

1. Вступление

Прогресс цивилизации влечет за собой стремление людей к повышению жизненного комфорта. Это становится возможным при использовании в строительстве новых материалов - прочных, лучшего качества и более эстетичных, чем традиционные. Большой шаг вперед наблюдается в сфере производства водопроводных труб, которые являются неотъемлемой частью каждого дома.

Современный и прочный водопровод повышает комфорт в каждом объекте, а в особенности в жилых домах, офисах и Государственных учреждениях. Гарантирует правильные условия эксплуатации без проявления коррозии, вызывающей необходимость частой замены труб. К таким материалам относятся трубы и профили из полипропилена, которые в Европе являются наиболее часто используемым материалом при прокладывании труб горячего и холодного водоснабжения.

Среди целого ряда искусственных материалов изделия из полипропилена занимают главное место с точки зрения потребительских свойств материала. Одновременно годами испытаний улучшались технологии монтажа с использованием новейших сварочных аппаратов с термостатами. Гарантируют они поддержание соответствующей, постоянной температуры при стыковке, что является одним из основных условий для обеспечения ожидаемой прочности водопровода.

Достоинства водопровода из искусственных материалов это прежде всего:

- невосприимчивость к коррозии, что даёт 50-летнюю гарантию прочности без необходимости замены труб,

- высокая химическая сопротивляемость,

- нейтральность по отношению к питьевой воде, что гарантирует абсолютную безопасность здоровья пользователей,

- небольшой вес материала, что облегчает монтаж и транспортировку,

- низкая трудоёмкость при монтаже,

- низкий теплообмен, что позволяет ограничить необходимость использования изоляции,

- большая гладкость, что создаёт хорошие условия для протекания жидкости,

- беззвучность протекания жидкости,

- свариваемость, благодаря которой, под действием повышенной температуры создаются монолитные соединения без необходимости использования химических составов, например клея.

Другие свойства труб из полипропилена, отличающие их от стальных и влекущие за собой необходимость иного отношения при монтаже и эксплуатации, а также отличительного способа прокладывания водопровода в домах, это:

- низкая теплосоппротивляемость,

- хрупкость при температуре ниже 0° C,

- низкая сопротивляемость при механических повреждениях и воздействии некоторых химикатов,

- чувствительность на ультрафиолетовое излучение,

- заметное расширение под воздействием тепла.

Различают три типа полипропилена, использующиеся в производстве труб и соединений:

PP-H - тип 1 применяется только в системах с холодной водой,

PP-B - тип 2 может быть использован в системах с холодной водой и ограниченно с горячей,

PP-R - тип 3 является материалом наиболее распространенным в связи с тем, что трубы и соединения, которые из него изготавливаются имеют наивысшее техническое и потребительское качество. Он используется для систем с холодной и горячей водой без ограничения.

2. Основные качества водопроводных систем

Трубы и соединения системы НМ изготовлены из полипропилена тип 3 - РР-К, базовым материалом которого является НОЗТАБЕМ РРН 5216. Благодаря высокому качеству базового материала системы НМ можно применять в жилом строительстве, промышленных объектах и с/хозяйстве, а также там, где выступает необходимость гарантированной химической сопротивляемости в канализации.

В зависимости от условий работы при разнице температуры и давления используют следующие разновидности давления в трубах:

РН 10 - предназначена для работы под номинальным давлением 1,0 МПа,

РН 16 - предназначена для работы под номинальным давлением 1,6 МПа,

РН 20 - предназначена для работы под номинальным давлением 2,0 МПа,

РН 20 - труба стабильная, предназначенная для работы под номинальным давлением 2,0 МПа.

Предназначение и сфера использования труб системы НМ представлены следующим образом:

Трубы РН 10 - системы холодной воды с температурой до 20°С и рабочим давлением до 0,6 МПа,

Трубы РН 16,20 - системы холодной воды с температурой до 20°С и рабочим давлением до 1,0 МПа,

Трубы РН 16 - системы горячей воды с температурой до 60°С и рабочим давлением до 0,6 МПа,

Трубы РН 20 - системы горячей воды с температурой до 60°С и рабочим давлением до 1,0 МПа,

Трубы РН 20 - системы центрального отопления с рассчитываемой температурой до 80°С и рабочим давлением до 0,6 МПа,

Трубы STABI - системы горячей воды и центрального отопления с рассчитываемой температурой до 80°С и рабочим давлением до 0,6 МПа.

В трубах STABI использована специальная алюминиевая вкладка, благодаря которой труба менее податлива на растяжения под воздействием температуры.

Соединения системы НМ принадлежат к разновидности давления РН 25.

3. Элементы системы НМ

В состав водопроводной системы НМ входят следующие элементы:

трубы в отрезках по 3 м (труба STABI -4м), фасонные части для сваривания с трубами,
переходники с резьбой, при помощи которых соединяют системы из полипропилена со стальными трубами и нарезными переходниками,
шариковые и грибковые клапана,
элементы крепления,
инструменты для резки и обработки труб,
изоляция

Все элементы изготовлены в размерах от 16 до 75 мм.

4. Разрешения, аттестаты

Система НМ положительно оценена в Институте Контроля и Аттестации в Чехии. В этом институте проводятся регулярные исследования элементов системы. Изделия были также одобрены в Авторизированном исследовательском центре техники искусственных материалов в Вене, проводящем исследования для пригодности к питьевой воде.

Система прошла аттестацию в Государственном Центре Гигиены в Варшаве и допущена для использования в строительстве СОВРТИ ИНСТАБ.

5. Характеристика полипропилена PP-R -тип 3

5.1. Механические и термические качества

Основные механические и термические качества представлены на таблице 1.

Таблица 1. Свойства PP-R тип 3.

Properties	Units	HOSTALEN PPH 5216
Density	kg/m ³	905
Vicat softening temperature	°C	65
Mean Thermal Coefficient of Linear Expansion	°C	49
Enlongation at rupture	%	15

5.2. Невосприимчивость к коррозии

Полипропилен PP-R тип 3 абсолютно невосприимчив на действие большинства органических и неорганических химических соединений. Ограничения в использовании этого материала относятся к субстанциям сильно окисляющим, таким как: концентрированная серная кислота, хлор, бром и их производные. Ультрафиолетовое излучение отрицательно действует на изделия из полипропилена, поэтому их надо предохранять при помощи изоляции. Это требование касается только тех элементов системы, которые долгое время находятся под воздействием солнечных лучей.

5.3. Химическая сопротивляемость

Изделия из полипропилена тип 3 обладают очень хорошей сопротивляемостью на действие химических соединений.

