



Трубопроводная система AVF
и ее применение в системах отопления
и водоснабжения

Техническое
руководство

Трубопроводная система AVF

Краткое описание	2
Область применения трубопроводной системы AVF	2
Размеры труб AVF	2
Материал труб AVF	2
Газопроницаемость труб AVF	3
Проектирование полимерных трубопроводов. Общие положения	4
Условия эксплуатации труб AVF	6
Правила обращения с трубами AVF	6
Маркировка труб AVF	7

Монтаж трубопроводной системы AVF.**Техника соединений с помощью подвижной гильзы**

Преимущества соединений с подвижной гильзой	8
Общие положения техники выполнения соединений	8
Последовательность рабочих операций при выполнении соединений	8
Демонтаж соединения с подвижной гильзой	10
Переход на трубопроводы из других материалов	10
Защита от коррозии	10

Проектирование систем водоснабжения и отопления

Варианты прокладки трубопроводов внутри зданий	11
Температурное удлинение труб AVF и его компенсация ..	11
Тепловая изоляция трубопроводов систем водоснабжения и отопления	13
Тепловая изоляция трубопроводов холодного водоснабжения	13
Тепловая изоляция трубопроводов горячего водоснабжения и отопления	13
Основные положения гидравлического расчета	14

Указания по проектированию систем водоснабжения

Гигиена систем питьевого водоснабжения	15
Подключение санитарно-технических устройств	15
Коллекторы AVF из нержавеющей стали для водоснабжения	16
Подключение санитарно-технической арматуры	18
Основные положения гидравлического расчета систем водоснабжения	19
Таблица потерь давления в системах водоснабжения для труб AVF 16-63 мм	20

Основы проектированию систем отопления	22
---	-----------

Рекомендации по проектированию систем отопления

Варианты поэтажной разводки системы отопления	25
Варианты подключения отопительных приборов	26
Коллекторы AVF из нержавеющей стали для систем отопления	30
Коллекторы AVF из нержавеющей стали для систем отопления с расстоянием между отводами 100 мм (собирается на заказ)	32

Рекомендации по проектированию

водяных теплых полов	34
Таблицы для расчета теплых полов	36
Пример расчёта теплых полов в программе AVFCO 3.8	38
Коллекторы AVF для теплых полов	39

Подогрев открытых площадок – рекомендации по проектированию

42	
Шкафы AVF для монтажа коллекторов	44
Таблица потерь давления для труб AVF 16–63 мм в системах отопления	46

Испытания смонтированных систем

Гидравлическое испытание системы отопления	53
Тепловое испытание системы отопления	53
Гидростатические испытания систем холодного и горячего водоснабжения	53
Промывка систем холодного и горячего водоснабжения	54
Особенности испытаний систем, выполненных из полимерных трубопроводов	54

Приложения

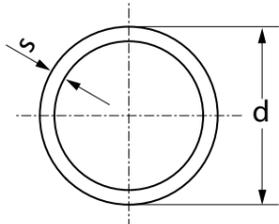
Таблица стойкости труб AVF к воздействию химических реагентов	54
Список литературы	55
Объекты, в которых применена трубопроводная система AVF	56
Сертификаты	60

Трубопроводная система AVF

Краткое описание

Трубопроводная система AVF состоит из труб, изготовленных из сшитого полиэтилена, и аксиальных фитингов. Соединения элементов системы выполняются с помощью подвижных гильз. Фитинги и гильзы изготовлены из латуни, стойкой к вымыванию цинка, и допущены к применению в системах питьевого водоснабжения. Технология монтажа с подвижными гильзами давно зарекомендовала себя с самой лучшей стороны и предлагает несколько преимуществ:

- » срок службы более 50 лет;
- » получаемое неразъемное соединение можно заделывать в монолитные конструкции, лючки для доступа и обслуживания не требуются;
- » технология выполнения соединения



Размеры труб AVF

Таблица 1

Наружный диаметр D, мм	16	20	25	32	40	50	63
Радиус изгиба, мм (5 x D)	80	100	125	160	200	250	315
Область применения / цвет	Водоснабжение / белый						
Толщина стенки s, мм	2,2	2,8	3,5	4,4	5,5	6,9	8,6
Внутренний диаметр, мм	11,6	14,4	18	23,2	29	36,2	45,8
Вес трубы, кг/пог. м	0,097	0,152	0,237	0,381	0,593	0,926	1,46
Внутренний объем, дм ³ /пог. м	0,106	0,163	0,254	0,423	0,661	1,029	1,647
Область применения / цвет	Отопление / серый						
Толщина стенки s, мм	2,2	2,8	3,5	4,4	5,5	6,9	8,6
Внутренний диаметр, мм	11,6	14,4	18	23,2	29	36,2	45,8
Вес трубы, кг/пог. м	0,097	0,152	0,237	0,381	0,593	0,926	1,46
Внутренний объем, дм ³ /пог. м	0,106	0,163	0,254	0,423	0,661	1,029	1,647

проста, обеспечивает высокую скорость монтажа;

- » соединение, при котором фитинг вставляется в предварительно расширенную трубу и обладает достаточно большим внутренним сечением, в сравнении с другими технологиями монтажа позволяет снизить гидравлические потери на местные сопротивления, следовательно, использовать насосы меньшей мощности, стоимости, с меньшими расходами на электроэнергию.

К достоинствам трубопроводной системы AVF можно отнести следующие свойства, определяемые материалом труб:

- » малый вес;
- » прекрасные гигиенические показатели;
- » отсутствие коррозии и склонности к образованию отложений на внутренних стенках;
- » хорошая компенсация гидравлических ударов.

Область применения

Трубопроводная система AVF предназначена для монтажа внутреннего инженерного оборудования зданий. Трубы белого цвета применяются в системах холодного и горячего водоснабжения, для систем радиаторного отопления и "теплых полов" используются трубы с дополнительным слоем защиты от диффузии кислорода из атмосферы через стенки к теплоносителю.

Материал труб AVF

Сшитый полиэтилен представляет собой особую разновидность одного из самых распространенных полимерных материалов – полиэтилена. Структура полиэтилена представляет собой хаотично расположенные молекулярные цепочки, для каждой из которых средняя длина превосходит поперечное сечение почти в 5000 раз. Процесс сшивки полиэтилена заключается в создании дополнительных межмолекулярных связей с образованием аморфных и кристаллических обла-

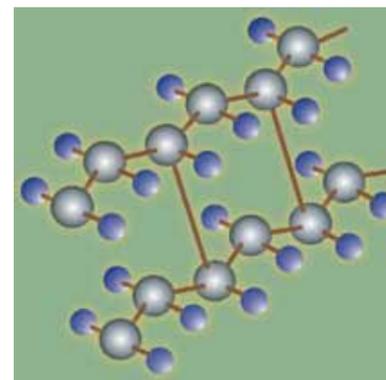


Рис. 1. Сшитый полиэтилен

стей. Такие связи образуют пространственную решетку между длинными молекулярными цепочками полиэтилена и радикально улучшают его длительные механические свойства. Особенно улучшаются такие показатели материала, как прочность и устойчивость к старению при повышенных температуре и давлении, прочность на разрыв, надрез и истирание. Сшивка полиэтилена, из которого изготовлены трубы системы AVF, происходит одновременно с их экструзией при высоких температуре и давлении с добавлением пероксидов. Получаемый таким способом материал обозначается PE-Xa. Кроме улучшенных прочностных характеристик, сшитый полиэтилен PE-Xa обладает и другими положительными качествами, свойственными полиэтилену. Среди них хорошие диэлектрические показатели и устойчивость к воздействию большого количества химических реагентов (см. таб. 2). По показателям пожарной опасности сшитый полиэтилен относится к классу В2 по ГОСТ 30402-96 – нормально воспламеняемый. При горении сшитого

полиэтилена не образуется вредных для здоровья веществ, только углекислый газ и водяной пар.

Газопроницаемость труб AVF с защитным слоем

Полимерные трубы являются газопроницаемыми. Внутри трубы из окружающего воздуха постоянно проникает кислород. Скорость поступления кислорода из воздуха в теплоноситель через стенки трубы измеряется в граммах кислорода на м³ внутреннего объема труб за сутки. Незащищенные полимерные трубы пропускают при 40 °С более 5 грамм кислорода в сутки на каждый кубический метр своего объема. За 200 дней работы системы отопления теплоноситель обогатится кислородом в количестве более 1 кг/м³. Следствием этого процесса является

коррозия незащищенных стальных элементов систем отопления, контактирующих с водой, и "завоздушивание" верхних точек системы. Для предотвращения этих явлений, препятствующих нормальной работе систем водяного отопления, в конструкции трубы предусматривают дополнительный защитный слой из материала, уменьшающего диффузию кислорода. В трубах AVF этот слой выполнен из этиленвинилалкоголя и обеспечивает снижение проницаемости кислорода через стенки трубы ниже допустимого по ISO 21003 значения 3,6 мг/м²сут. Такое ограничение соответствует, например, всего лишь однократному за отопительный период заполнению системы неподготовленной водой с растворенным в ней кислородом.

Таблица 2

Характеристика материала	Условия	Значение	Норматив
Плотность		0,93 г/см ³	DIN 53479
Модуль упругости		< 600 Н/мм ²	DIN 53457
Напряжение растяжения	при 20 °С	≥ 17 Н/мм ²	DIN 53455
	при 80 °С	> 7 Н/мм ²	
Прочность на разрыв	при 20 °С	> 24 Н/мм ²	DIN 53455
	при 80 °С	18-20 Н/мм ²	
	при 140 °С	1,6-2,0 Н/мм ²	
Максимальное растяжение	при 20 °С	≥ 400 %	DIN 53455
	при 80 °С	≥ 400 %	
	при 140 °С	≥ 250 %	
Ударная вязкость образца с надрезом	при 20 °С	не ломается	DIN 53453
	при - 20 °С	не ломается	
Теплопроводность		0,41 Вт/м · К	DIN 52612
Коэффициент линейного теплового расширения	при 200 °С	1,4 · 10 ⁻⁴ К ⁻¹	DIN 42328
	при 1000 °С	2,0 · 10 ⁻⁴ К ⁻¹	
Удельное сопротивление		> 10 ¹⁸ Ω · см	DIN 53482
Удельная теплоемкость		2,3 кДж/кг · К	DIN 51005

Проектирование полимерных трубопроводов. Общие положения

В последние десятилетия полимерные материалы нашли самое широкое применение практически во всех отраслях, в том числе в строительстве. Важной особенностью полимеров является ярко выраженный эффект старения, заключающийся в снижении прочности с течением времени. Большое влияние на старение оказывает температура, с ее ростом снижение прочности усиливается. В отличие от других материалов, например металлов, для применения полимеров в качестве конструкционного материала нужно исходить именно из характеристик длительной прочности в предполагаемых условиях эксплуатации. Государственный стандарт определяет максимальный срок службы трубопроводов из полимерных материалов не менее 50 лет.

В соответствии с ГОСТ Р 32416-2013 г. по диаграмме на рис.3 можно определить максимальное рабочее давление для разных температурных режимов эксплуатации, а так же срок службы трубы при заданных условиях эксплуатации.



