20	PN 20 / SDR 11 / S5
	2 / 0	PP-RCT / PP-R	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160	PN 25 / SDR 9 / S4 PN 20 / SDR 11 / S5 PN 25 / SDR 9 / S4
Gallaplast Fazer (труба, армированная стекловолокном)	3 / 0	PP-R-100 / PP-R + GF / PP-R-100	20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125	PN 20 / SDR 7,4
Gallaplast Beta Fazer (труба, армированная стекловолокном)	4 / 0	PP-RCT / PP-R + GF / PP-RCT / PP-R	20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160	PN 20 / SDR 11 / S5 PN 25 / SDR 9 / S4

* В числителе — количество слоёв, шт.; в знаменателе — 0 (отрезки) / Б (бухты). ** Значения отдельных физико-механических показателей PP-RCT несколько превышают значения показателей PP-R, например, имеют место следующие значения (в числителе для PP-R, в знаменателе для PP-RCT): плотность 0,895 / 0,905 г/см³; напряжение при растяжении 21 / 25 МПа; напряжение при разрыве 40 / 45 МПа; удлинение при разрыве 600 / 300 % и модуль упругости 800 / 900 МПа.

:: Характеристики труб из различных полимеров табл. 2

Класс эксплуатации [5] труб в трубопроводных системах	Доп. напряжения для труб из PP-R, МПа	Доп. напряжения для труб из PE-X, МПа	Доп. напряжения для труб Gallaplast Aquarower, МПа
1-й: горячее водоснабжение (60 °С)	3,09	3,65	4,72
2-й: горячее водоснабжение (70 °С)	2,13	3,54	4,31
4-й: высокотемпературное напольное отопление, низкотемпературное отопление отопительными приборами	3,3	4	4,97
5-й: высокотемпературное отопление отопительными приборами	1,9	3,24	3,79

:: Рабочие давления для различных труб табл. 3

Класс эксплуатации [5] труб в трубопроводных системах	Значения P для PP-R*, бар	Значения P для труб Gallaplast Aquarower Beta PP-R**, бар
2-й: горячее водоснабжение (70 °С)	8,5 / 10,6	8,6 / 10,7
5-й: высокотемпературное отопление отопительными приборами	7,6 / 9,5	7,5 / 9,4

* В числителе — PN20 / SDR 6 / S2,5; в знаменателе — PN25 / SDR 5 / S2. ** В числителе — PN20 / SDR 11 / S5; в знаменателе — PN25 / SDR 9 / S4.

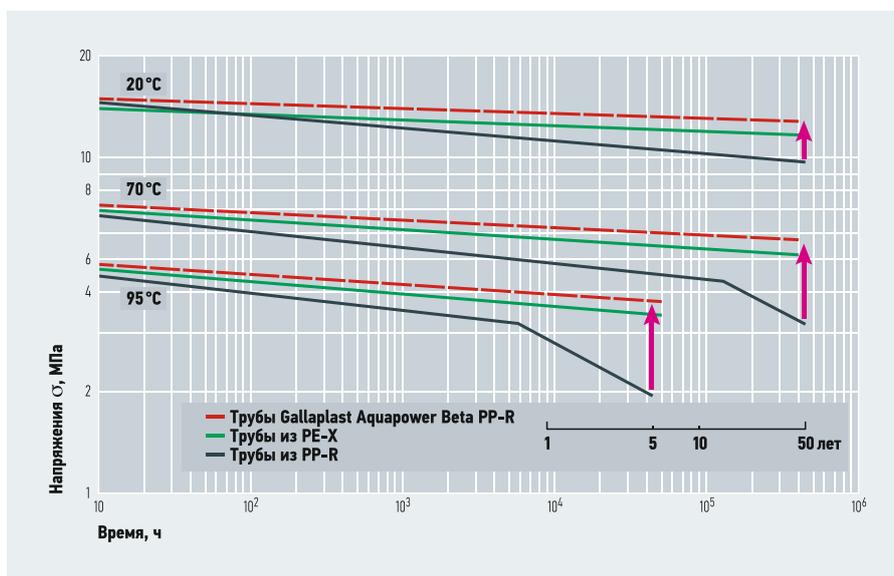


Рис. 1. Эталонные кривые долговечности труб при различных температурах

Массы M [кг/м] разных труб (Gallaplast Aquarower и обычных из PP-R и PE-X) табл. 4