5.4. Накопление электрических зарядов

Полипропилен накапливает статическую энергию на поверхности материала, поэтому не следует применять его для передачи легковоспламеняющихся и взрывающихся жидкостей.

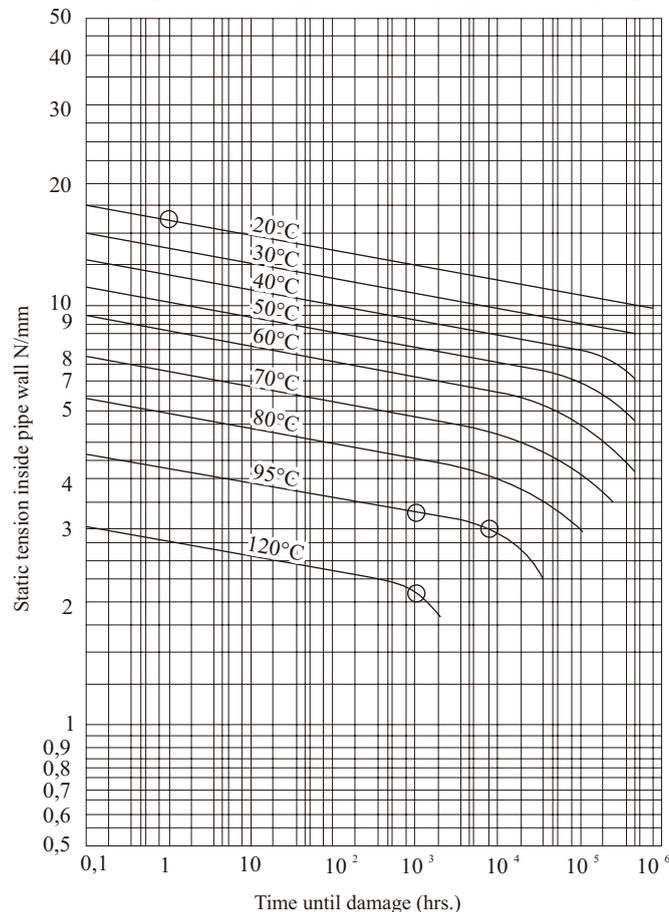
5.5. Выносливость и прочность

Прочность элементов системы НМ непосредственно зависит от таких факторов, как : температура рабочей жидкости и давления, под которым она передаётся. Допускаемое рабочее давление в зависимости от температуры, разновидности труб и времени работы представлено в таблице 2.

Таблица 2. Допускаемое давление с учетом функции температуры и времени эксплуатации.

Temp. (°C)	Operating years	Nominal pressure - PP-3 pipes (bar)		
		PN 10	PN 16	PN 20
20	10	13,5	21,7	27,1
	25	13,2	21,1	26,4
	50	12,9	20,7	25,9
40	10	10,2	16,2	20,3
	25	9,7	15,6	19,5
	50	9,2	14,7	18,4
50	10	8,7	13,9	17,3
	25	8,0	12,8	16,0
	50	7,3	11,7	14,7
60	10	7,2	11,5	14,4
	25	6,1	9,8	12,3
	50	5,5	8,7	10,9
70	10		8,5	10,7
	25		7,3	9,1
	50		7,0	8,8
80	10	3,9	6,3	7,9
95	1	6,1	7,6	9,5
	5	4,6	5,7	7,2

Выносливость систем из полипропилена проиллюстрирована в графике 1.



6. Проектирование

6.1. Основные положения в проектировании систем из полипропилена

При проектировании систем труб и соединений из полипропилена необходимо осознавать специфику этого материала, отличающегося от стальных труб и учитывать этот факт при проектировании и во время монтажа трубопровода.

Трубы и соединения PP-R отличаются от стальных размерами, особенно в верхних градациях (РН 20). Это связано со значительно большей толщиной стенки в трубах из полипропилена, в следствие чего внутренний диаметр трубы уменьшается. В среднем данному диаметру номинальной стальной трубы соответствует на две величины больший диаметр полипропиленовой. Каждый раз необходимо проводить гидравлические расчеты для оптимального подбора диаметров в трубопроводе.

Вторым основным отличием, влияющим на процесс проектирования является значительно большая линейная расширяемость полипропиленовых труб, чем стальных, что влечет за собой необходимость учитывания при проектировании компенсации для нивелировки возникающих растяжений и расширений. Растяжение трубопровода есть тем большее, чем выше температура работы системы. В связи с этим следует применять другие методы крепления трубопровода.

Полипропиленовый трубопровод не может подвергаться повреждениям. В связи с этим при прохождении через строительные перегородки трубы прокладывают в предохраняющей втулке, в стенных углублениях (особенно в местах изгибов) предохраняют мягким покрытием, кроме этого при прокладывании трубопровода по внешней конструкции здания в местах общедоступных, трубы должны быть закрыты кожухом.

6.2. Проектирование систем холодной и горячей воды

6.2.1. Общие указания

При проектировании водопровода необходимо совмещать современные нормы и информацию, содержащуюся в данной инструкции. Находящиеся в ней данные необходимы при проектировании, учитывая специфику труб PP-R.

6.2.2. Установка пути водопровода

Способ прокладывания водопровода должен быть так спроектирован, чтобы трубы не были отягощены весом конструкции здания.

Путь прохождения должен быть как можно короче и прямее. Выгодным бы был такой путь, при котором можно использовать конструкцию здания для образования естественной компенсации распределительных труб или стояков. Если нет такой возможности, необходимо запроектировать компенсаторы.

Стояки и пункты забора воды выгодно прокладывать в стенных углублениях, в которых соответственно прикреплённые трубы, поддаваясь растяжению, укладываются в углублении, благодаря чему можно обойтись без компенсаторов. Внутренняя сторона углубления должна быть гладкой, чтобы не повредить трубу.

6.3. Установка параметров водопровода

6.3.1. Расчетное протекание

Расчетное протекание, характерное для каждого рассчитываемого отрезка, определяется на основе подсчета пунктов забора воды, а также с учетом неодновременности побора. Для каждого пункта забора определён нормативный выход воды и требуемое давление, которое должно быть обеспечено в пункте забора. В таблице 3 представлены примеры определения расчетного протекания для разных объектов.

Таблица 3. Примеры определения расчетного протекания в системах водопровода для различных зданий (согл.ВГН 1988, сг.3).