Рис. 2. Конструкция трубы с защитным слоем

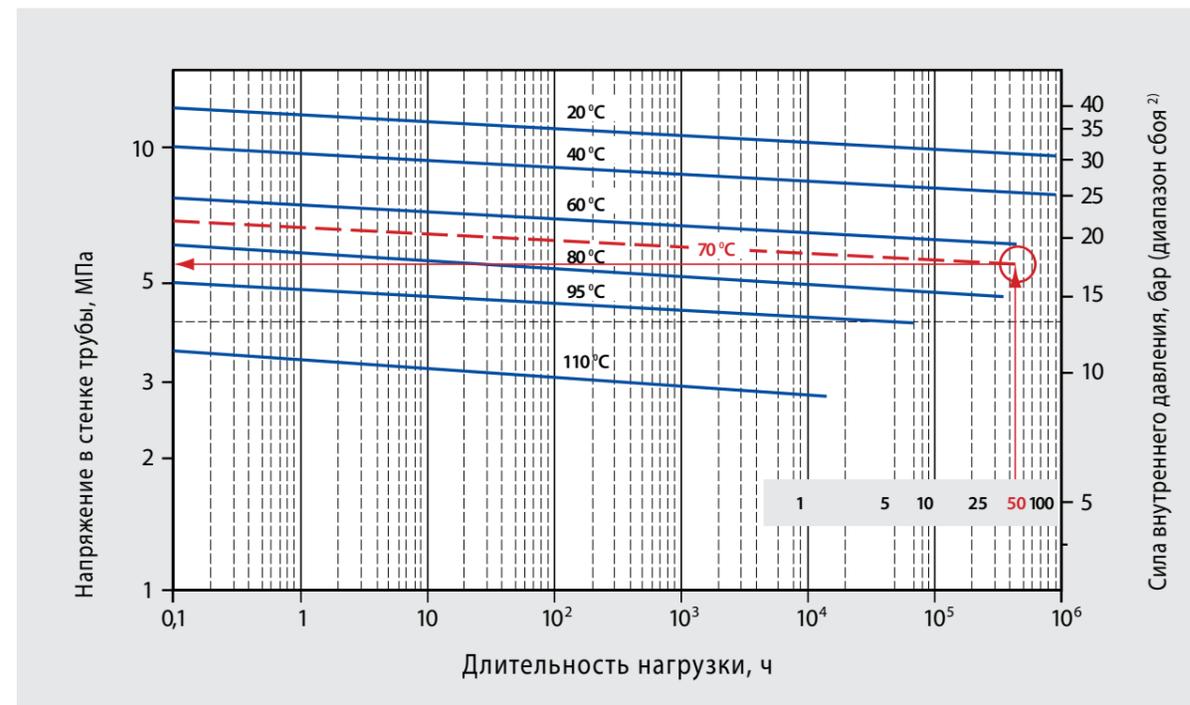


Рис. 3. Диаграмма длительной прочности PE-Xa

Классы эксплуатации труб PE-Xa по ГОСТ Р 32416-2013 г.

Таблица 3

Класс	$T_{\text{раб}}$, °C	Время при $T_{\text{раб}}$, лет	$T_{\text{макс}}$, °C	Время при $T_{\text{макс}}$, лет	$T_{\text{авар}}$, °C	Время при $T_{\text{авар}}$, час	Типичная область применения
1 ¹⁾	60	49	80	1	95	100	Горячее водоснабжение (60 °C)
2 ¹⁾	70	49	80	1	95	100	Горячее водоснабжение (70 °C)
4 ²⁾	20	2,5	70	2,5	100	100	Теплые полы, радиаторное отопление
	40	20					
	60	25					
5 ²⁾	20	14	90	1	100	100	Высокотемпературное радиаторное отопление
	60	25					
	80	10					

Примечания:

$T_{\text{раб}}$ – рабочая температура транспортируемой среды.

$T_{\text{макс}}$ – максимальная рабочая температура, время действия которой ограничено в течение срока службы.

$T_{\text{авар}}$ – аварийная температура – наивысшая допустимая температура, кратковременно возникающая в трубопроводе в аварийных ситуациях при выходе из строя систем регулирования.

1) Класс эксплуатации 1 или 2 выбирается в соответствии с действующими национальными нормами.

2) Для класса эксплуатации, предусматривающего комбинацию рабочих температур, соответствующие значения их продолжительности суммируются, например, для класса 5 предусмотрены последовательные значения 20 °C в течение 14 лет, 60 °C в течение 25 лет, 80 °C в течение 10 лет, 90 °C в течение 1 года, в сумме приводящие к расчетному сроку службы 50 лет.

Условия эксплуатации труб AVF

Таблица 4

Размеры труб				Условия эксплуатации							
				Класс 1		Класс 2		Класс 3		Класс 4	
D, мм	s, мм	S	SDR	T _{макс.} , °C	P, бар						
16	2,2	3,2	7,4	80	10	80	10	70	10	90	10
20	2,8	3,2	7,4	80	10	80	10	70	10	90	10
25	3,5	3,2	7,4	80	10	80	10	70	10	90	10
32	4,4	3,2	7,4	80	10	80	10	70	10	90	10
40	5,5	3,2	7,4	80	10	80	10	70	10	90	10
50	6,9	3,2	7,4	80	10	80	10	70	10	90	10
63	8,6	3,2	7,4	80	10	80	10	70	10	90	10

Правила обращения с трубами AVF

При перевозке, складировании, использовании в монтаже труб AVF необходимо соблюдать следующие правила:

- » погрузочно-разгрузочные работы выполнять аккуратно, не волочить трубы, предохраняя их от механических повреждений;
- » складировать трубы на ровном основании, без острых выступов;
- » защищать трубы от загрязнения, попадания на них пыли, строительного

раствора, жиров, масел, красок, растворителей, химических реагентов, влаги и т. п.;

- » предохранять трубы от длительного воздействия солнечного света, ускоряющего процесс старения полимеров (не более 3 месяцев);
- » учитывать гигиенические требования (защищать от грязи внутреннюю поверхность труб, фитингов и т. п.).

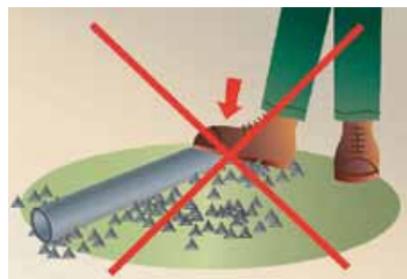


Рис. 4. Не допускается контакт с острыми предметами

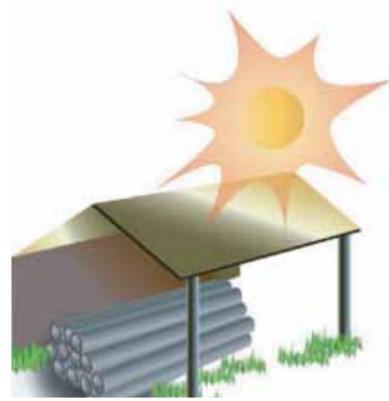


Рис. 5. Не допускается воздействие на трубы ультрафиолетового излучения

Маркировка труб AVF

Маркировка труб наносится на их поверхность с интервалом не более 1 м и последовательно включает в себя:

Материал труб	Назначение	Торговая марка	Стандартное размерное отношение	Номинальный наружный диаметр, мм	Номинальная толщина стенки, мм	Технические условия изготовителя	Рабочие параметры (давление и температура)	Номер партии	Дата изготовления	Метка длины, м
PE-Xa	THERMO (отопление, с защитным слоем) или AQUA (водоснабжение)	AVF	SDR 7,4	25 x 3.5	3.5	TU 2248-001-17105660-2008	1MPa - 95°C	xxx-xx-xxx	xx.xx.xx	xxxx
PE-Xa	AQUA	AVF	SDR 7,4	16 x 2.2	2.2		1MPa - 75°C			

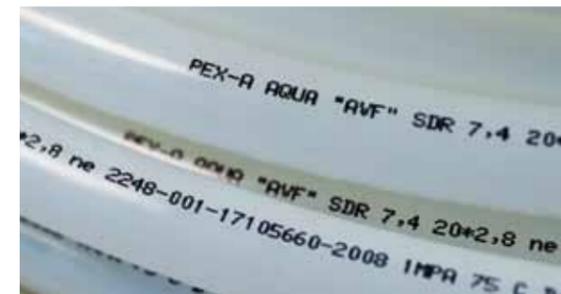


Рис. 6. Пример маркировки трубы «AVF» AQUA



Рис. 7. Пример маркировки трубы «AVF» THERMO

Материал фитингов

Фасонные части трубопроводной системы AVF изготовлены из специальной латуни, стойкой к вымыванию цинка, и соответствуют требованиям стандарта DIN EN 12543 (E). Данная марка латуни соответствует условиям применения в районах с повышенной коррозионной активностью питьевой воды. Такой водой является мягкая вода, склонная к активному образованию минеральных солей. Фитинги из специальной латуни не подвержены коррозии.

Надвижные гильзы, которые не входят в соприкосновение с водой, изготавливаются из термически отпущенной стандартной латуни M558. Термическая обработка применяется для повышения стойкости к образованию трещин, что соответствует требованиям DIN 50916.

Маркировка фитингов

Фасонные части для монтажа труб из сшитого полиэтилена с использованием подвижных гильз маркируются следующим образом:

Название фирмы-изготовителя	Наружный диаметр и толщина стенки присоединяемой трубы	Внутренняя коническая резьба	Наружная коническая резьба
AVF	16 x 2,2	Rp 1/2"	R 1/2"



Рис. 8. Пример маркировки фитингов

Монтаж трубопроводной системы AVF. Техника соединений с помощью подвижной гильзы

Преимущества соединений с подвижной гильзой

Соединения, выполненные с помощью подвижной гильзы, являются неразъемными и могут располагаться в толще штукатурки или стяжки без смотрового лючка. Конструкция соединения не предполагает наличия уплотнительных колец: материал трубы является уплотнением. Увеличенные сечения фитингов, для сопряжения с которыми трубу необходимо предварительно развальцевать, оказывают меньшее сопротивление потоку по сравнению с фитингами других конструкций.

Общие положения техники выполнения соединений

В основе техники соединения лежит так называемый "эффект памяти", которым обладает материал труб AVF. Этот эффект заключается в стремлении трубы вернуть свою первоначальную форму. Подвижная гильза одевает-



Рис. 10. Установка трубы с зазором в месте соединения

Последовательность рабочих операций при выполнении соединений

Резка труб

Резку труб необходимо выполнять аккуратно, под прямым углом к оси трубы, с помощью ножниц. (рис. 11)

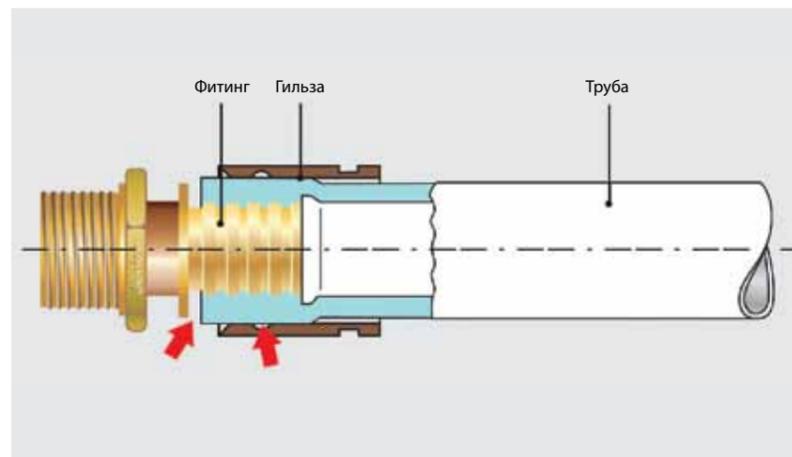


Рис. 9. Соединение в разрезе

ся на конец трубы таким образом, чтобы внутренняя фаска была обращена к месту соединения. Затем труба развальцовывается и стыкуется с фитингом. Труба в месте развальцовки сразу начинает уменьшать свой диаметр, обжимая фитинг. По этой причине расширение трубы следует выполнять непо-

средственно перед выполнением соединения. Трубу не следует стремиться надеть на фитинг до упора в бортик, оставляя небольшой зазор, максимальные размеры которого в зависимости от диаметра трубы указаны в таблице 5.