DN, мм / M для труб	Gallaplast Aquarower* PN20				PP-R PN 20 [5]	PE-X PN 20 [8]	DN, мм / M для труб	Gallaplast Aquarower* PN20				PP-R PN 20 [5]	PE-X PN 20 [8]
	Beta PP-R	Beta Fazer	Beta PP-R	Fazer				Beta PP-R	Beta Fazer	Beta PP-R	Fazer		
20	0,125	0,13	0,1	0,148	0,172	0,153	75	1,70	1,73	-	2,03	2,34	2,07
25	0,195	0,21	-	0,23	0,266	0,238	90	2,45	2,48	-	2,90	3,40	2,98
32	0,32	0,35	-	0,37	0,434	0,382	110	3,62	3,685	-	4,34	-	4,44
40	0,49	0,50	-	0,58	0,671	0,594	125	4,65	4,75	-	5,59	-	-
50	0,76	0,78	-	0,90	1,05	0,926	140	5,85	5,97	-	-	-	-
63	1,21	1,23	-	1,42	1,65	1,47	160	7,61	7,78	-	-	-	-

* SDR 11 / S5 для труб Gallaplast Aquarower Beta PP-R и Beta Fazer и SDR 7,4 для трубы Gallaplast Aquarower Fazer.

Все классы данных труб предполагают срок службы 50 лет, исчисляемый по Майнеру с $T_{раб} + T_{макс} + T_{авар}$.

Эстонские специалисты рекомендуют использовать для устройства трубопроводов трубы Gallaplast Aquarower Beta PP-R и Gallaplast Aquarower Beta Fazer (трубы, армированные стекловолокном, с низким коэффициентом линейного расширения) вместо стандартных труб из PP-R материала.

Так, например, при этом во всём диапазоне наружных диаметров обеспечивается экономия не менее 25%. В отсутствии данных конкретных смет могут возникнуть сомнения на этот счёт. Но и не согласиться с этим нельзя.

Во-первых, использовать рекомендуют трубы Gallaplast Aquarower с большими значениями SDR и серий S, но при этом данные трубы будут иметь то же значение PN и ту же нагрузочную характеристику во всех классах эксплуатации, что и стандартные трубы, выполненные из обычного PP-R материала (табл. 3). Благодаря особым свойствам используемого материала толщина стенки трубы и её вес уменьшается (табл. 4), а пропускная способность труб увеличивается.

PP-R трубы GALLAPLAST AQUAROWER®
ПРОЧНЕЕ, ЧЕМ PE-X

www.gallaplast.com

Мы создаем не просто ПЕРВОКЛАССНЫЙ ПРОДУКТ, мы создаем НОВОЕ КАЧЕСТВО

На правах рекламы.

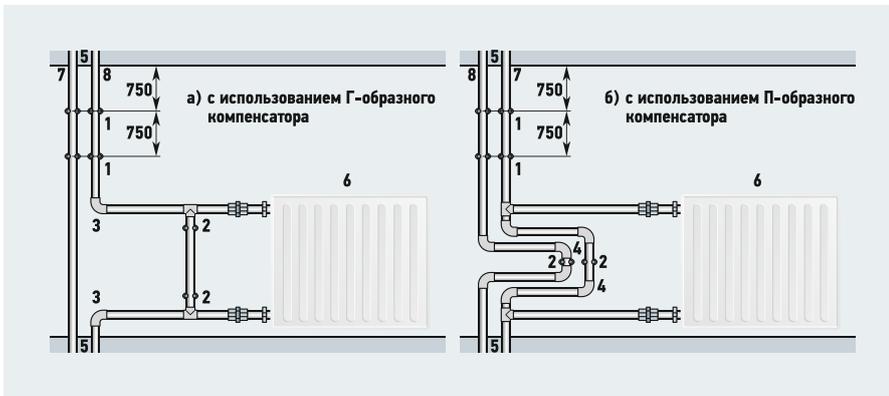


Рис. 2. Крепления на вертикальных трубопроводах из ПП-труб с использованием компенсаторов (1 и 2 — скользящее и жёсткое крепления; 3 и 4 — Г- и П-образный компенсаторы; 5 — проход трубопроводов через перекрытия (рис. 5); 6 — радиатор; 7 и 8 — подающий и обратный стояки)