Building types*	Formulas	Notes
Residential buildings	$q = 0,682 \cdot (q_n)^{0,45} - 0,14$	for $0,07 < q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ for bath and kitchen fixtures at $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 1,7 \cdot (q_n)^{0,21} - 0,7$	for $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz for bath and kitchen fixtures at $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$
Commercial buildings	$q = 0,682 \cdot (q_n)^{0,45} - 0,14$	for $q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 0,4 \cdot (q_n)^{0,54} - 0,48$	for $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
Hotels and Shopping Malls	$q = 0,4 \cdot (q_n)^{0,366}$	for draw-off points at $q_n > 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ and in the area $1 < q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 0,698 \cdot (q_n)^{0,5} - 0,12$	for bath and kitchen fixtures at $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ and in the area $0,1 < q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 1,08 \cdot (q_n)^{0,5} - 1,82$	for $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ (for Hotels)
	$q = 0,698 \cdot (q_n)^{0,5} - 0,12$	for $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ (for Shopping Malls)
Hospitals	$q = 0,698 \cdot (q_n)^{0,5} - 0,12$	for $q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 0,25 \cdot (q_n)^{0,65} - 1,25$	for $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
Schools	$q = 4,4 \cdot (q_n)^{0,27} - 3,41$	for $1,5 < q_n < 20 \text{ dm}^3/\text{s}$; for $q_n < 1,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ $q = q_n$
	$q = -22,5 \cdot (q_n)^{0,5} - 11,5$	for $q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$

Разъяснение:

q_n – нормативный выход из пунктов забора, dm^3/s

q_n – сумма всех нормативных выходов из пунктов забора, расположенных на измеряемом отрезке водопровода, dm^3/s

q – расчетное протекание, dm^3/s

* Для системы водопровода, которая будет прокладываться в других объектах, необходимо подобрать пример определения расчетного протекания аналогичным способом.

Нормативный выход из пунктов забора приведён в таблице 4, а расчетное протекание воды, определённое на основе примеров для жилых домов представлено в таблице 5.

Таблица 4. Нормативный выход воды из пунктов забора и требуемое давление в пункте забора.

Type of Draw-off Point	Required Pressure MPa	Nominal water flow		
		mixed ¹⁾		cold and hot only
		q _n cold, dm ³ /s	q _n hot, dm ³ /s	q _n dm ³ /s
Draw-off valve: without perlator ²⁾ Dn 15 ⁴⁾	0,05			0,3
..... Dn 20	0,05			0,5
..... Dn 25	0,05			1,0
with perlator Dn 10	0,1			0,15
..... Dn 15	0,1			0,15
Shower head Dn 15	0,1	0,1	0,1	0,2
Toilet flush Dn 15	0,12			0,7
..... Dn 20	0,12			1,0
..... Dn 25	0,04			1,0
Urinal flushing valve Dn 15	0,1			0,3
Dishwasher (residential) Dn 15	0,1			0,15
Washer (residential) Dn 15	0,1			0,25
Draw-off fixtures for showers Dn 15	0,1	0,15	0,15	
for bathtubs Dn 15	0,1	0,15	0,15	
for kitchen sinks Dn 15	0,1	0,07	0,07	
for bathroom sink Dn 15	0,1	0,07	0,07	
for bathtubs for sitting Dn 15	0,1	0,07	0,07	
Faucet with mixer Dn 20	0,1	0,3	0,3	
Tank flush Dn 15	0,05			0,13
Hot pot ³⁾ Dn 15	0,1			0,1

Разъяснение:

- ¹⁾ – холодная вода T_г=15° С, горячая T_с=55° С
- ²⁾ – если вентиль со шлангом L = 10 м, то давление 0,15 МПа
- ³⁾ – при полностью открытом давящем болте
- ⁴⁾ – Dn – номинальный диаметр в пункте забора, мм

Таблица 5. Суммарные нормативные выходы из пунктов забора и расчетное протекание (РН-92/В-01Т06).

q_n for fixtures		q	q_n	q	q_n	q
< 0,5 dm³/s	0,5 dm³/s	dm³/s	dm³/s	dm³/s	dm³/s	dm³/s
0,06		0,05	21,89	2,55	331	5,05
0,10		0,10	23,54	2,60	345	5,10
0,15		0,15	25,28	2,65	360	5,15
0,21		0,20	27,13	2,70	374	5,20
0,29		0,25	29,08	2,75	390	5,25
0,38		0,30	31,15	2,80	406	5,30
0,48		0,35	33,32	2,85	422	5,35
0,60		0,40	35,62	2,90	439	5,40
0,72		0,45	38,04	2,95	456	5,45
0,87	0,50	0,50	40,58	3,00	474	5,50
1,03	0,55	0,55	43,26	3,05	493	5,55
1,20	0,60	0,60	46,08	3,10	512	5,60
1,39	0,65	0,65	49,04	3,15		
1,59	0,70	0,70	52,15	3,20		
1,81	0,75	0,75	55,41	3,25		
2,04	0,80	0,80	58,83	3,30		
2,29	0,85	0,85	62,41	3,35		
2,55	0,90	0,90	66,17	3,40		
2,83	0,95	0,95	70,10	3,45		
3,13	1,00	1,00	74,21	3,50		
3,45	1,15	0,105	78,51	3,55		
3,78	1,31	1,010	83,01	3,60		
4,12	1,50	1,15	87,84	3,65		
449	1,70	1,20	92,62	3,70		
4,87	1,92	1,25	97,74	3,75		
5,26	2,17	1,30	103,08	3,80		
5,68	2,44	1,35	108,65	3,85		
6,11	2,74	1,40	114,45	3,90		
6,56	3,06	1,45	120,50	3,95		
	3,41	1,50	126,79	4,00		
	3,80	1,55	133	4,05		
	4,22	1,60	140	4,10		
	4,67	1,65	147	4,15		
	5,17	1,70	155	4,20		
	5,70	1,75	162	4,25		
	6,27	1,80	170	4,30		
	6,89	1,85	178	4,35		
	7,56	1,90	187	4,40		
	8,28	1,95	196	4,45		
	9,05	2,00	205	4,50		
	9,88	2,05	215	4,55		
	10,76	2,10	225	4,60		
	11,84	2,15	235	4,65		
	12,72	2,20	246	4,70		
	13,80	2,25	257	4,75		
	14,95	2,30	268	4,80		
	16,17	2,35	280	4,85		
	17,48	2,40	292	4,90		
	18,86	2,45	305	4,95		
	20,33	2,50	318	5,00		

6.3.2. Скорость протекания

Для измерения водопровода под давлением рекомендуется принять следующую максимальную скорость протекания:

- в горизонтальных уровнях - 1,7 м/с,
- в стояках и отходящих ветках - 2,0 м/с.