Таблица 5

Диаметр трубы AVF, мм	16	20	25	32	40	50	63
Максимальный зазор, мм	3,5	9	6,5	6	2	2	7



Рис. 11. Ножницы для резки труб



Рис. 12. Труба с гильзой

Развальцовка труб

Перед развальцовкой на трубу нужно надеть подвижную гильзу и отвести ее из зоны расширения трубы. Гильза должна находиться от края трубы на расстоянии, равном или превышающем удвоенную длину расширительной головки. (рис. 12–13)
Для труб диаметром до 32 мм можно пользоваться ручным расширителем. (рис. 14)



Рис. 14. Ручной расширитель

Выполняют развальцовку всегда в два приема с поворотом насадки расширителя на 30° с выдержкой трубы в полностью расширенном состоянии на инструменте в течение 5 с.
Для труб диаметром 40 мм и более используется расширительная насадка, устанавливаемая на привод. Использовать поврежденные расширительные насадки запрещается. (рис. 15)

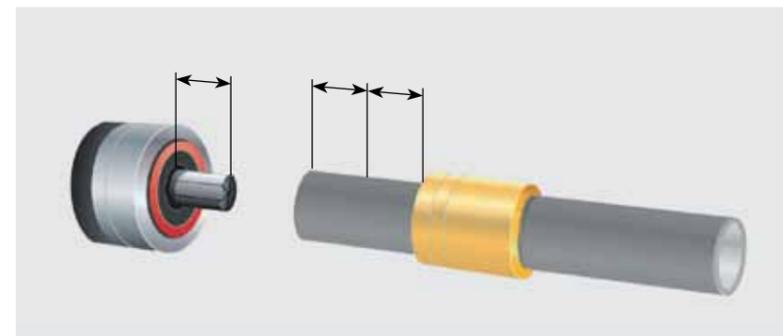


Рис. 13. Положение гильзы на трубе

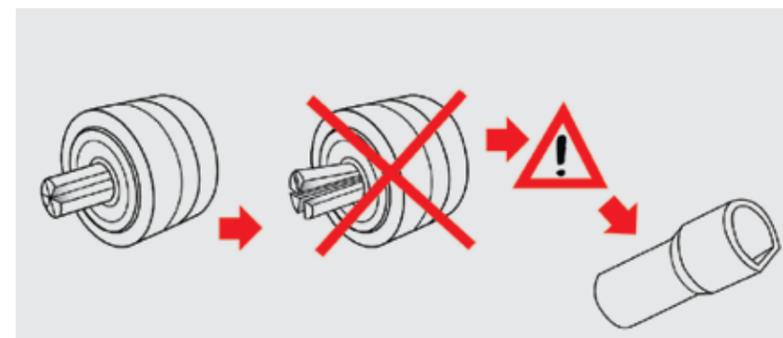


Рис. 15. Поврежденная расширительная насадка

Запрессовка подвижной гильзы

(рис. 16–19)



Рис. 16. Подготовка трубы и фитинга к запрессовке



Рис. 17. Начало запрессовки



Рис. 18. Окончание запрессовки



Рис. 19. Готовое соединение

Демонтаж соединения с подвижной гильзой

При выполнении ремонта или реконструкции участка трубопроводной сети фитинг можно демонтировать. Для этого место соединения необходимо прогреть строительным феном до температуры приблизительно 135 °С. При этой температуре труба из сшитого полиэтилена становится мяг-

кой. В горячем состоянии гильзы могут быть легко удалены с фитинга, повторному использованию они не подлежат. После охлаждения труба принимает первоначальную форму и размер. Это свойство может быть использовано также в случаях, когда после продолжительной эксплуатации при высоких температуре и давлении наружный диаметр трубы увеличился и не позволя-

ет надеть на трубу гильзу для последующей запрессовки. После прогрева и охлаждения участка трубы гильза сможет легко и беспрепятственно надеться на трубу.

Температура горячего воздуха на выходе из фена не должна превышать 500 °С. Прогрев трубы открытым пламенем приведет к ее повреждению.

Переход на трубопроводы из других материалов

При необходимости сопряжений труб AVF с участками трубопроводов из других материалов и арматурой следует использовать приварные или резьбовые переходы соответствующих диаметров.



Рис. 20. Переход с внутренней и наружной резьбами

Защита от коррозии

Наружная сторона фасонных частей не должна контактировать с водой, бетоном, гипсом, штукатуркой и другими материалами, вызывающими коррозию. Для этого необходимо изолировать место соединения, как показано на рисунке.



Рис. 21. Изоляция соединений

Проектирование систем водоснабжения и отопления

Варианты прокладки трубопроводов внутри зданий

Для трубопроводов из сшитого полиэтилена рекомендуется преимущественно скрытая прокладка в шахтах, каналах, штробах и т. д. Открытая прокладка допускается, например, в производственных и технических помещениях при условии, что трубопроводы защищены от механических воздей-

ствий и ультрафиолетового излучения (солнечного света).

Трубопроводная система AVF не накладывает каких-либо ограничений по способу прокладки благодаря технике соединений с подвижной гильзой.

При замоноличивании труб AVF рекомендуется прокладывать их в защитной трубе из полиэтилена или в тепловой изоляции с тем, чтобы не подвер-

гать пресс-соединения чрезмерным нагрузкам вследствие температурных расширений труб.

При пересечении трубами "теплого пола" деформационных швов, разделяющих смежные поля стяжки, в местах входа и выхода труб из стяжки необходимо использовать отрезки защитных труб.

Температурное удлинение труб AVF и его компенсация

Коэффициенты теплового расширения полимеров существенно выше по сравнению с металлами. Для сшитого полиэтилена этот показатель составляет в зависимости от температуры около 0,15 мм/м·К, то есть при нагреве от 20 до 87 °С относительное удлинение трубопровода составит 1% первоначальной длины. Последующее охлаждение трубы приведет к ее усадке. Таким образом, колебания температуры трубы сопровождаются заметными изменениями ее длины. Изменения длины участка трубы определяют по формуле:

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

Δl – температурное удлинение, мм,
 α – коэффициент расширения,
 L – длина трубы, м,
 ΔT – разница температур, К.
 или с помощью диаграммы (рис. 22).

При проектировании протяженных распределительных линий и стояков необходимо предусматривать возможность перемещения точек поворота трубопровода относительно неподвижных опор (рис. 23).

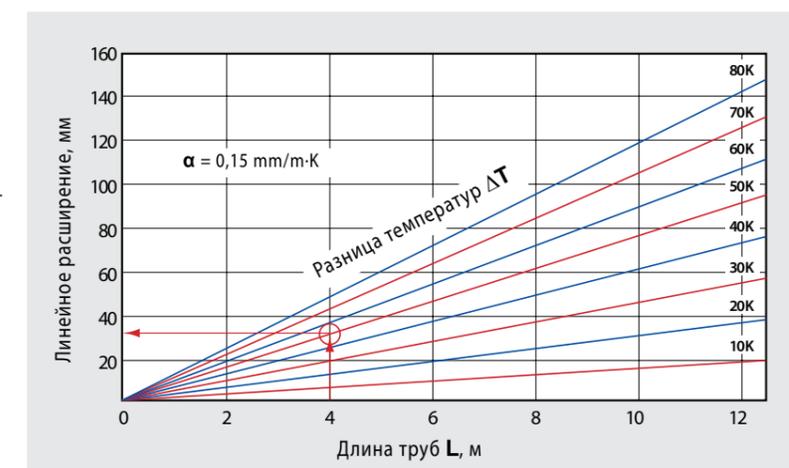


Рис. 22. Диаграмма тепловых удлинений

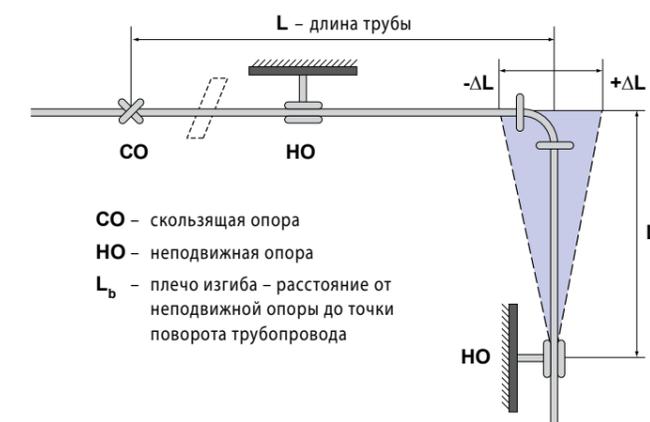


Рис. 23. Компенсация удлинений труб

Длина плеча изгиба должна составлять не менее

$$L_b = C \cdot \sqrt{DA \cdot \Delta I}$$

DA – наружный диаметр трубы, мм,
C – постоянная материала,
для PE-Xa C=12

ΔI – температурное удлинение, мм
Для определения длины плеча изгиба можно пользоваться диаграммой (рис. 24).

Естественная компенсация линейных удлинений возможна на отводах или поворотах трубы. При отсутствии на протяженном участке мест естественной компенсации необходимо предусматривать компенсационные петли (Г-образные или П-образные)

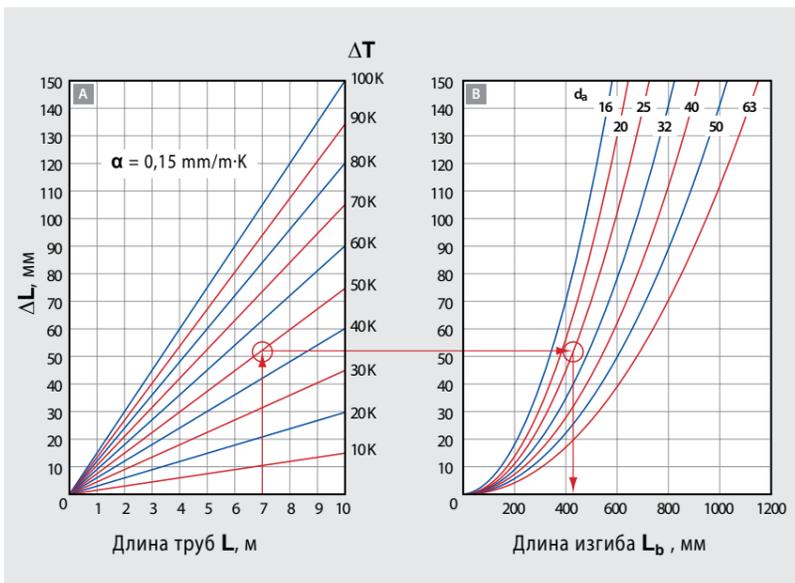


Рис. 24. Диаграмма для определения размеров компенсатора

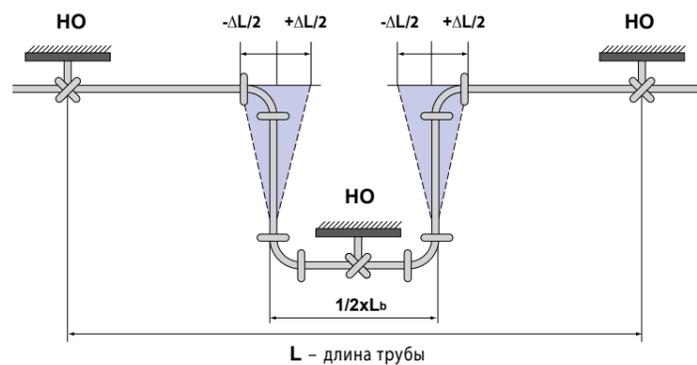


Рис. 25. П-образный компенсатор удлинений

Расстояние между точками крепления труб AVF зависит от диаметра и определяется по таблице 6.

Диаметр трубы D, мм	16	20	25	32	40	50	63
Расстояние между точками крепления, м	1,0	1,0	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5

Таблица 6

После заполнения трубопроводов водой горизонтальные участки между точками крепления провисают. Для предотвращения провисания труб рекомендуется их монтаж с помощью

фиксирующих желобов. В случае, когда металлические фиксирующие желоба плотно охватывают поверхность труб, их температурные удлинения значительно сокращаются.

Все точки крепления труб к строительным конструкциям могут быть выполнены с помощью обычных крепежных хомутов с резиновыми прокладками. Неподвижные опоры должны устанавливаться

лироваться с интервалом не более 6 м. Такая опора может быть выполнена с помощью двух хомутов, устанавливаемых на тройниках, угольниках и соединительных муфтах. Хомуты должны устанавливаться непосредственно перед подвижными гильзами, но ни в коем случае не поверх гильз. Никаких мероприятий по компенсации температурных удлинений не требуется при прокладке в каналах, шахтах, штробах или бороздах, если удлинение трубопровода может свободно компенсироваться его отклонениями от прямолинейной формы между неподвижными опорами, а также при монолитной прокладке труб в изоляции или защитной трубе в бетон или стяжку.



Рис. 26. Неподвижная опора с хомутами на тройнике

Тепловая изоляция трубопроводов систем водоснабжения и отопления
Изоляция трубопроводов должна выполняться с учетом требований по теплоотдаче, тепловосприятости, анти-

коррозионной и противопожарной защиты, строительной акустики. Выбор материала изоляции должен соответствовать цели применения.

Тепловая изоляция трубопроводов холодного водоснабжения

Трубопроводы холодного водоснабжения необходимо защищать от нагрева с тем, чтобы температура холодной воды в точке отбора не превышала 25 °С. Следует теплоизолировать трубы для предотвращения образования на них конденсата.