Размеры [мм] эквивалентных* по пропускной способности ПП-труб табл. 5

Трубы	Значения								
		D_H	25	32	40	50	63	75	90
PP-R, SDR 6 / S 2,5	D_H	25	32	40	50	63	75	90	110
	D_B	16,6	21,2	26,6	33,4	42	50	60	73,4
Gallaplast Aquarower SDR 11 / S 5	D_H	20	25	32	40	50	63	75	90
	D_B	16	20,4	26,2	32,6	40,8	51,4	61,4	73,6

Размеры [мм] эквивалентных* по пропускной способности ПП-труб табл. 6

Трубы	Значения								
		D_H	25	32	40	50	63	75	90
PP-R, SDR 5 / S 2	D_H	25	32	40	50	63	75	90	110
	D_B	14,8	19	23,8	29,8	37,6	44,8	53,6	65,8
Gallaplast Aquarower SDR 9 / S 4	D_H	20	25	32	40	50	63	75	90
	D_B	15,4	19,2	24,6	31	38,6	48,8	58,2	69,8

* При одинаковых внутренних давлениях $P = 20$ бар для табл. 5 и $P = 25$ бар для табл. 6.

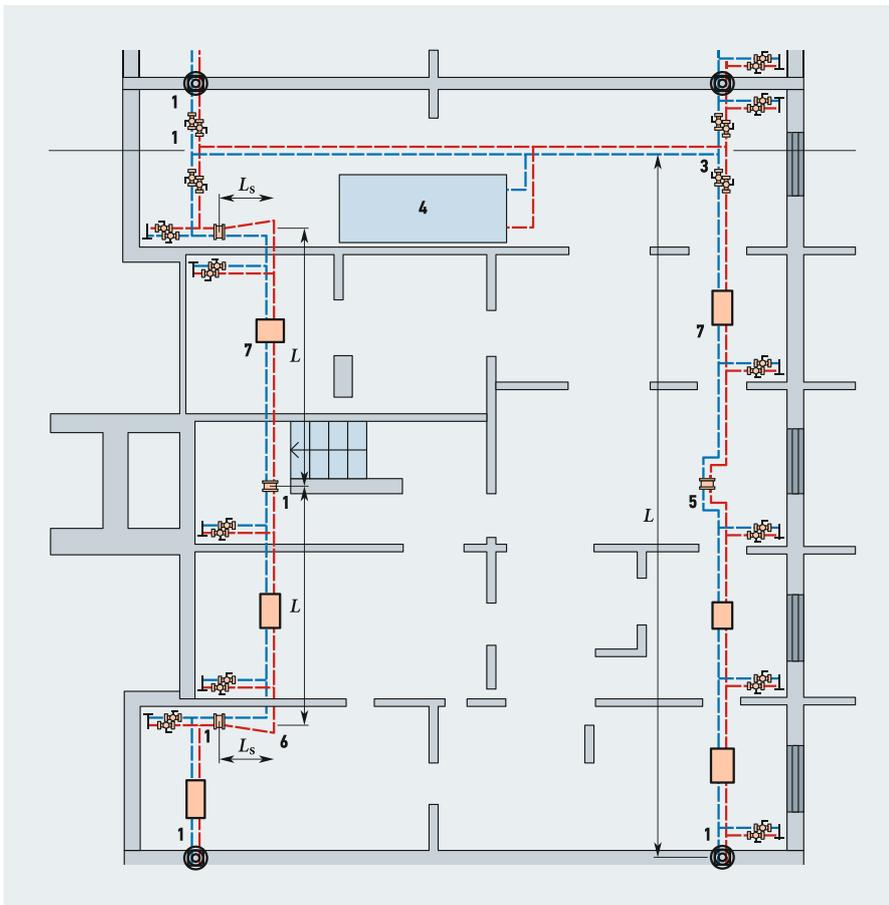


Рис. 3. Жёсткие крепления на магистральных трубопроводах из полипропиленовых труб в подвальных помещениях (1 — жёсткое крепление; 2 — противопожарный проход; 3 — разветвление трубопровода; 4 — тепловой пункт; 5 и 6 — П- и Г-образные компенсаторы; 7 — скользящие опоры; А, В, С, D, Е и F — участки, L — компенсируемая длина, L_s — компенсационное плечо)