6.3.3. Предварительный подбор диаметров

Диаметр трубопровода циркулирующей горячей воды подбирается следующим образом:

- для подающих труб 20-35 - 20,
- для подающих труб 40-50 - 25,
- для подающих труб 63-75 - 32.

Трубопровод 16 следует использовать только для единичных подводок к пункту забора воды. Если в итоге гидравлических расчетов будет доказано, что свободного давления достаточно для самого слабого пункта забора, то значит диаметр выбран правильно.

6.3.4. Линейное сопротивление

Расчет линейных потерь давления для отдельных участков следует выполнять, используя формулу:

$$p = l \cdot \frac{L}{d_w} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho \quad [\text{Pa}] \quad [\text{N/m}^2]$$

Dr - снижение давления

l - коэффициент линейного сопротивления

L - длина трубопровода на данном участке [м]

d_w - внутренний диаметр [м]

V - скорость протекания [м/с]

ρ - плотность раствора [кг/м³]

Значение коэффициента l следует рассчитывать, используя формулу *Colebrooka-White 'a*, принимая значение коэффициента абсолютной шероховатости k для труб из полипропилена равное 0,007 мм.

Если линейное сопротивление окажется увеличенным, то следует его уменьшить в наиболее слабых пунктах забора при помощи увеличения диаметра водопровода.

6.3.5. Местное сопротивление

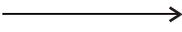
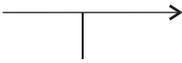
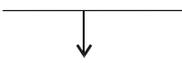
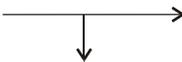
Расчет местных потерь давления, вызванных присутствием в проектированной системе соединений, переходников и арматуры следует проводить, применяя формулу:

$$Z = z \cdot \frac{v^2}{2} \quad [\text{Pa}]$$

z - коэффициент местного сопротивления

Значение коэффициента z для соединений и переходников, входящих в состав системы НМ представлено в таблице 6.

Таблица 6. Составление значений коэффициента z элементов системы НМ

Fitting		
	coupling	0,2
	reducing coupling	0,55
	90° elbow	1,5
	tee	1,1
	tee	1,5
	reducing tee	1,1
	reducing tee	4,3
	adapter	0,4
	union	8,3

6.4. Компенсация системы водопровода из полипропилена

6.4.1. Линейное удлинение

Полипропилен имеет гораздо больший коэффициент расширения, чем сталь или медь:

полипропилен - 0,15 мм/мК

сталь - 0,012 мм/мК,

медь - 0,0165 мм/мК.

Именно это свойство заставляет трубы из полипропилена удлиняться либо укорачиваться в зависимости от условий работы.

Величину отклонения определяет формула:

$$l = L \times \alpha \times t$$

l - величина удлинения либо укорачивания [m]

L - длина трубы [m]

α - линейный коэффициент расширения (для PP = 0.15 мм/мК)

t - разница между температурами монтажа и водопровода

$t = t_m - t_p$ при $t_m < t_p$ (удлинение)

$t = t_p - t_m$ при $t_m > t_p$ (укорачивание)

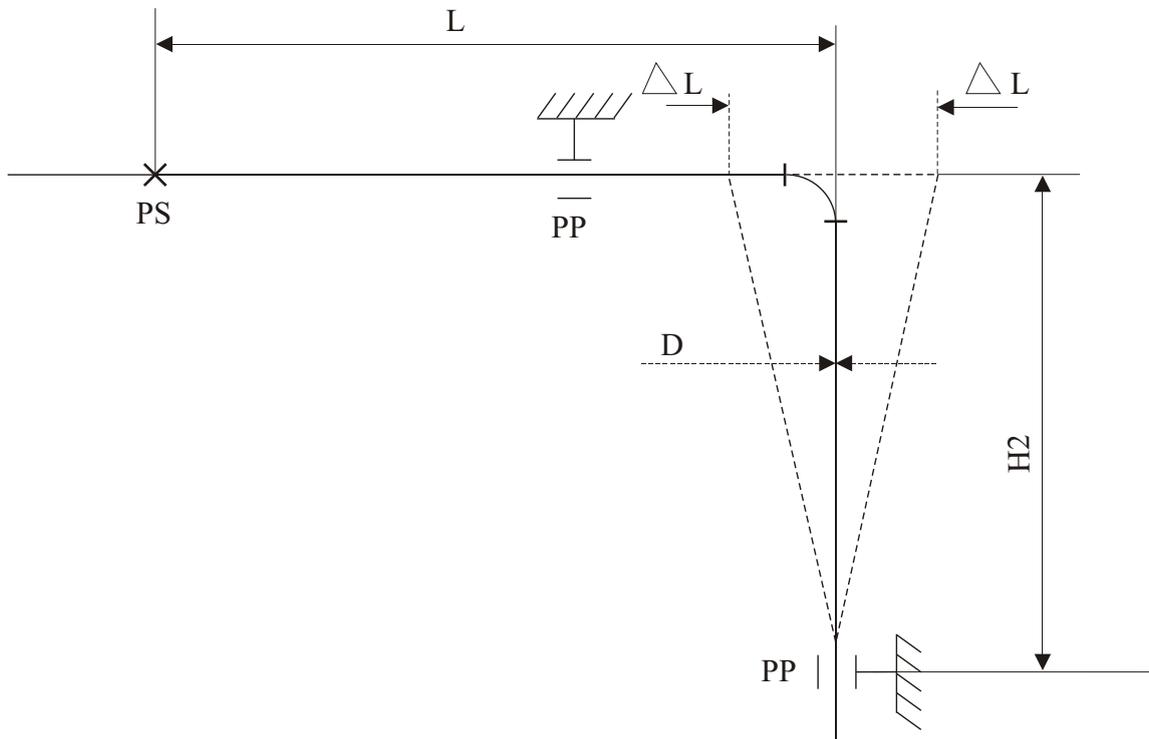
В большинстве случаев сталкиваемся с удлинением труб горячей воды.