При обычных условиях эксплуатации в жилищном строительстве можно использовать изоляцию по таблице 7. Такой изоляции достаточно для предотвращения образования конденсата на поверхности трубопровода при температуре воды 10 °С. В случае дли-

тельного застоя воды в трубопроводе изоляция не сможет предотвратить ее нагрев.

Тепловая изоляция трубопроводов горячего водоснабжения и отопления

Для трубопроводов горячего водоснабжения и отопления могут использоваться положения по тепловой изоляции Предписания по энергосбережению EnEV (справочно) (таб. 8).

Таблица 7

Способ прокладки трубопровода	Толщина изоляции, мм при λ = 0,040 Вт/(м·К)
Свободно в неотапливаемых помещениях	20
Свободно в отапливаемых помещениях	9
В шахте, канале, штробе без теплоотдающих трубопроводов	20
В шахте, канале, штробе с теплоотдающими трубопроводами	13

Таблица 8

Тип трубопровода/арматуры	Толщина изоляции, мм при λ = 0,035 Вт/(м·К)
Внутренний диаметр до 22 мм	13–20
Внутренний диаметр 22 – 35 мм	13–20
Внутренний диаметр 35 – 100 мм	13–20
Внутренний диаметр свыше 100 мм	13–20
Трубопроводы и арматура пп. 1 – 4 в местах пересечения стен, скрещивания и соединения трубопроводов	13–20

Основные положения гидравлического расчета.

Движение воды внутри горизонтально проложенной трубы вызывается внешним воздействием. По аналогии с электричеством, когда к проводнику тока необходимо приложить разные электрические потенциалы для приведения электронов в упорядоченное движение, давление на входе в трубу без учета гидростатического давления должно превосходить давление на выходе из нее. В системах водоснабжения это довольно большие значения, поскольку необходимо не только прокачать воду через трубы и арматуру, но и поднять ее на требуемую высоту к точке водоразбора, а также обеспечить свободный напор на выпуске санитарно-технических устройств, позволяющий наслаждаться упругими струями воды из душевой сетки или быстро набрать воду в чайник. В замкнутых системах отопления перепады давления, создаваемые насосом, невелики и даже могут быть принудительно ограничены для обеспечения нормальной работы термостатической арматуры. В некоторых случаях можно и вовсе отказаться от насоса, когда достаточный перепад давления в системе отопления возникает вследствие разности плотности нагретой и охлажденной воды. Такие системы водяного отопления, называемые гравитационными, использовались до появления надежных и недорогих циркуляционных насосов. Их обязательными признаками являются увеличенный диаметр трубопроводов, обеспечивающий небольшие потери напора при движении воды, и разница отметок, на которых располагаются центр нагрева (котел) и центр

охлаждения (радиаторы), центр нагрева всегда находится внизу. Потери напора, возникающие при движении воды внутри трубы, складываются из потерь по длине и на местные сопротивления. В потерях по длине определяющими являются силы трения частиц жидкости о стенки трубы. Под местными сопротивлениями понимаются как фасонные элементы трубопровода, изменяющие направление движения, смешивающие или разделяющие поток жидкости (угольники, тройники), так и арматура. Для определения потерь напора лучше воспользоваться универсальной формулой Вейсбаха-Дарси:

$$h = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} = \xi \cdot \frac{v^2}{2g}$$

l – длина трубы, м,
 d – диаметры трубы, м,
 λ – коэффициент гидравлического трения,
 ξ – коэффициент местного сопротивления (коэффициент Дарси),
 v – скорость потока, м/с
 g – ускорение свободного падения = 9,8 м/с²

λ – коэффициент гидравлического трения для ламинарного потока:

$$\lambda = 64 / Re$$

λ – коэффициент гидравлического трения для турбулентного потока по универсальной формуле А.Д. Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \cdot \sqrt[4]{\Delta_3 / d + 68 / Re}$$

где Δ_3 – эквивалентная абсолютная шероховатость, для полимерных труб = 0,01 (в соответствии со СНиП 41-01-2003)

Если гидравлическое сопротивление представляет собой участок трубы

длиной l и диаметром d , коэффициент Дарси определяется по формуле:

$$\xi = \lambda \cdot l / d$$

Для каждого вида местных сопротивлений существуют свои зависимости для определения коэффициента ξ . Самыми распространенными местными сопротивлениями являются: внезапное сужение, внезапное расширение, поворот.

При внезапном расширении

$$\xi = (1 - S_1 / S_2)^2$$

Где S_1 и S_2 площади поперечного сечения трубы соответственно до и после расширения.

При внезапном сужении

$$\xi = (1 - S_1 / S_2) / 2$$

Коэффициент Дарси для поворота определяется по графическим зависимостям. Для поворота 45° $\xi = 0,6$. Для поворота 90° $\xi = 1$.

Коэффициент местного сопротивления в местах присоединения к арматуре принимается равным 1,5.

Указания по проектированию систем водоснабжения

Гигиена систем питьевого водоснабжения.

Питьевая вода высокого качества – одно из необходимых и важнейших условий нормальной жизнедеятельности человека. Системы распределения и подачи питьевой воды должны выполняться при проектировании и монтаже таким образом, чтобы достаточно высокое качество подготовленной питьевой воды не было снижено, например, загрязнениями, в том числе вызванными обратным потоком воды или контактом с материалами, непригодными для использования в элементах систем водоснабжения. Принципиальным является обеспечение возможности постоянного потока воды с тем, чтобы избежать ее застоя, самого угрожающего ее качеству процесса как с химической, так и с микробиологической точек зрения. Должны безусловно соблюдаться температурные режимы систем холодного и горячего водоснабжения для предупреждения возможного размножения болезнетворных микроорганизмов. Благоприятная среда для размножения болезнетворных бактерий в трубах создается при температуре от 25 до 55°C. Поэтому

для сохранения высокого качества воды необходимо стремиться к тому, чтобы ее температура в системе холодного водоснабжения ни в какой точке не превышала 25 °С, а в системе горячего водоснабжения и циркуляционных трубопроводах не опускалась ниже 55 °С.

Варианты подключения санитарно-технических устройств

Группа санитарно-технических приборов может подключаться к распределительным трубопроводам различными способами. Традиционное последовательное подключение приборов через тройники постепенно вытесняется применением коллекторов, позволяющих выполнить все присоединения целыми отрезками гибкой трубы одного диаметра, без промежуточных соединителей и фитингов. Преимуществом коллекторного подключения является независимость потребителей и возможность отключения одного из потребителей для ремонта или профилактических работ. При выборе конкретной схемы руководствуются соображениями комфорта и гигиены, расходом матери-

алов и скоростью монтажа. Исходными данными являются расположение, тип и количество санитарно-технической арматуры и предполагаемая частота водоразбора в каждой точке. Кроме действующих правил и нормативов, при проектировании необходимо также обратить внимание на соблюдение следующих положений:

- » максимально использовать располагаемый напор на потери в подводящих трубопроводах,
- » поддерживать высокую скорость течения воды,
- » исключать зоны застоя воды, закольцовывать редко используемые точки водоразбора.

Рассмотрим особенности применения некоторых схем подключения.

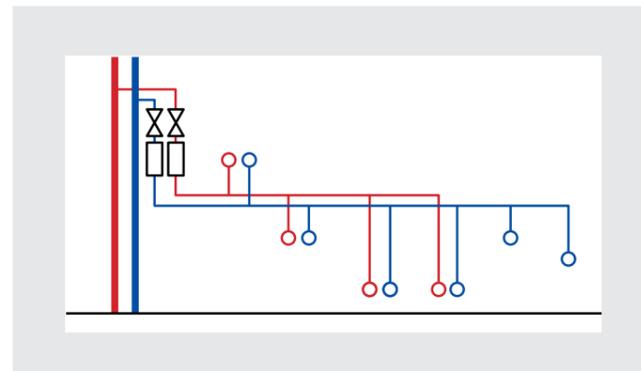
Тройниковая

☑ Преимущества:

- рациональный монтаж.

☒ Недостатки:

- возможны длительные периоды застоя воды,
- большие потери напора по сравнению с коллекторным подключением.



Коллекторная

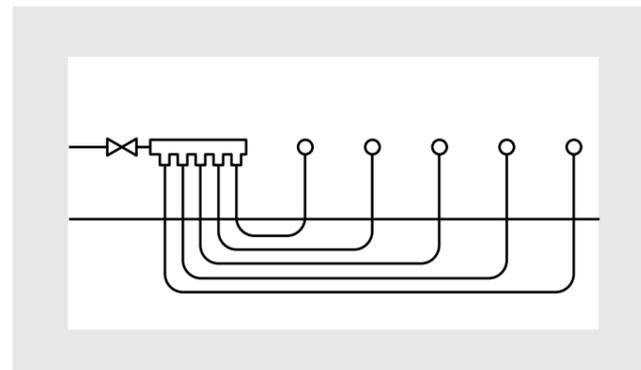
По этой схеме каждая точка водоразбора подключается отдельно к коллектору. Небольшое удаление точек водоразбора от коллектора и невысокий располагаемый напор определяют ее выбор.

☑ Преимущества:

- малый размер и объем труб,
- сниженные потери напора,
- пригодна для больших расходов воды,
- простой расчет и монтаж.

☒ Недостатки:

- возможны длительные периоды застоя воды,
- трубы и коллектор занимают много места.



Коллекторы AVF из нержавеющей стали* для водоснабжения

- Диаметр условного прохода 32 мм
- Подключение к распределительной сети с помощью накидной гайки 1"
- Подключение потребителей – наружная резьба 3/4" евроконус
- Расстояние между отводами 50 мм



Рис. 27.

Таблица 9

Кол-во отводов	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина коллектора, мм	135	190	245	300	355	410	465	520	575
Код	15-002202	15-002203	15-002204	15-002205	15-002206	15-002207	15-002208	15-002209	15-002210

Возможно изготовление коллекторов с межосевым расстоянием до 200 мм

*марка 1.4401 (AISI 316) – молибдено-содержащая нержавеющая сталь (области применения: химическая, нефтегазовая, медицинская, пищевая промышленности)

Фитинги для подключения труб Aqua AVF к коллектору



Рис. 28.

Резьбозажимные соединения

код	Размер	Комплектность
10522	G3/4" - 16x2,2	с гильзой
10523	G3/4" - 20x2,8	без гильзы



Рис. 29.

Переходник с накидной гайкой

код	Размер
10503	G3/4" - 16x2,2
10505	G3/4" - 20x2,8
10506	G3/4" - 25x3,5



Рис. 30.

Адаптер. Код 2 855 3401 00

конусные вставки в комплекте 2 шт.



Рис. 31.

Запорные шаровые краны на отводы коллекторов

код 2 256 1234 01

одиночное соединение прямое с накидной гайкой и евроконусом для подключения к коллектору и внутренней резьбой 1/2" для подключения к трубам



Рис. 32.

Фитинги с наружной резьбой для подключения к трубам Aqua AVF

код	Размер
10102	R1/2" - 16x2,2
10105	R1/2" - 20x2,8

Подключения санитарно-технической арматуры

Подключения санитарно-технических устройств выполняются с помощью настенных угольников. Для крепления угольников на стене предназначены различные кронштейны. Универсальные кронштейны представляют собой стальные металлические полосы с

отверстиями, позволяющими закрепить угольник на полосе в различных положениях, с подводом трубы сверху, снизу или под углом 45°. Отверстия для крепления полос выполнены овальными для возможности юстировки их положения, в отверстиях для установки угольников нарезана резьба М6. Кронштейны можно обрезать и

гнуть по месту, что позволяет использовать их в самых разных случаях. На кронштейнах можно устанавливать также проходные настенные угольники и тройники.