Во-вторых, использовать полипропиленовые трубы GallaPlast Aquarower Beta PP-R и Beta Fazer можно на размер меньше, чем стандартные трубы из PP-R материала, так как они будут обеспечивать приблизительно одинаковую пропускную способность, которая зависит главным образом от внутреннего диаметра (табл. 5 и 6), что также позволяет существенно экономить, получая меньшую сметную стоимость. В-третьих, следует отметить, что существенную дополнительную экономию дают в случае использования труб GallaPlast Aquarower и фитинги (табл. 7), которые также применяются на один размер меньше. Например, для литых фитингов на муфтах из PP-R-100 экономия массы для DN25→DN20 мм и DN110→DN90 мм составит 36 и 81%, соответственно.

Заслуживает серьёзного внимания подход эстонских специалистов к установке жёстких и скользящих креплений на вертикальных (рис. 2) и горизонтальных (рис. 3) трубопроводах из полипропиленовых труб. Основопологающим принципом здесь является то, что именно жёсткие крепления определяют направление/величину продольной деформации трубопроводов и участки, на которых следует устанавливать компенсатор:

- первое жёсткое крепление устанавливают в местах разветвления трубопроводов, отходящих от теплового пункта, где диаметры трубопроводов наибольшие;
- следующее крепление устанавливают в местах размещения противопожарных переходов на границе секций;
- намечают участки трубопроводов и в зависимости от их расположения в здании принимают места установки компенсаторов, их тип (рис. 5) и размеры, которые рассчитывают исходя из величины возможной линейной деформации трубопровода на конкретном участке;
- распределяют точки для оставшихся жёстких креплений с учётом выбранных компенсаторов;
- жёсткие крепления, во избежание механического воздействия на трубопровод при эксплуатации, размещаются до и после запорно-регулирующей арматуры;
- скользящие крепления устанавливают с шагом, исключая превышение допустимого провисания трубопровода.

Рассмотренные положения, вытекающие из опыта эстонских специалистов, должны позволить более обоснованно выбирать напорные трубы из полипропиленов различных типов и исполнений и затем проектировать с учётом расчётного срока эксплуатации, составляющего не менее 50 лет, учитывая также их экономическую эффективность.