6.4.2. Методы компенсации удлинений

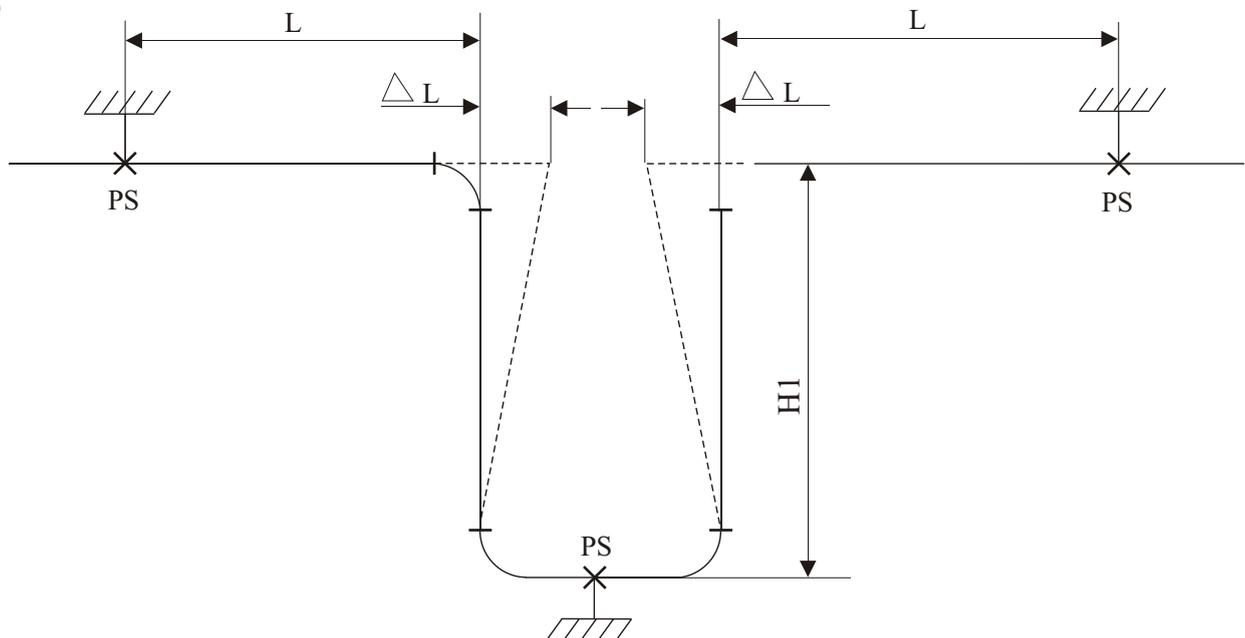
Образование линейных удлинений не может вызывать угрозы повреждения водопровода и должно проходить безопасно. С этой целью необходимо использовать естественную компенсацию с помощью соответствующей установки водопровода прикрывая путь при конструкции стен, столбов и т.п. и укреплять так, чтобы возникла правильная компенсация. Если всё-же это не возможно, необходимо на пути прохождения горизонтальных и вертикальных труб запроектировать компенсаторы. Величина компенсатора зависит от величины удлинения данного отрезка и его диаметра.

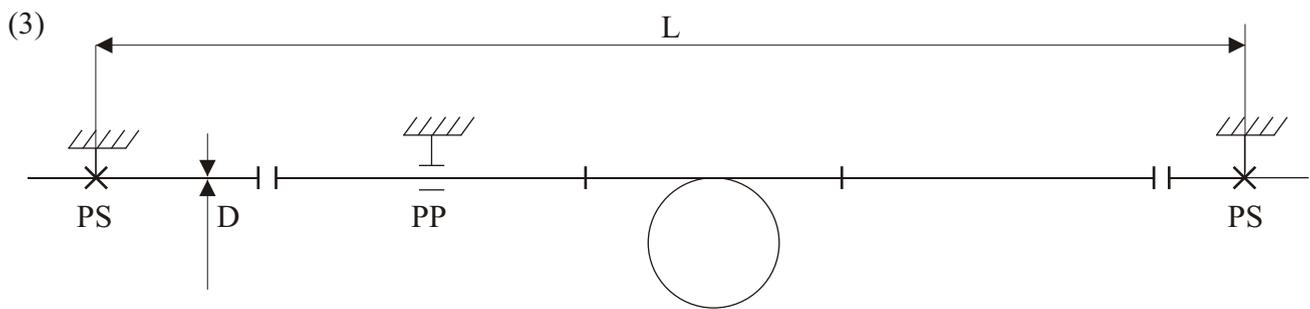
Ниже проиллюстрированы способы компенсации водопровода с помощью искривления пути(1), вмонтирования U-профильного компенсатора(2) и компенсационной петли(3).

(1)



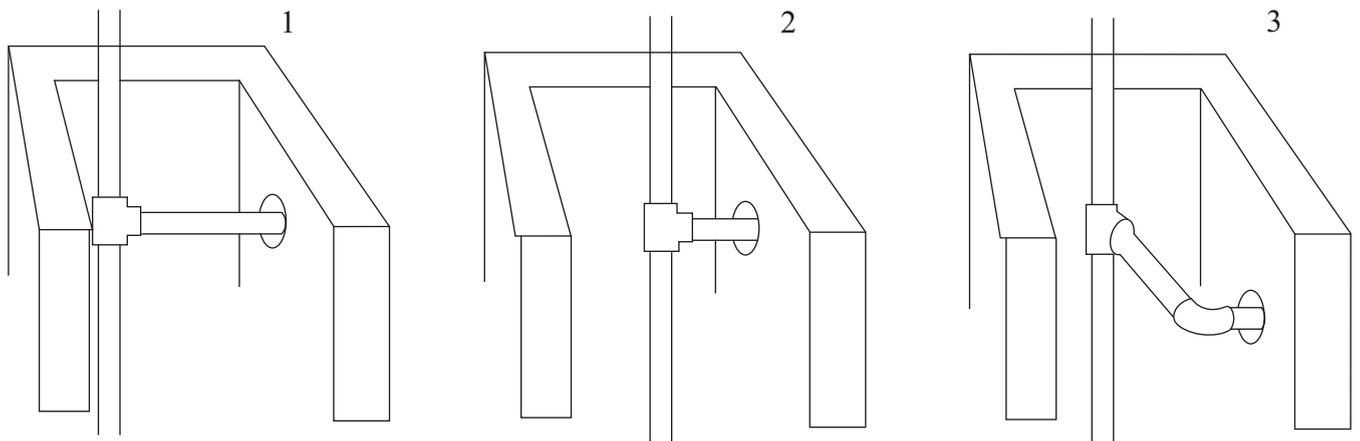
(2)





Компенсационная петля как готовый элемент для вмонтирования может принимать удлинение величиной 7-10 см (подходит например для системы PP-R длиной 12 м при температуре 50°C). Прокладывая водопровод в стенных углублениях необходимо оставлять место на искривление трубы размещать так пункты крепления (стационарные и переносные), чтобы не нарушить искривлений.