Рис. 33. Двойной Z-образный кронштейн с расстоянием 80 или 150 мм



Рис. 34. Двойной Z-образный кронштейн с расстоянием 80 или 100 мм



Рис. 35. Одинарный Z-образный кронштейн с глубиной 30 и 40 мм



Рис. 36. Плоский двойной E-образный кронштейн с расстоянием 80 или 150 мм



Рис. 37. Плоский E-образный кронштейн для стандартного монтажа



Рис. 38. U-образный кронштейн, например для образования углов 90°

Основные положения гидравлического расчета систем водоснабжения

Системы водоснабжения внутри зданий обычно состоят из трубопроводов холодной, горячей воды и циркуляционного. Циркуляционные трубопроводы необходимы для поддержания высокой температуры перед точками водоразбора. Критерием необходимости их устройства может быть «правило трех литров»: трубопроводы циркуляции горячего водоснабжения необходимо предусматривать в случаях, когда объем трубопровода горячего водоснабжения от места ее приготовления до точки отбора превышает 3 л. «Правило трех литров» представляет собой верхний предел, преимущественно с гигиенической точки зрения. При повышенных требованиях к комфорту горячего водоснабжения допустимы меньшие значения объема трубопроводов (табл. 10). При определении диаметров тру-

бопроводов систем водоснабжения основной задачей является определение расчетных расходов воды на различных участках с учетом вероятности одновременного отбора воды в различных точках. Для небольших объектов расчетные расходы по отдельным участкам трубопровода можно определить суммированием расчетных расходов через точки водоразбора, для которых может предполагаться одновременное использование. В примере смешанной схемы водопроводной разводки, например, достаточно учесть одновременный разбор воды стиральной и посудомоечной машинами, а также одним умывальником. Для больших систем водоснабжения используется вероятностный способ расчета. Решением задачи является определение наименьших диаметров трубопровода, обеспечивающих при расчетном напоре на входе в систему остаточный (свободный) напор на каждой точке

водоразбора. Подбор диаметров производится на основании таблиц 11-12, определяющих потери давления по длине трубопровода в зависимости от расхода воды. Потери на местные сопротивления учитываются дополнительно. Расчеты систем водоснабжения, в т.ч. с системой циркуляции в период отсутствия водоразбора, удобно производить в программе AudytorH2O. Программа позволяет проектировать очень большие системы, состоящие из огромного числа рисунков. Практически единственным ограничением объема проекта является размер доступной памяти RAM и быстродействие компьютера. В алгоритм программы заложены действующие на территории РФ строительные нормы и правила. В результате расчетов вы получаете полную спецификацию по фитингам к трубам AquaAVF.

Предельные расстояния до точек водоразбора для ГВС без циркуляции

Таблица 10

Труба AVF, Dxs, мм	16x2,2	20x2,8	25x3,5	32x4,4	40x5,5	50x6,9	63x8,6
Внутренний объем, дм ³ /пог. м	0,106	0,163	0,254	0,423	0,661	1,029	1,647
Длина трубопровода объемом 3 л	28,3	18,4	11,8	7,1	4,5	2,9	1,8

Потери давления в системах водоснабжения для труб AVF 16–25 мм

Таблица 11

16–25 мм	16x2,2		20x2,8		25x3,5	
	R, Па/м	v, м/с	R, Па/м	v, м/с	R, Па/м	v, м/с
0,01	3	0,1	1	0,1	0	0,0
0,02	8	0,2	3	0,1	1	0,1
0,03	16	0,3	6	0,2	2	0,1
0,04	26	0,4	9	0,2	3	0,2
0,05	39	0,5	14	0,3	5	0,2
0,06	53	0,6	19	0,4	7	0,2
0,07	69	0,7	25	0,4	9	0,3
0,08	87	0,8	31	0,5	11	0,3
0,09	107	0,9	38	0,6	13	0,4
0,10	128	0,9	46	0,6	16	0,4
0,15	261	1,4	93	0,9	32	0,6
0,20	435	1,9	154	1,2	53	0,8
0,25	648	2,4	228	1,5	78	1,0
0,30	899	2,8	316	1,8	108	1,2
0,35	1188	3,3	416	2,1	142	1,4
0,40	1513	3,8	529	2,5	180	1,6
0,45	1874	4,3	654	2,8	222	1,8
0,50	2272	4,7	791	3,1	268	2,0
0,55	2705	5,2	940	3,4	318	2,2
0,60	3173	5,7	1101	3,7	372	2,4
0,65	3677	6,2	1273	4,0	430	2,6
0,70			1458	4,3	492	2,8
0,75			1653	4,6	557	2,9
0,80			1861	4,9	626	3,1
0,85			2080	5,2	699	3,3
0,90			2310	5,5	775	3,5
0,95			2552	5,8	855	3,7
1,00			2805	6,1	939	3,9
1,05					1027	4,1
1,10					1118	4,3
1,15					1213	4,5
1,20					1313	4,7
1,25					1413	4,9
1,30					1518	5,1


 Цветом выделены области допустимых скоростей движения воды

Потери давления в системах водоснабжения для труб AVF 32–63 мм

Таблица 12

32–63 мм	32x4,4		40x5,5		50x6,9		63x8,6	
	R, Па/м	v, м/с						
0,1	5	0,2	2	0,2	1	0,1	0	0,1
0,2	16	0,5	5	0,3	2	0,2	1	0,1
0,3	32	0,7	11	0,5	4	0,3	1	0,2
0,4	53	0,9	18	0,6	6	0,4	2	0,2
0,5	79	1,2	27	0,8	9	0,5	3	0,3
0,6	109	1,4	37	0,9	13	0,6	4	0,4
0,7	144	1,7	49	1,1	17	0,7	6	0,4
0,8	183	1,9	62	1,2	22	0,8	7	0,5
0,9	226	2,1	77	1,4	27	0,9	9	0,6
1,0	273	2,4	93	1,5	32	1	11	0,6
1,1	325	2,6	110	1,7	38	1,1	13	0,7
1,2	380	2,8	129	1,8	44	1,2	15	0,7
1,3	440	3,1	149	2,0	51	1,3	17	0,8
1,4	503	3,3	170	2,1	58	1,4	19	0,9
1,5	520	3,5	193	2,3	66	1,5	22	0,9
1,6	642	3,8	217	2,4	74	1,6	24	1,0
1,7	717	4,0	242	2,6	83	1,7	27	1,0
1,8	796	4,3	268	2,7	92	1,7	30	1,1
1,9	879	4,5	296	2,9	101	1,8	33	1,2
2,0	965	4,7	325	3,0	111	1,9	36	1,2
2,1	1056	5,0	355	3,2	121	2	40	1,3
2,2	1150	5,2	386	3,3	132	2,1	43	1,3
2,3			419	3,5	143	2,2	47	1,4
2,4			453	3,6	154	2,3	50	1,5
2,5			488	3,8	166	2,4	54	1,5
2,6			524	3,9	178	2,5	58	1,6
2,7			562	4,1	191	2,6	62	1,7
2,8			601	4,2	204	2,7	67	1,7
2,9			641	4,4	217	2,8	71	1,8
3,0			682	4,5	231	2,9	75	1,8
3,1			724	4,7	245	3	80	1,9
3,2			768	4,8	260	3,1	85	2,0
3,3			812	5,0	275	3,2	90	2,0
3,4			858	5,1	290	3,3	95	2,1
3,5					306	3,4	100	2,1
3,6					322	3,5	105	2,2
3,7					339	3,6	110	2,3
3,8					356	3,7	116	2,3
3,9					373	3,8	121	2,4
4,0					391	3,9	127	2,4
4,1					409	4	133	2,5
4,2					427	4,1	139	2,6
4,3					446	4,2	145	2,6
4,4					465	4,3	151	2,7
4,5					485	4,4	157	2,8
4,6					505	4,5	164	2,8
4,7					526	4,6	170	2,9
4,8					546	4,7	177	2,9
4,9					567	4,8	184	3,0
5,0					589	4,9	191	3,1

Основы проектирования системы отопления

Для создания в каждом помещении требуемых температурных условий, необходимо подать определенное количество теплоносителя. Требуемое количество теплоносителя вычисляется исходя из потерь тепла через ограждающие конструкции: стены, окна, двери, перекрытия, с учетом остывания теплоносителя по формуле:

$$G = 3,6 \cdot Q / c \cdot \Delta T$$

G – расход теплоносителя, кг/ч
Q – тепловая нагрузка, Вт
c – удельная теплоемкость теплоносителя, Дж/кг К
 $\Delta T = T_n - T_o$ – остывание теплоносителя, К

Цели гидравлического расчета - определение:

1. поверхностей нагрева отопительных приборов
2. диаметров труб
3. настроек на регулирующей арматуре
4. потерь давления в системе для выбора насоса

Следует помнить:

- » Давление в системе отопления, гидравлически независимой от наружной тепловой сети, определяется давлением в расширительном баке (если бак закрытый) и давлением, развиваемым насосом.
- » Давление в зависимости присоединенной системе отопления, связано с давлением в наружных теплопроводах.
- » При проектировании однотрубных систем отопления необходимо использовать оборудование с минимальным гидравлическим сопротивлением, чтобы минимизировать остывание теплоносителя

- » Однотрубные схемы целесообразно применять при естественной циркуляции (гравитационные системы) или в случаях использования попутного (сбрасываемого) тепла от ТЭС.
- » В двухтрубных системах для обеспечения условий работоспособности регулирующей арматуры, необходим минимальный перепад давления как на радиаторных клапанах, так и на балансировочной арматуре. Эти значения у производителей арматуры отличаются, но по законам гидравлики перепад давления должен быть не менее 3 кПа.

Расчетное циркуляционное давление определяется по формулам:

- в гравитационной системе:

$$\Delta P_p = \Delta P_e$$

- в насосной вертикальной однотрубной системе:

$$\Delta P_p = \Delta P_n + \Delta P_e$$

- в насосной вертикальной однотрубной системе с автоматическим качественно-количественным регулированием теплоносителя:

$$\Delta P_p = \Delta P_n + 0,7 \cdot \Delta P_e$$

- в насосных двухтрубной и однотрубной горизонтальной системе:

$$\Delta P_p = \Delta P_n + 0,4 \cdot \Delta P_e$$

ΔP_n – давление, развиваемое циркуляционным насосом

ΔP_e – естественное циркуляционное давление

Способы гидравлического расчета системы отопления:

1. по характеристикам сопротивления

$$\Delta p = kS \cdot G^2$$

2. по удельным линейным потерям давления

$$\Delta p = R \cdot l + Z$$

G – расход теплоносителя на рассматриваемом участке, кг/ч

kS – характеристика гидравлического сопротивления участка, Па/(кг/ч)²

R – удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, Па/м

l – длина рассматриваемого участка, м

Z – местные потери давления на участке (в потребителе тепла, на запорно-регулирующей арматуре, на поворотах, тройниках, переходах, в местах подключения арматуры), Па

Гидравлические и расходные характеристики вентиляльных вставок в радиаторы с нижним подключением

Стальные панельные радиаторы НМ (из рекомендаций ООО «ВИТАТЕРМ»)

Таблица 13

Характеристика	Purmo	HM	Prado	Buderus	Kermi	
Kv, м ³ /ч	min	0,025	0,047	0,052	0,09	0,13
	max	0,84	0,7	1,04	0,67	0,75
Расход, л/ч	min	6,1	11	12,7	22	31
	max	205	170	255	164	183

Kv -пропускная способность клапана при перепаде давления на нём в 1 бар

$$K_v = G / \sqrt{\Delta P} \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{бар}$$

G – объемный расход теплоносителя м³/ч

ΔP – перепад давления на клапане, для двухтрубных систем должен находиться в диапазоне от 3 до 25 кПа (верхняя граница определена исходя из допустимых шумовых характеристик)

По этой характеристике следует подбирать регулирующий клапан, опираясь на требуемый расход теплоносителя через отопительный прибор. Если пропускная способность клапана больше, чем требуемый расход, клапан не будет оказывать влияния на поток, т.е. не

будет выполняться количественное регулирование. Если пропускная способность клапана ниже, чем требуемый на отопительном приборе расход, прибор будет недогреваться, а клапан будет шуметь из-за большого перепада давления на нём.

Коэффициент местного сопротивления терморегулирующего вентиля значительно больше КМС радиатора, поэтому в системах с терморегулирующими клапанами, сопротивлением на радиаторе можно пренебречь. В таблице 13 приведена пропускная способность вентиляльных вставок в стальных панельных радиаторах некоторых производителей. Минимальный и максимальный расход рассчитан исходя из условий: перепад давления на клапане 6 кПа и остывание воды 20К. При выборе

производителя радиаторов следует руководствоваться расходной характеристикой вентиляльной вставки. Если требуемый расход на радиаторе меньше минимального или больше максимального, вентиляльная вставка не сможет увязать расход на радиаторе в контуре.

Радиаторные клапаны

$$\Delta P = G^2 / K_v^2 (\text{бар}) = 100 \cdot G^2 / K_v^2 (\text{кПа})$$

При подключении радиаторных клапанов с наружной резьбой к полимерным трубам следует учесть сопротивление фитинга «евроконус» $\xi = 1,5$.