:: Фитинги Gallaplast из полипропилена PP-R и стальные

табл. 7

Вид	Наименование	Диаметры, мм
Гнутые из труб PP-R	Компенсаторы	16, 20, 25, 32, 40
	Скобы	16, 20, 25, 32, 40
Литые из труб PP-R	Раструбные угольники 90° и 45°	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110
	Угольники «раструб–гладкий конец» 90° и 45°	16, 20, 25, 32
	Раструбные прямые равнопроходные тройники	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110
	Раструбные прямые переходные тройники	23–16–20, 25–16–25, 25–20–25, 32–20–32, 32–25–32, 40–20–40, 40–25–40, 40–32–40, 50–20–50, 50–25–50, 50–32–50, 50–40–50, 63–20–63, 63–25–63, 63–32–63, 63–40–63, 63–50–63, 75–25–75, 75–32–75, 75–40–75, 75–50–75, 75–63–75, 90–50–90, 93–63–90, 90–75–90, 110–63–110, 110–75–110, 110–90–110
	Раструбные муфты	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110
	Муфты «раструб–гладкий конец»	20–16, 25–16, 25–20, 32–20, 32–25, 40–20, 40–25, 40–32, 50–32, 50–40, 63–40, 63–50, 75–40, 75–50, 75–63, 90–50, 90–63, 90–75, 110–90
	Заглушки	16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90
	Равнопроходные прямые крестовины	20, 25, 32, 40
	Приварные седла с раструбом	63 × 32, 75 × 32, 90 × 32 (63 × ¾", 75 × ¾", 90 × ¾")
	Клипсы	16, 20, 25, 32, 2 × 16, 2 × 20, 2 × 25, 2 × 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110
	Сварные буртовые втулки	63, 75, 90, 110
Литые из PP-R с металлческими вкладышами	Переходники «раструб–трубная внутренняя/наружная резьба»	16 × ½", 20 × ½", 20 × ¾", 25 × ½", 25 × ¾", 32 × ¾", 32 × 1", 40 × 1", 50 × 1½", 63 × 2", 75 × 2½", 90 × 3"
	То же — угольники	16 × ½", 20 × ½", 20 × ¾", 25 × ½", 25 × ¾", 32 × ¾"
	То же — переходные тройники	16 × ½" × 16, 20 × ½" × 20, 20 × ¾" × 20, 25 × ½" × 25, 25 × ¾" × 25, 32 × ¾" × 32, 32 × 1" × 32
	Настенный угольник «раструб–трубная резьба»	16 × ½", 20 × ½", 25 × ½", 25 × ¾"
	Настенный комплект	20 × ½"
	Переходник-американка с наружными/внутренними резьбами	20 × ½", 25 × ¾", 32 × 1"
	Патрубок с накидной гайкой	16 × ½", 16 × ¾", 20 × ¾", 25 × 1", 32 × 1 ¼"
	Деталь «раструб–накидная гайка» (для подключения водяных счётчиков)	16 × ½", 16 × ¾", 20 × ½", 20 × ¾", 25 × ¾", 25 × 1", 32 × 1 ¼"
	Разъёмное соединение патрубков с наружными резьбами и накидными гайками	20, 25, 32
	Раструбные вентили и шаровые краны	20, 25, 32, 40, 50, 63
	Раструбные фильтры	20, 25, 32
	Приварные седла с трубной наружной/внутренней резьбой	63 × 32, 75 × 32, 90 × 32 (63 × ¾", 75 × ¾", 90 × ¾")
	Стальные	Фланцы
Хомуты с резиновыми прокладками		15–19, 20–23, 25–28, 32–35, 40–43, 44–50, 57–63, 74–80, 83–91, 108–114

Полимерные трубы: применение и основные характеристики

Полимерные трубы применяются для строительства и ремонта трубопроводов, транспортирующих воду для хозяйственного, питьевого холодного и горячего водоснабжения, другие жидкие и газообразные вещества, к которым полимер, из которого они изготовлены, химически стоек. Полимерные трубы используются для транспортировки горючих газов, в системах отопления, канализации и сетях водоотведения. Среди полимерных труб различают трубы из термопластов и реактопластов. Полимерные трубы могут изготавливаться из различных термопластических материалов и их композиций, таких как: полиэтилен (ПЭ), поливинилхлорид (ПВХ), полипропилен (ПП), полиамид (ПА), полибутилен (ПБ) и др.

Основные характеристики полимерных труб:

1. Габаритные: номинальный диаметр D_n (основная размерная характеристика); диаметр условного прохода D_y (величина внутреннего диаметра в [мм] или его округлённое значение); наружный диаметр D (величина внешнего диаметра в [мм] или его округлённое значение); толщина стенки e, мм; стандартное размерное отношение трубы SDR (Standart Dimension Ratio) — отношения номинального наружного диаметра трубы к номинальной толщине стенки трубы (SDR = D_n/e).

2. Массовые (вес 1 п.м. трубы [кг], а также её плотность [кг/м³]).

3. Прочностные: номинальное (условное) давление PN (Nominal Pressure), кгс/см²; минимальная длительная прочность материала MRS (Minimum Required Strength), из которого изготовлена труба, МПа; коэффициент запаса прочности C, зависящий исключительно от условий прокладки (для труб полиэтиленовых для подачи холодной воды C = 1,25); максимальное рабочее давление MOP (Maximum Operation Pressure), МПа; кольцевая жёсткость SN, кН/м; серия трубы S = Q/MOP, где Q — допустимое напряжение в стенке трубы, Q = MRS/C [МПа], причём SDR = 2S + 1; граница текучести при растяжении, МПа; относительное удлинение при разрыве, %; изменение длины труб после прогрева, %; термостабильность труб; стойкость к медленному и быстрому распространению трещины; сопротивление удару падающего груза.

4. Температурные: температура рабочая, максимальная и минимальная, °С. Обычно рабочая температура транспортируемой среды отличается от температуры 20 °С в значительных пределах, колебания температуры должны учитываться при проектировании, так как разрушительно влияют на материал трубы.