При прокладывании труб в стенах важным моментом является учёт компенсации при подсоединении разветвлений к стояку. Это иллюстрирует рисунок ниже:



- 1 – месторасположение стояка в стенном углублении
- 2 – свободный проход через стену
- 3 – использование пружинистого плеча

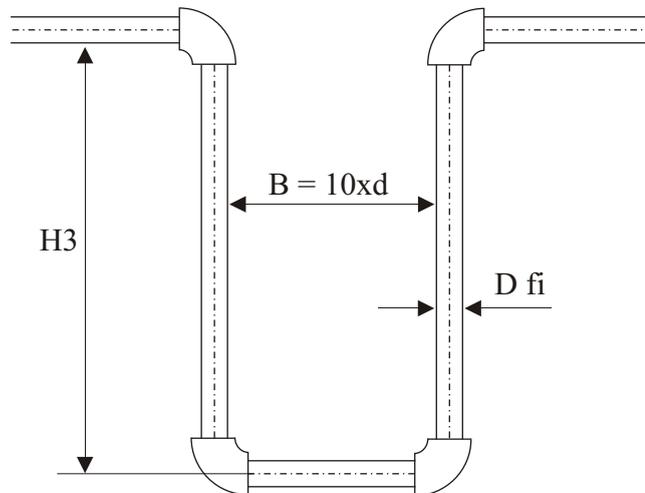
Подчёркнуто, что пружинистое плечо должно применяться так же в местах горизонтальных разветвлений.

6.4.3. Способ расчетов и расчет компенсаторов

Из вышепоказанных иллюстраций следует, что для соответствующей компенсации водопровода большое значение имеет правильное размещение пунктов крепления.

Стационарные опоры (PS) определяют длину водопровода, который деформируется на l . Переносные опоры (PP) должны быть расположены так, чтобы не тормозить работы компенсатора (тип. расстояние от места искривления пути $>M_s$).

U-профильный компенсатор представлен на рисунке ниже.



Где:

M_s - пружинистое плечо компенсатора

d - внешний диаметр трубы

Правильный U-профильный компенсатор находится в середине отрезка между стационарными опорами и имеет центрально расположенное стационарное крепление.

Длина пружинистого плеча компенсатора:

$$M_s = c \cdot \sqrt{d} \cdot l \cdot mm$$

Где:

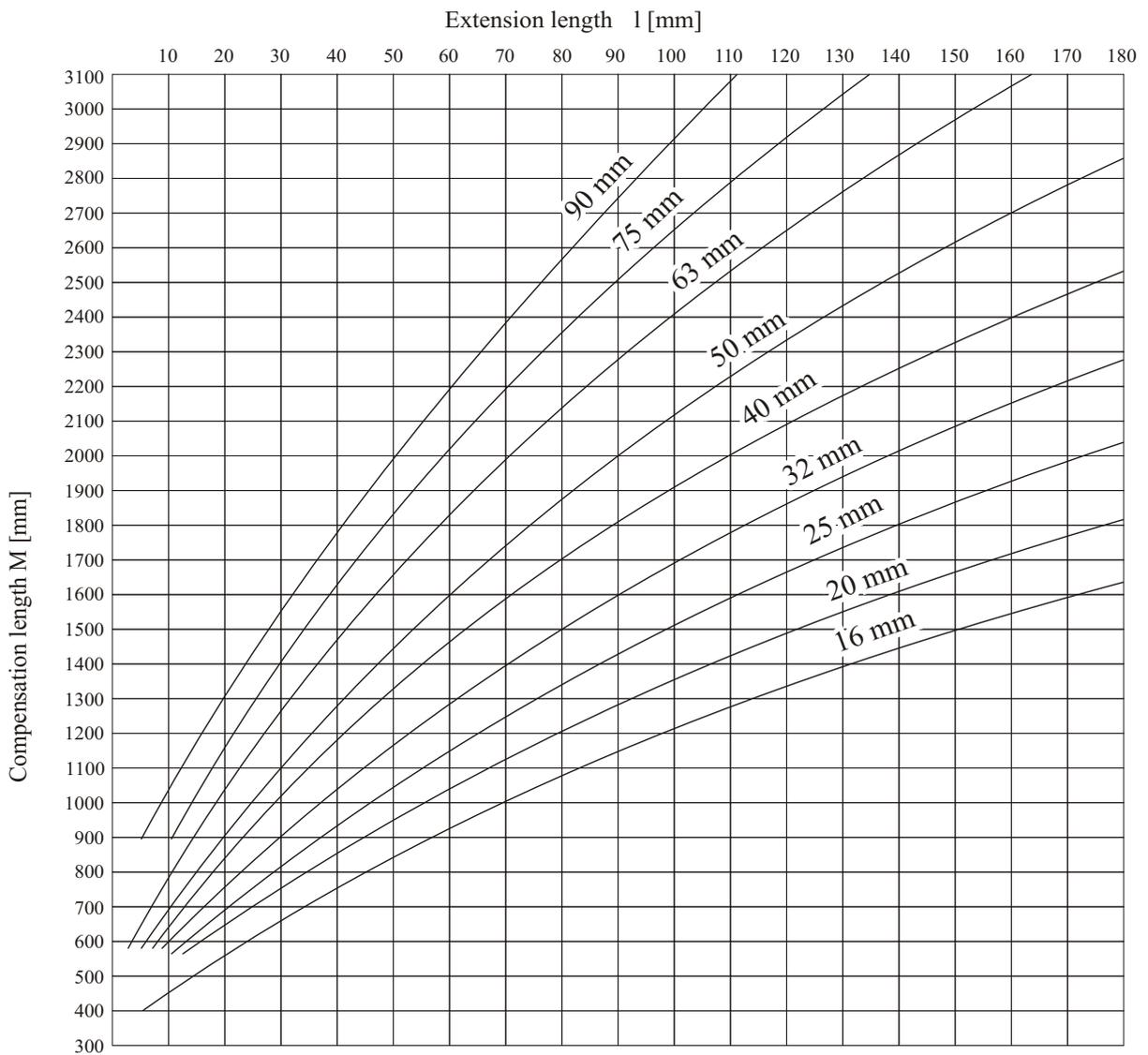
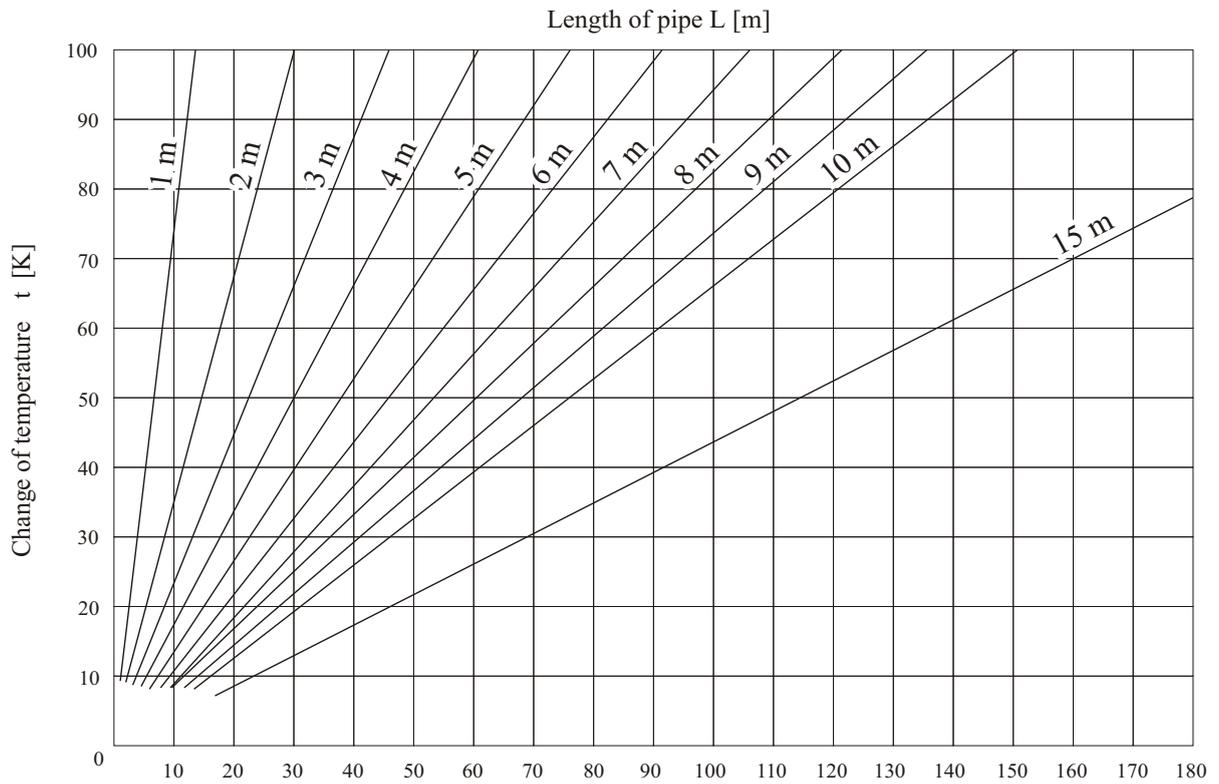
c - постоянная, зависящая от материала (для PP-R $c=30$)