Приближенные значения КМС трубопроводных фитингов:

Таблица 14

Местное сопротивление	ξ
Внезапное расширение	1
Внезапное сужение	0,5
Отвод 90 плавный	1
Отвод 90 крутой	2
Тройник* проход	1
Тройник поворот на отвод	1,5
Тройник слияние потока	3
Тройник разделение потока	3

*тройники с одинаковыми диаметрами отводов

Потери давления на трение в трубах зависят от коэффициента шероховатости поверхности и от скорости потока.

$$\Delta P = R \cdot L = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho}{v^2}$$

R – удельные линейные потери, Па/м
 l – длина трубы, м
 d – диаметр трубы, м
 ρ – плотность среды, кг/м³
 v – скорость среды, м/с

Скорость движения теплоносителя в трубах систем водяного отопления по СНиП 41.01-2003 следует принимать в зависимости от допустимого эквивалентного уровня звука в помещении:

- а) выше 40 дба – не более 1,5 м/с в общественных зданиях; не более 2 м/с – в административно-бытовых зданиях; не больше 3 м/с – в производственных зданиях;
- б) 40 дба и ниже - не более 1,0 м/с в общественных зданиях; не более 1,25 м/с – в административно-бытовых зданиях; не больше 1,5 м/с – в производственных зданиях;

Для удаления пузырьков воздуха из теплоносителя минимальная скорость движения рабочей жидкости должна быть не ниже 0,2-0,25 м/с. Оптимальная зона рабочих скоростей с точки зрения капитальных и эксплуатационных затрат 0,3÷0,7 м/с.

Рекомендованные удельные линейные потери давления в трубопроводах:

- » стальных водогазопроводных и электросварных Ду 15÷50 – 120 Па/м
- » стальных водогазопроводных и электросварных Ду 50÷80 – 100 Па/м
- » стальных на магистралях свыше Ду80 – 80 Па/м

- » из сшитого полиэтилена до 220 Па/м
- » медных и прецизионных стальных на пресс-фитингах 180 Па/м

Выполнять гидравлический расчет современных многоэтажных, многофункциональных зданий - трудоёмкий процесс. Мы предлагаем воспользоваться расчетно-графической программой AVFC.O.3.8 (разработчик программы фирма SANKOMSp.z.o.o). Программа позволяет сконструировать оптимальную с точки зрения энергосбережения систему теплоснабжения, отопления или охлаждения. В качестве теплоносителя можно использовать гликолевые смеси, программа учитывает вязкость и теплоемкость рабочей жидкости.

Возможности программы:

1. Однотрубные и двухтрубные вертикальные системы с нижней разводкой
2. Однотрубные и двухтрубные горизонтальные системы, в т.ч. с попутным движением теплоносителя
3. Смешанные системы
4. Расчет теплых полов
5. В качестве источника тепла использовать: котел, бойлер, теплообменник, квартирную станцию или абстрактный генератор
6. В качестве отопительных приборов использовать: канальные или настенные конвекторы, радиаторы, тепловые завесы, фэнкойлы, абстрактные потребители тепла.
7. Учитывать при расчете авторитет терморегулирующих вентилей
8. Увеличивать поверхность нагрева отопительных приборов с терморегуляторами до 15%.
9. Управлять в процессе расчета количеством использованных теплопо-

ступлений от трубопроводов.

В результате расчета вы получаете информацию:

1. общая мощность установленного оборудования
2. по недогретым и перегретым помещениям
3. по недостающей или избыточной тепловой мощности отопительных приборов
4. реальное остывание теплоносителя
5. потери давления в системе
6. спецификацию оборудования и материалов, в т.ч. по фитингам для труб ThermoAVF
7. настройки на регулирующей арматуре
8. тепло-гидравлический расчет конструкции теплого пола

Табличные результаты расчетов экспортируются excel. Расчетная схема, оборудование на планах сохраняются в формате dwg .

Записаться на семинар по работе с программой можно на нашем сайте www.stroi-avf.ru

Рекомендации по проектированию систем отопления

Варианты поэтажной разводки системы отопления

1. Двухтрубная лучевая разводка

Позволяет использовать трубу одного диаметра для всех отопительных приборов, упрощает проектирование системы и монтаж. Исключаются фитинги в конструкции пола. При лучевой разводке терморегулирование можно организовать на коллекторе через комнатный термостат, без установки термостатических клапанов на радиаторных клапанах.

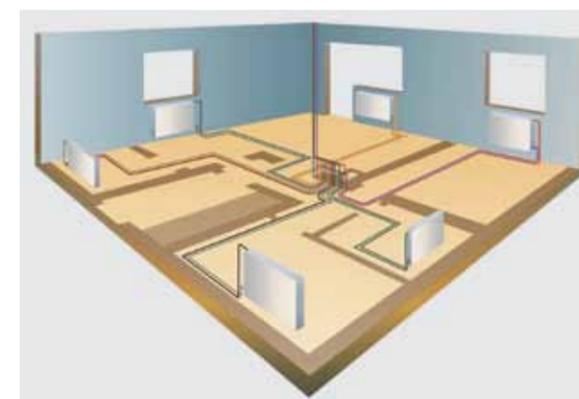


Рис. 39. Двухтрубная лучевая схема

2. Двухтрубная горизонтальная тупиковая

Подающий и обратный теплоноситель движутся навстречу друг другу.

3. Двухтрубная горизонтальная попутная (с попутным движением теплоносителя, или схема Тихельмана)

Подающий и обратный теплоноситель движутся в одном направлении. Наиболее гидравлически устойчивая схема. При неравномерной нагрузке на отопительных приборах рекомендуется подключать обратную линию радиаторов через клапаны с пред-

варительной настройкой во избежании обратного тока. Целесообразно применять, когда возможно организовать раздачу теплоносителя по кругу. Экономия труб по сравнению с тупиковой схемой.

4. Однотрубная горизонтальная схема

Радиаторы в контуре последовательно соединяются одной трубой. Подключение радиаторов допускается с помощью арматуры, в конструкции которой предусмотрен байпас. По такой схеме рекомендуется подключать до 8 кВт.

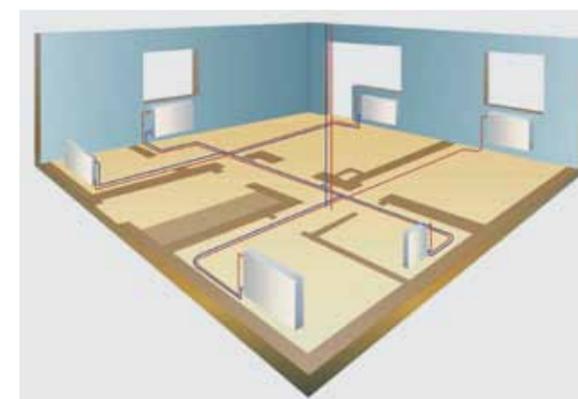


Рис. 40. Двухтрубная горизонтальная тупиковая схема

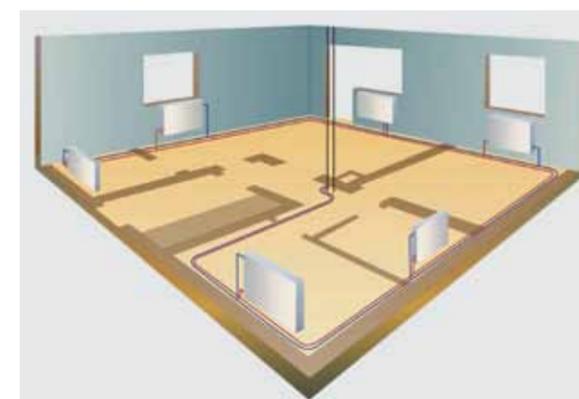


Рис. 41. Двухтрубная горизонтальная попутная схема

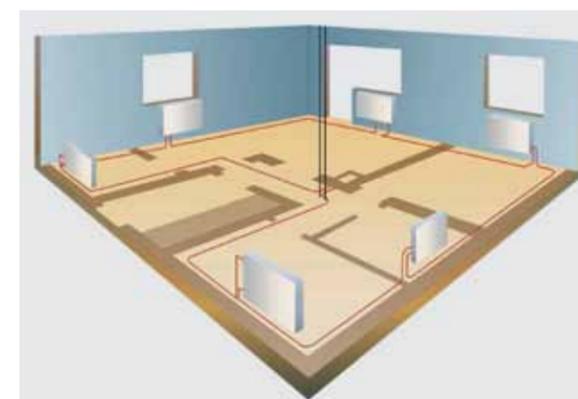


Рис. 42. Однотрубная горизонтальная схема

Подключение отопительных приборов

В зависимости от принятой схемы разводки и конструкции отопительного прибора его подключение может выполняться с помощью различных элементов.

При выборе схемы подключения необходимо учитывать изменение тепловой мощности отопительного прибора. При подключении "снизу-вниз" тепловая мощность радиаторов, в зависимости от расхода теплоносителя через него снижается на 5 - 8%



Рис. 43. Непосредственное подключение радиатора "из стены"

Подключение радиатора с помощью Г-образных (угловых) соединителей



Рис. 44. Схема "снизу-вниз".
Вызывает снижение мощности отопительных приборов



Рис. 45. Схема "сверху-вниз" (диагональное подключение).
Рекомендуется для отопительных приборов большой длины

Подключение радиатора с помощью Т-образных соединителей



Рис. 46. Схема "сверху-вниз"



Рис. 47. Схема "снизу-вниз"

Для горизонтальных разводок предпочтительнее применять радиаторы с нижним подключением. Как правило, такие радиаторы имеют встроенный термостатический клапан. А подключение к трубам производится через узлы нижнего подключения. С помощью шаровых кранов в конструкции узла, радиатор может быть отключен от системы отопления. Это важно в период летнего опорожнения систем центрального отопления, когда в систему может попасть воздух, радиатор останется заполненный теплоносителем и процессы коррозии ему не страшны.

Если к узлам подключить не радиаторы, а монтажные мостики (см. рис. 51с), гидравлические испытания системы отопления можно провести до финишной отделки помещений.

Узлы позволяют заменить радиатор в отопительный период.

Узлы, как правило, подключаются к патрубкам радиатора с помощью накидной гайки 3/4". Если на патрубках радиатора внутренняя резьба, необходим адаптер-нипель 1/2"-3/4" евроконус (рис. 51а). В случае наружной резьбы применяется конусный адаптер (рис. 51б).



Рис. 51а.



Рис. 51б.



Рис. 48. Проходное и концевое подключения с комплектами Т- и Г-образных соединителей



Рис. 49. Угловое непосредственное подключение



Рис. 50. Угловое подключение с комплектом Г-образных соединителей



Рис. 51. Узлы нижнего подключения

Код	Форма корпуса	Присоединение
2 249 3435 01	прямой	1/2" - 3/4"ек
2 249 3436 01	прямой	3/4" - 3/4"ек
2 249 8435 01	угловой	1/2" - 3/4"ек
2 249 8436 01	угловой	3/4" - 3/4"ек



Рис. 51с. Монтажный мостик. Код 2 257 0001 01



Рис. 52. Комплекты Г-образных и Т-образных соединений (трубок) длиной 25, 100 см для соединения труб 16 и 20 мм



Рис. 53. Нельзя расширять комплекты соединений Г-образных и Т-образных трубок

Трубы из сшитого полиэтилена не следует присоединять по прямой к отопительным приборам и распределительным коллекторам. Не далее 1,5 м от отопительного прибора необходимо предусматривать поворот трубы для разгрузки от воздействия на узел присоединения к отопительному прибору, вызванного температурными удлинениями труб. Г-образные присоединения в процессе монтажа необходимо прочно закрепить на поверхности пола.

Последовательность подключения отопительных приборов

(1) Прикрепить радиатор к стене



(2) Привинтить рукой крановый блок и затянуть гаечным ключом.



(3) Отметить длину присоединительных трубок.



(4) Отмерив нужную длину трубки для присоединения радиатора, отрезать с помощью трубореза ...



(5) ... и с помощью резьбового соединения 15 мм x 3/4" прикрепить его к крановому блоку.



(6) Завести на трубу, расширив конец трубы, и надеть ее на фасонную часть трубки (см. стр. 11).



(7) Привести инструмент в действие.