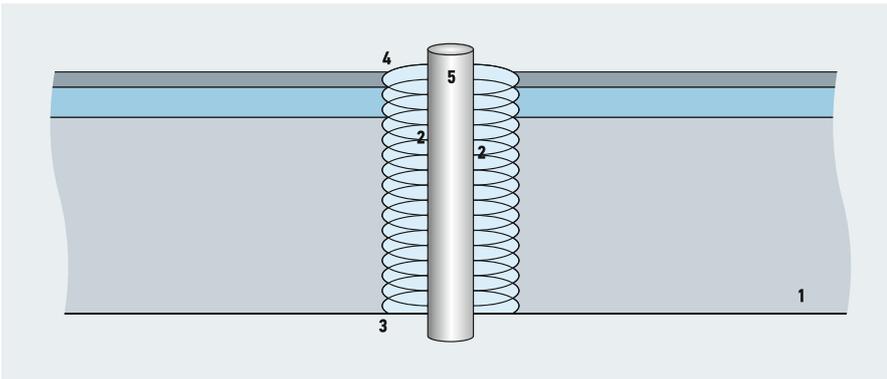


Рис. 4. Провод полипропиленовых трубопроводов через перекрытия (1 — перекрытие; 2 — минеральная изоляция требуемой степени огнестойкости; 3 — штукатурка; 4 — силиконовая замазка; 5 — стояк)