d - внешний диаметр

l - удлинение

Ширина компенсатора B должна быть по меньшей мере равна величине $10xd$.

Для определения размеров компенсатора можно использовать приложения-чертежи.



7. Монтаж

7.1. Основы монтажа водопровода

Сантехническую проводку из полипропилена можно прокладывать:
по стенам зданий,
в каналах водопроводных,
в чердачных и подвальных пустотах.

7.2. Виды используемых соединений

1. Свариваемые:

- муфтовые (используются фасонные муфты для сварки),
- встык (без фасонных муфт).

2. Нарезные:

- сгоны с нарезанной в пластике резьбой,
- сгоны с вплавленной металлической резьбой.

7.3. Указания по монтажу

Прокладку водопровода через строительные перегородки(перекрытия, несущие стены) необходимо осуществлять в предохраняющих втулках РСУ, выступающих на 2 см с обеих сторон перегородки и наполненных эластичным уплотнителем, не мешающим работе трубы.

Обращать внимание, чтобы места сварки находились за перегородкой.

Помнить, что выгоднее прокладывать водопровод в стенных углублениях, либо в шахтах, а не поверху стен.

В углублениях обворачивать трубы обёрточной бумагой для образования свободного места под штукатуркой(глухое бетонирование увеличивает напряжение в материале труб, уменьшая их прочность).

Стационарные крепящие опоры размещать в местах наибольшего отягощения - например при водомерах, кранах, либо в пунктах разветвления.

Оберегать трубы от непосредственного воздействия солнечных лучей и механических повреждений.

7.4. Крепление водопровода

7.4.1. Трубы горизонтальные

Водопровод из полипропилена следует крепить к элементам конструкции здания с помощью стационарных и передвижных опор. Расстояние между отдельными опорами должно быть подобрано с учётом гарантированной компенсации водопровода.

Расположение стационарных опор зависит от размещения компенсаторов и требуется в пунктах забора воды. Отдалённость между передвижными опорами зависит от температуры жидкости и наружного диаметра трубы. Допустимая максимальная отдалённость опор для труб, проложенных горизонтально показана в таблице 7 Для стабильных труб отдалённость между опорами показана таблице 8.

Таблица 7. Отдалённость между передвижными опорами (в см) для труб из полипропилена, проложенных горизонтально.

d (mm)	Distance l in cm with temperature of water flow in °C						
	20	30	40	50	60	70	80
16	75	70	70	65	60	60	55
20	80	75	70	70	65	60	60
25	85	85	85	80	75	75	70
32	100	95	95	90	85	80	75
40	110	110	105	100	95	90	85
50	125	120	115	110	105	100	90
63	140	135	130	125	120	115	105
75	155	150	145	135	130	125	115

Таблица 8. Отдалённость между передвижными опорами (в см) для труб из полипропилена, стабилизированных алюминиевой вкладкой, проложенных горизонтально.

Outside diameter Dz (mm)	Water temperature °C					
	20	30	40	50	60	80
16	125	120	120	110	110	90
20	135	125	120	120	110	100
25	145	145	145	135	125	120
32	170	160	160	150	145	125
40	185	185	180	170	160	145
50	210	205	200	185	180	150
63	235	230	220	210	200	180
75	250	245	235	225	210	190
90	265	260	250	240	230	210
110	270	265	255	245	235	215

7.4.2. Трубы вертикальные

Основы крепления труб, проложенных вертикально примерно такие же, как и у труб горизонтальных. Для водопроводных стояков отдалённость между опорами можно увеличить примерно на 30%. В разветвлениях на отдельных уровнях следует применять компенсаторы. Если способ прокладки водопровода позволяет на искривление труб, то можно обойтись без компенсаторов.