(8) Результат



Коллекторы AVF из нержавеющей стали для систем отопления

34-VA Коллектор с установленными балансировочными клапанами

Таблица 16



Количество отводов	Длина, мм	Код к заказу со сливным краном
2	290	06-075202-AVF
3	370	06-075203-AVF
4	450	06-075204-AVF
5	530	06-075205-AVF
6	610	06-075206-AVF
7	690	06-075207-AVF
8	770	06-075208-AVF
9	850	06-075209-AVF
10	930	06-075210-AVF

- » Диаметр условного прохода 50 мм
- » Подключение к источнику: накидная гайка 2"
- » Расстояние между отводами 80 мм
- » Отводы коллектора имеют внутреннюю резьбу 3/4"

37-VA Коллектор с установленными запорными шаровыми кранами

Таблица 17



Количество отводов	Длина, мм	Код к заказу со сливным краном
2	290	06-065202-AVF
3	370	06-065203-AVF
4	450	06-065204-AVF
5	530	06-065205-AVF
6	610	06-065206-AVF
7	690	06-065207-AVF
8	770	06-065208-AVF
9	850	06-065209-AVF
10	930	06-065210-AVF

- » Диаметр условного прохода 50 мм
- » Подключение к источнику: накидная гайка 2"
- » Расстояние между отводами 80 мм
- » Отводы коллектора имеют внутреннюю резьбу 3/4"

52-VA Коллектор для радиаторной разводки

Таблица 18



Количество отводов	Длина, мм	Код к заказу со сливным краном	Код к заказу без сливного крана
2	195	01-005202-AVF	01-005202-1-AVF
3	245	01-005203-AVF	01-005203-1-AVF
4	295	01-005204-AVF	01-005204-1-AVF
5	345	01-005205-AVF	01-005205-1-AVF
6	395	01-005206-AVF	01-005206-1-AVF
7	445	01-005207-AVF	01-005207-1-AVF
8	495	01-005208-AVF	01-005208-1-AVF
9	545	01-005209-AVF	01-005209-1-AVF
10	595	01-005210-AVF	01-005210-1-AVF
11	645	01-005211-AVF	01-005211-1-AVF
12	695	01-005212-AVF	01-005212-1-AVF

- » Диаметр условного прохода 32 мм
- » Подключение к источнику: накидная гайка 1"
- » Расстояние между отводами 50 мм
- » Отводы коллектора имеют наружную резьбу 3/4" под евроконус
- » На отводах можно установить компактные шаровые краны Himmel (см. комплектующие)
- » Оба распределителя оснащены воздуховыпускным клапаном

45-VA Коллектор для радиаторной разводки с предустановленными запорно-регулирующими клапанами

Таблица 19



Количество отводов	Длина, мм	Код к заказу со сливным краном	Код к заказу без сливного крана
2	195	01-004502-AVF	01-004502-1-AVF
3	245	01-004503-AVF	01-004503-1-AVF
4	295	01-004504-AVF	01-004504-1-AVF
5	345	01-004505-AVF	01-004505-1-AVF
6	395	01-004506-AVF	01-004506-1-AVF
7	445	01-004507-AVF	01-004507-1-AVF
8	495	01-004508-AVF	01-004508-1-AVF
9	545	01-004509-AVF	01-004509-1-AVF
10	595	01-004510-AVF	01-004510-1-AVF

- » Диаметр условного прохода 32 мм
- » Подключение к источнику: накидная гайка 1"
- » Расстояние между отводами 50 мм
- » Отводы оснащены балансировочными клапанами $K_v=0, 22 - 1,83$
- » На отводах наружная резьба 3/4"ек
- » Тепловая мощность каждого контура от 2 до 19 кВт (при $\Delta T=25$ К)
- » В комплект поставки входят:
 - 2 коллектора, оснащенные воздуховыпускным клапаном (1/2") и дренажным краном (1/2")
 - 2 кронштейна
 - запорно-регулирующие (балансировочные) клапаны

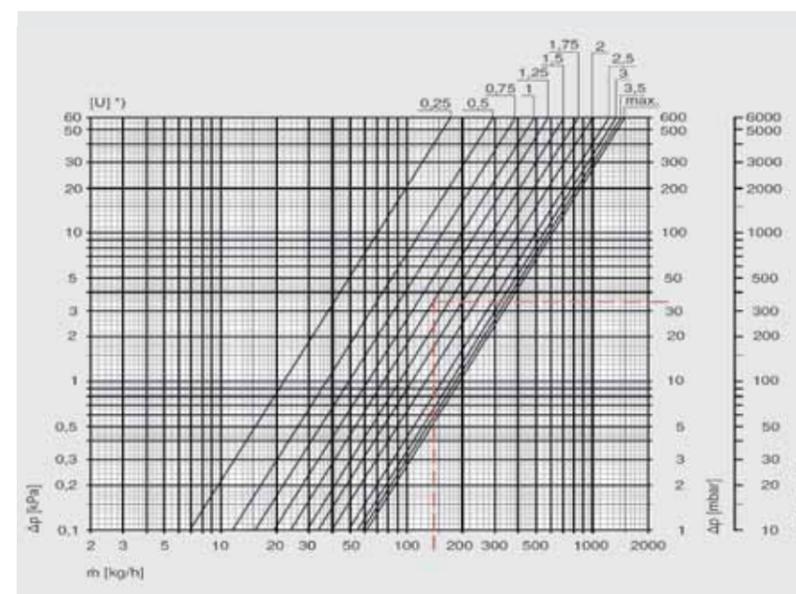


Рис. 55. Гидравлическая характеристика балансировочного клапана, установленного на отводах коллектора 45-VA

Коллекторы AVF из нержавеющей стали для систем отопления с расстоянием между отводами 100 мм (собирается на заказ)

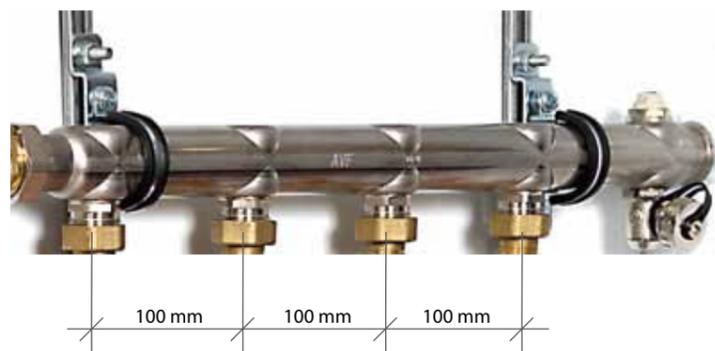


Рис. 56.

Применяются для подключения к системе отопления отдельной квартиры с возможностью индивидуального учета тепла и гидравлической настройки контура квартиры при помощи динамической пары.

- » Максимальное давление: 16 бар;
- » Максимальная (кратковременная) рабочая температура на входе: 120 °С;
- » Сбалансированное распределение теплоносителя по квартирам;

- » Создание оптимального режима для работы автоматических терморегуляторов;
- » Свободный доступ обслуживающего персонала к запорно-регулирующей арматуре, балансировочным клапанам и приборам учета тепла.



Рис. 57.
Распределительный коллектор с балансировочной арматурой IMI



Рис. 58.
Распределительный коллектор в шкафу с балансировочной арматурой CIMBERIO

Диаметр коллектора	Количество отводов
DN32	2 - 8
DN50	5 - 11

Комплектующие и фитинги для подключения труб ThermoAVF к коллектору



Рис. 59.

Резьбозажимные соединения

код	Размер	Комплектность
10522	G3/4" - 16x2,2	с гильзой
10523	G3/4" - 20x2,8	без гильзы



Рис. 60.

Переходник с накидной гайкой (необходимо использовать с конусной вставкой)

код	Размер
10503	G3/4" - 16x2,2
10505	G3/4" - 20x2,8
10506	G3/4" - 25x3,5



Рис. 61.

Адаптер 2 855 3401 00
конусные вставки в комплекте 2 шт.



Рис. 62.

Краны шаровые с накидной гайкой и уплотнением под евроконус для подключения контуров отопления к коллекторам 22-VA, 52-VA. Kvs = 5,23

код	Размер
2 256 1234 01	С внутренней резьбой 1/2"
2 256 3434 01	С наружной резьбой 3/4" евроконус



Рис. 63.

Переходник с наружной резьбой

код	Размер
10102	16x2,2 - 1/2"
10105	20x2,8 - 1/2"
10106	20x2,8 - 3/4"
10109	25x3,5 - 3/4"

Рекомендации по проектированию водяных теплых полов

Источником теплового излучения является поверхность пола, при этом создается наиболее благоприятное для человека распределение температуры в помещении, равномерное по высоте. При отоплении полом отсутствует воздушная конвекция, которая влечет за собой перенос пыли потоками воздуха. Температура теплоносителя в контурах теплого пола не может превышать 55°C, что позволяет подключать к низкотемпературным источникам тепла. Конструкция пола, аккумулируя тепло, становится инертным отопительным прибором. При организации с помощью смесительного узла внутренней циркуляции, можно достичь существенного энергосбережения.

Преимущества подпольного отопления:

- » комфортная температура в помещении
 - » энергосберегающий отопительный прибор
- Для поддержания теплового комфорта средняя температура поверхности пола не должна превышать (СНиП 41-01-2003):
- +26°C - для полов помещений с постоянным пребыванием людей;
 - +31°C - для полов помещений с временным пребыванием людей, а также для обходных дорожек, скамей крытых плавательных бассейнов;
 - +35°C - в детских учреждениях, жилых зданиях и плавательных бассейнах или в граничных зонах (0,5 м вдоль наружных стен)

Основные требования к конструкции теплого пола

Тепловой поток излучающей поверхности зависит от использованных материалов и толщин слоев этих материалов. Слои над трубами в конструкции пола должны обеспечивать высокую теплоотдачу поверхности, а слои под трубами должны иметь высокое сопротивление теплопередаче.

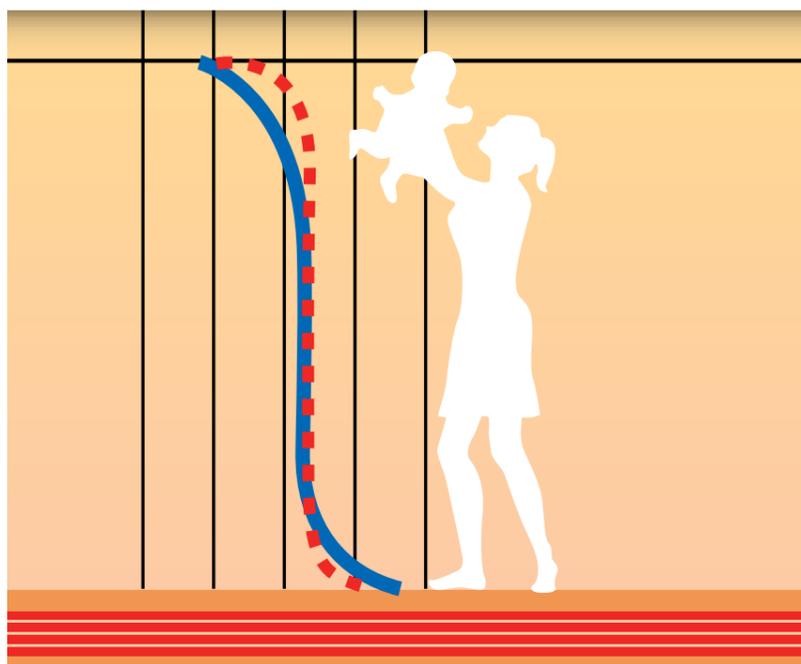


Рис. 64. Градиент температур для идеального комфорта и при отоплении полом.