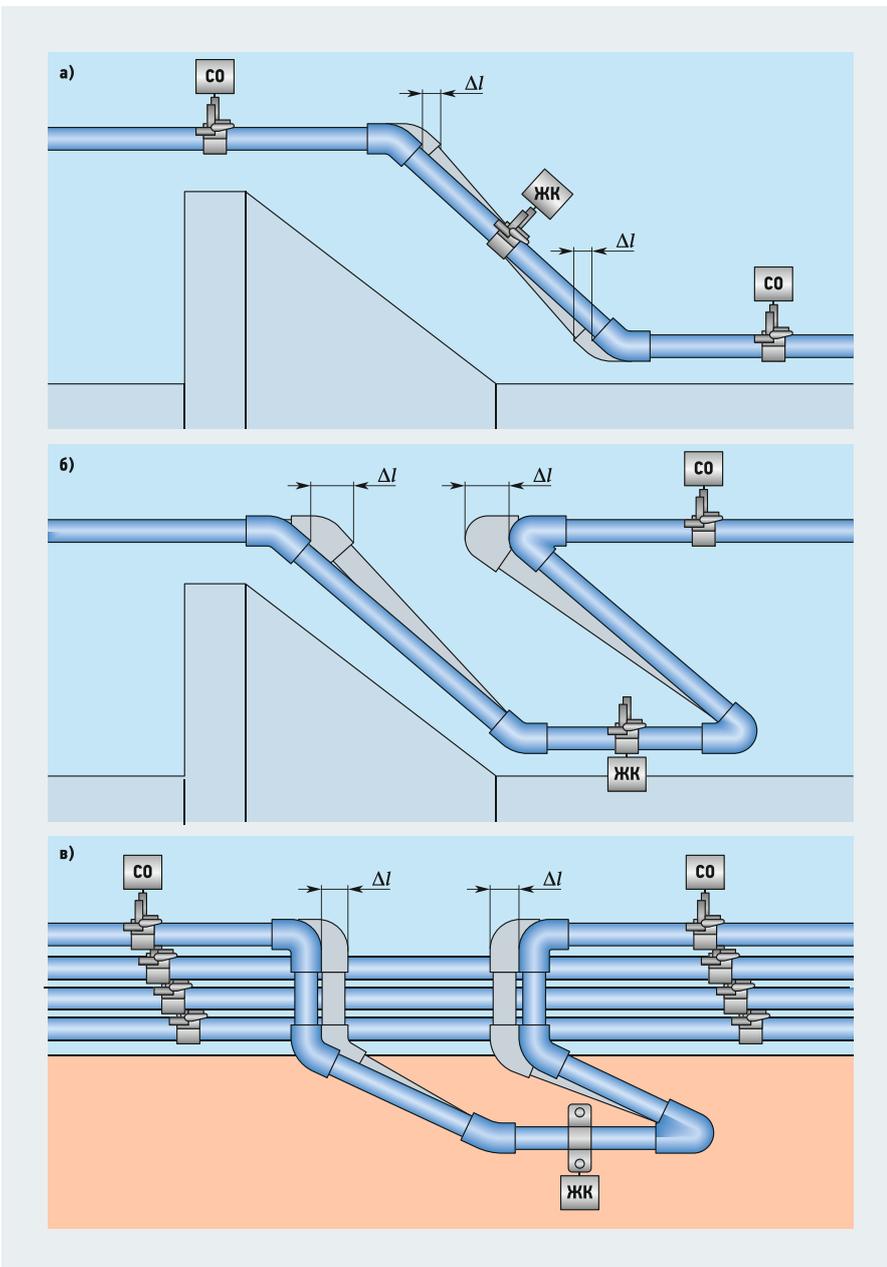


Рис. 5. Компенсаторы тепловых деформаций полипропиленовых трубопроводов из полипропиленовых трубных изделий, плоские (а — Г-образный, б — П-образный, в — пространственный комбинированный; СО — скользящая опора, ЖК — жёсткое крепление, ΔL^* — абсолютное удлинение, рассчитывается по известной [10] формуле с использованием коэффициентов линейной деформации $\alpha = 0,15$ и $0,04$ мм/(м·К) для обычных труб и труб со стекловолокном, соответственно)

Следует отметить и то, что в статье не раскрыт подход эстонских специалистов к выбору расстояний между креплениями, особенно на горизонтальных трубопроводах, а это весьма важно — ведь для труб из различных полимеров и различных исполнений они будут разными (имеется в виду для одинаковых DN), так как их будут характеризовать разные кольцевые жёсткости SN (интегрирующий показатель, включающий модуль упругости и коэффициент Пуассона материала, а также SDR труб).

Не освещён и опыт в производстве монтажных работ [11] с напорными трубами из полипропилена различных типов и исполнений, включая сварочные и ремонтные, а также использование «гибких» труб в бухтах (табл. 1).

Всё это можно будет рассмотреть, в случае заинтересованности в этом широкой научно-технической общественности и редакции журнала, в следующих статьях. Это является весьма актуальным. ОАО «НИИМосстрой» сейчас ведёт активную подготовку к разработке нового всеобъемлющего общегосударственного норматива с учётом современного состояния в использовании напорных полипропиленовых труб всех имеющихся модификаций для устройства внутренних трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, а также водяных отопления и холодоснабжения, естественно, включая и опыт эстонских специалистов. ●

- Отставнов А.А., Харькин В.А. Напорные трубы из полипропилена четвертого поколения // Журнал С.О.К., 2014. №5. С. 14–17.
- Отставнов А.А., Харькин В.А. О допустимых внутренних давлениях для трубопроводов из АСППТ // Журнал С.О.К., 2013. №2. С. 16–22.
- Отставнов А.А., Харькин В.А. О долговечности армированных стекловолокном полипропиленовых труб // Журнал С.О.К., 2013. №1. С. 28–33.
- Отставнов А.А., Харькин В.А. О величине НДС армированных стекловолокном полипропиленовых труб // Журнал С.О.К., 2012. №12. С. 30–33.
- СП 40-101-96. Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «рандом сополимер».
- Техническая информация. Трубопроводная PP-R система Gallaplast Aquarower прочнее, чем PE-X. Интернет-ресурс: gallaplast.com.
- ГОСТ 32415-2013. Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие ТУ.
- Бухин В., Шибиченко И. Российские напорные трубы из PE-X. Интернет-ресурс: newchemistry.ru
- Детали соединительные для полипропиленовых напорных трубопроводов. Технический паспорт изделия. Интернет-ресурс: valtec.ru.
- Отставнов А.А. Водоснабжение и водоотведение общественных зданий. — М.: АВОК-Пресс, 2011.
- Бусахин А.В., Отставнов А.А., Колубков А.Н., Токарев Ф.В. Рекомендации по устройству внутренних трубопроводных систем водоснабжения, канализации и противопожарной безопасности, в том числе с применением полимерных труб. Р НОСТРОЙ 2.15.1-2011.
- Прочность полипропиленовых труб и фитингов: зависимость от материала и эксплуатационных параметров. Интернет-ресурс: library.stroit.ru.