Расположение постоянных опор требуется при разветвлении от стояка на каждом уровне, а также в пунктах забора воды.

7.4.3. Монтаж вентиляей

В случае монтажа вентиляей необходимо применять двойное крепление труб - по обе стороны от вентиля, поскольку арматура является большой тяжестью для труб из полипропилена. Хорошим выходом может быть размещение стационарной опоры в месте расположения вентиля (особенно это касается малых диаметров).

7.4.4. Изоляция водопровода

Системы, изготовленные из полипропилена тип 3 характеризуются лучшими изоляционными свойствами, чем традиционные материалы (сталь, медь). Несмотря на это необходимо их изолировать по следующим причинам:

по причине скапливания конденсата и повышения температуры проходящей воды - касается систем водопровода с холодной водой,

по причине понижения температуры проходящей воды - касается систем водопровода с горячей водой.

Для расчета толщины изоляции следует применять норму PN-85/B-02421

При использовании покрытий из полиуретановой пенки ($\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$) можно применять толщину изоляции, составленную в таблице 9.

Таблица 9. Составление толщины изоляции в зависимости от температуры проходящей воды и диаметра трубы.

d_2	c.w. 55 °C	c.o. 70 °C
16	10	11
20	10	11
25	11	11
32	12	12
40	13	13
50	15	15
63	16	17
75	17	18

Обозначения:

d- диаметр трубы

c.w.- горячая вода

c.o.- центральное отопление

Необходимо обращать внимание, чтобы изоляция не ограничивала компенсации водопровода в местах изгибов.

7.4.5. Контроль температуры

Внимание! Система горячей воды должна быть оборудована датчиком контроля температуры.

8. Соединение труб и стенов из полипропилена PP-R тип 3

8.1. Сварка при помощи фасонных муфт

Трубы и стенов из PP-R соединяют методом сварки с использованием фасонных муфт (полифузия) при помощи специальных нагревательных сварочных аппаратов, предназначенных для этих систем.

8.2. Последовательность сварки

8.2.1. Подготовка к работе сварочного аппарата

концы соединяемых элементов вставить в наконечник сварочного аппарата таким образом, чтобы они полностью прилегали к поверхности сварочного аппарата, подсоединить сварочный аппарат к электросети, включить (засветится лампочка), нагреть соединяемые концы до температуры $360 \pm 10^\circ \text{C}$ (лампочка погаснет).

8.2.2. Подготовка соединяемых элементов

старательно обрезать трубы, перпендикулярно к оси, без заусениц, обозначить на трубе глубину сварки (таблица 10), обтереть концы трубы чистой тряпкой (либо спиртовым раствором), в случае использования труб STABI с алюминиевой вкладкой, зачистить от алюминия участок трубы, который будет свариваться.

8.2.3. Сварка

одновременно вставить трубу в наконечник сварочного аппарата и надеть сгон на стержень другого наконечника до упора, нагреть, согласно таблицы 10 (до размягчения элементов), одновременно снять разогретые элементы и старательно, без прокручивания, соединить до обозначенной глубины, держать без движения необходимое количество времени (таблица 10), используя момент для небольших поправок в случае отклонения от оси, по истечении времени сварки соединение не деформируется, но окончательную прочность получит лишь после полного охлаждения, т.е. после примерно 2 часов.

Таблица 10. Параметры операции сварки с использованием сварочных аппаратов по DVS 2207

Outside diameter d_z (mm)	Depth of weld (mm)	Pre-heating time (s)	Welding time (s)	Cooling time (min)
16	13,0	5	4	2
20	14,5	5	4	2
25	16,0	7	4	2
32	18,0	8	6	4
40	20,5	12	6	4
50	23,5	18	6	4
63	27,5	24	8	6
75	30,0	30	8	6

Внимание:

нарезку труб осуществлять с помощью фирменных ножей для труб из искусственных материалов,
не использовать повторно испорченных частей после неудачной сварки,
при низкой окружающей температуре продолжительность сварки увеличить примерно на 50%,
использовать только фирменные сварочные аппараты,
в случае использования труб разновидности PN 10, время сварки сократить примерно на 30% от времени, предложенного в таблице 10.

9. Испытания на герметичность

9.1. Предварительная проверка

Предварительная проверка на герметичность проводится под давлением в 1,5 раза выше рабочего давления (не превышая величины $P_N + 5 \text{ Bar}$), поддерживая постоянную температуру воды в системе. Измерение давления проводится в самом высоком пункте системы. Поочередно, в течении 10 минут измеряем и устанавливаем давление. Проверка длится 30 минут. Ещё через 30 минут после завершения предварительной проверки давление не должно упасть больше, чем на 0,6 Bar и не должно быть подтёков.

9.2. Основная проверка

После окончания предварительной проверки в течении 2 часов (в часовых промежутках) наблюдать за снижением рабочего давления. При последнем измерении давление не должно упасть ниже чем на 0,2 Bar.

9.3. Проверка на герметичность в рабочих условиях

Для систем горячей воды проводится очередная проверка в нормальных условиях работы, т.е. с водой соответствующей температуры, так называемая горячая проба. Проверяется поведение стационарных креплений и компенсаторов. После окончания проверки составляется протокол.

10. Складирование и транспортировка изделий

Трубы и соединительные элементы должны храниться в крытом сухом, чистом помещении, предохраняющем от непосредственного воздействия атмосферных осадков, солнечных лучей, пыли.

Не складировать в одном помещении с органическими растворителями, изделиями, содержащими растворители и другими химикатами.

Изделия из полипропилена размещать вдали от носителей тепла, а температура помещения не должна превышать $+40^\circ \text{C}$.

Отдельные виды изделий должны храниться отдельно и рассортированы по видам, размерам, диаметрам; соединительные элементы упаковать в целлофановые мешки, трубы связать.

Во время хранения изделия не могут быть подвержены деформациям.

Трубы складировать на плоской поверхности (пип.О,10 м, тах.О,60 м над поверхностью пола).

Максимальная отдалённость подставок под трубы:

для диаметров 16-32 мм - 0,25 м

для диаметров 40-Т5 мм - 0,50 м.

При транспортировке не нарушать упаковки изделий.

Транспортировка изделий без упаковки должна быть очень осторожной.

Трубы нельзя бросать, бить, тянуть.

При низкой температуре окружающей среды (около 0° С), в виду увеличения хрупкости изделий из полипропилена, соблюдать особую осторожность при транспортировке.