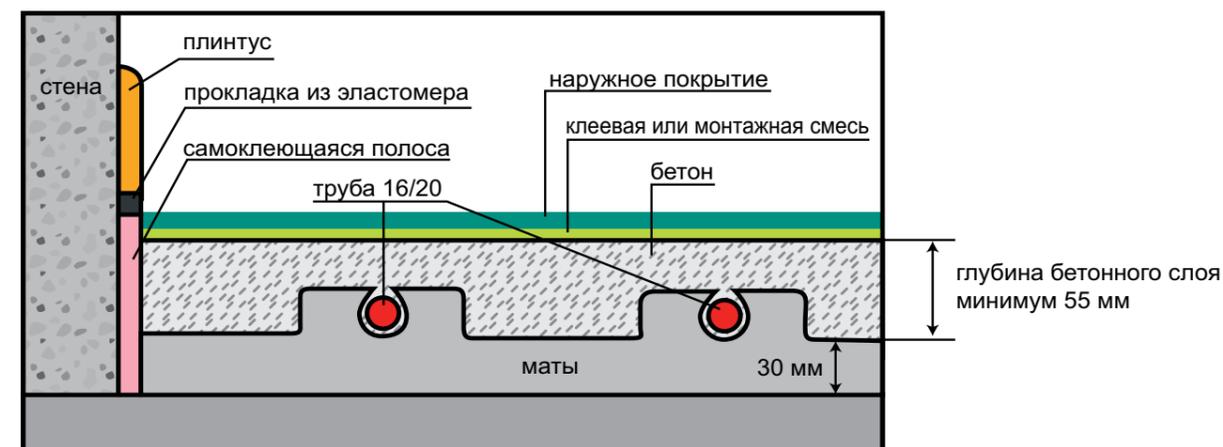


Рис. 65.

Сопротивление теплопередаче наружного покрытия не должно превышать $0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Термические сопротивления для некоторых типов покрытия пола:

- » Керамическая плитка, плитка из камня $R = 0,02 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
 - » Покрытие из синтетических материалов $R = 0,075 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
 - » Паркет, ковер $R = 0,1 \div 0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- Материалы, пригодные в качестве наружных покрытий теплых полов маркируются значком (рис. 66.)



Рис. 66.

С целью ограничения потерь тепла вниз, сопротивление слоев под трубами должно соответствовать следующим требованиям:

- » для перекрытий над отопляемыми помещениями $R_{\text{min}} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- » для перекрытий над неотапливаемыми помещениями $R_{\text{min}} = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
- » для перекрытий на грунте $R_{\text{min}} = 2,25 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Требуемая величина сопротивления теплопередаче достигается за счет толщины теплоизолирующего слоя.

Как правило, это маты из пенополистирола или пенополиуретана.

При выборе типа изоляции следует принимать во внимание величину нагрузки на пол:

- » для жилых помещений – $1,5 \text{ кН/м}^2$
- » для офисных и учебных помещений – 2 кН/м^2
- » для ресторанов и лекционных залов – 3 кН/м^2
- » для спортивных залов, торговых объектов – 5 кН/м^2

Для полов с большой нагрузкой рекомендуется армировать стяжку сеткой из стальной проволоки $\delta = 3 \div 6 \text{ мм}$ с ячейкой $10 \times 10 \text{ см}$ или использовать добавку к смеси для стяжки - армирующее волокно.

Минимальная высота цементной стяжки над трубой должна быть 4,5 см.

Максимальная площадь поверхности одного контура не должна превышать 30 м^2 , оптимальное соотношение сторон греющей поверхности 2:1. При устройстве теплых полов на больших площадях, бетонную стяжку делят на поверхности не более 30 м^2 , длина однородной плиты не должна превышать 8 м, между плитами делается разделительный шов и прокладывается демпферная лента. Демпферная лента прокладывается и вдоль строительных конструкций. Труба в местах прохождения деформационных швов и в зоне подключения к коллекторам должна прокладываться в защитном гофрированном кожухе.

Расчет теплого пола

С помощью таблиц подбора

Температура в помещении +20°C

Сопrotивление теплопередаче покрытия R = 0,1 м²К/Вт (ковровое покрытие)

Таблица 20

Исходные данные	Thermo AVF 16x2,2 мм						Thermo AVF 20x2,8 мм						
	Шаг укладки трубы	Удельная теплоотдача поверхности	Сред. температура поверхности поля	Площадь отапливаемой поверхности		Длина трубы в контуре		Удельная теплоотдача поверхности	Сред. температура поверхности поля	Площадь отапливаемой поверхности		Длина трубы в контуре	
				ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м			ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м
Tп, °C	B, см	q, Вт/м²	Tf, °C	ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м	q, Вт/м²	Tf, °C	ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м
Tп=40°C	5	86,0	27,7	7,8	12,0	156,0	240,0	86,4	27,8	11,3	12,0	226,0	240,0
	10	77,1	26,9	10,8	18,7	108,0	187,0	78,2	27,0	15,5	24,0	155,0	240,0
	15	69,3	26,2	13,4	23,2	89,4	154,7	70,8	26,4	19,2	33,3	128,1	222,1
	20	62,4	25,6	15,9	27,5	79,5	137,5	64,2	25,8	22,7	39,4	113,5	197,0
	30	50,6	24,6	21,0	36,5	69,9	121,5	52,6	24,7	29,9	51,8	99,6	172,5
Tп=45°C	5	107,5	29,7	6,8	11,8	136,0	236,0	108,0	29,7	9,9	12,0	198,0	240,0
	10	96,4	28,7	9,4	16,4	94,0	164,0	97,8	28,8	13,6	23,6	136,0	236,0
	15	86,6	27,8	11,7	20,3	78,0	135,4	88,6	28,0	16,8	29,2	112,1	194,8
	20	78,0	27,0	13,9	24,1	69,5	120,5	80,2	27,2	19,9	34,5	99,5	172,5
	30	63,3	25,7	18,4	32,0	61,3	106,6	65,8	25,9	26,1	45,4	86,9	151,2
Tп=50°C	5	129,0	31,6	6,1	10,6	122,0	212,0	129,5	31,7	8,9	12,0	178,0	240,0
	10	115,6	30,4	8,5	14,7	85,0	147,0	117,3	30,6	12,2	21,2	122,0	212,0
	15	103,9	29,4	10,5	18,3	70,0	122,1	106,3	29,6	15,1	26,2	100,7	174,8
	20	93,5	28,4	12,5	21,7	62,5	108,1	96,3	28,7	17,8	31,0	89,0	155,0
	30	76,0	26,8	16,5	28,7	54,9	95,6	78,9	27,1	23,5	40,8	78,3	135,9

Температура в помещении +20°C

Сопrotивление теплопередаче покрытия R = 0,05 м²К/Вт (паркет)

Таблица 21

Исходные данные	Thermo AVF 16x2,2 мм						Thermo AVF 20x2,8 мм						
	Шаг укладки трубы	Удельная теплоотдача поверхности	Сред. температура поверхности поля	Площадь отапливаемой поверхности		Длина трубы в контуре		Удельная теплоотдача поверхности	Сред. температура поверхности поля	Площадь отапливаемой поверхности		Длина трубы в контуре	
				ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м			ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м
Tп, °C	B, см	q, Вт/м²	Tf, °C	ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м	q, Вт/м²	Tf, °C	ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м
Tп=40°C	5	112,1	30,1	6,6	11,4	132,0	228,0	113,0	30,2	9,5	12,0	190,0	240,0
	10	98,3	28,9	9,2	16,0	92,0	160,0	100,3	29,0	13,3	23,0	133,0	230,0
	15	86,6	27,8	11,6	20,1	77,4	134,1	89,2	28,0	16,6	28,7	110,7	191,4
	20	76,5	26,9	13,9	24,2	69,5	121,0	79,2	27,1	19,8	34,4	99,0	172,0
	30	59,8	25,4	18,2	32,8	62,9	109,2	62,5	25,6	26,8	46,5	89,2	154,8
Tп=45°C	5	140,2	32,6	5,7	10,0	114,0	200,0	141,3	32,7	8,3	12,0	166,0	240,0
	10	122,9	31,1	8,1	14,0	81,0	140,0	125,4	31,3	11,6	20,2	116,0	202,0
	15	108,3	29,7	10,1	17,6	67,4	117,4	111,5	30,0	14,5	25,2	96,7	168,1
	20	95,6	28,6	12,2	21,2	61,0	106,0	99,1	28,9	17,4	30,2	87,0	151,0
	30	74,7	26,7	16,5	28,8	54,9	95,9	78,1	27,0	23,4	40,7	77,9	135,5
Tп=50°C	5	168,2	35,1	5,2	9,0	104,0	180,0	169,6	35,3	7,5	12,0	150,0	240,0
	10	147,5	33,3	7,2	12,6	72,0	126,0	150,5	33,5	10,4	18,1	104,0	181,0
	15	129,9	31,7	9,1	15,8	60,7	105,4	133,8	32,0	13,0	22,6	86,7	150,7
	20	114,7	30,3	10,9	19,0	54,5	95,0	118,9	30,7	15,6	27,1	78,0	135,5
	250	102,2	28,1	14,8	22,4	49,3	90,5	106,4	28,4	21,0	31,9	69,9	128,7

Температура в помещении +20°C

Сопrotивление теплопередаче покрытия R = 0,01 м²К/Вт (керамическая плитка)

Таблица 22

Исходные данные	Thermo AVF 16x2,2 мм						Thermo AVF 20x2,8 мм						
	Шаг укладки трубы	Удельная теплоотдача поверхности	Сред. температура поверхности поля	Площадь отапливаемой поверхности		Длина трубы в контуре		Удельная теплоотдача поверхности	Сред. температура поверхности поля	Площадь отапливаемой поверхности		Длина трубы в контуре	
				ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м			ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м
Tп, °C	B, см	q, Вт/м²	Tf, °C	ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м	q, Вт/м²	Tf, °C	ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м
Tп=40°C	5	147,6	33,3	5,5	9,6	110,0	192,0	149,3	33,4	8,0	12,0	160,0	240,0
	10	126,7	31,4	7,8	13,6	78,0	136,0	130,1	31,7	11,2	19,5	112,0	195,0
	15	109,3	29,6	10,0	17,3	66,7	115,4	113,4	30,2	14,2	24,7	94,7	164,7
	20	94,6	28,5	12,2	21,1	61,0	105,5	98,8	28,9	17,2	29,9	86,0	149,5
	30	71,3	26,4	16,9	29,3	56,3	97,6	75,0	26,7	23,8	41,4	79,3	137,9
Tп=45°C	5	184,5	36,6	4,8	8,4	96,0	168,0	186,7	36,8	7,0	12,0	140,0	240,0
	10	158,3	34,2	6,9	11,9	69,0	119,0	162,6	34,8	9,8	17,1	98,0	171,0
	15	136,6	32,3	8,7	15,2	58,0	101,4	141,7	32,8	12,4	21,6	82,7	144,1
	20	118,3	30,6	10,6	18,5	53,0	92,5	123,5	31,1	15,1	26,2	75,5	131,0
	30	89,1	28,0	14,8	25,7	49,3	85,6	93,7	28,4	20,8	36,2	69,3	120,5
Tп=50°C	5	221,4	39,9	4,3	7,5	86,0	150,0	224,0	40,2	6,3	10,9	126,0	218,0
	10	190,0	37,1	6,1	10,7	61,0	107,0	195,1	37,6	8,8	15,4	88,0	154,0
	15	163,9	34,8	7,8	13,6	52,0	90,7	170,1	35,3	11,2	19,4	74,7	129,4
	20	142,0	32,8	9,5	16,6	47,5	83,0	148,2	33,3	13,5	23,6	67,5	118,0
	30	107,0	29,6	13,3	23,1	44,3	76,9	112,5	30,1	18,7	32,6	62,3	108,6

Температура в помещении +24°C

Сопrotивление теплопередаче покрытия R = 0,01 м²К/Вт (керамическая плитка)

Таблица 23

Исходные данные	Thermo AVF 16x2,2 мм						Thermo AVF 20x2,8 мм						
	Шаг укладки трубы	Удельная теплоотдача поверхности	Сред. температура поверхности поля	Площадь отапливаемой поверхности		Длина трубы в контуре		Удельная теплоотдача поверхности	Сред. температура поверхности поля	Площадь отапливаемой поверхности		Длина трубы в контуре	
				ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м			ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м
Tп, °C	B, см	q, Вт/м²	Tf, °C	ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м	q, Вт/м²	Tf, °C	ΔT=5K, м²	ΔT=12K, м²	ΔT=5K, м	ΔT=12K, м
Tп=40°C	5	118,1	34,6	6,5	11,3	130,0	226,0	119,5	34,8	9,5	12,0	190,0	240,0
	10	101,3	33,1	9,3	16,1	93,0	161,0	104,0	33,4	13,3	23,1	133,0	231,0
	15	87,4	31,9	11,8	20,6	78,7	137,4	90,7	32,2	16,9	29,3	112,7	195,4
	20	75,7	30,8	14,4	25,0	72,0	125,0	79,0	31,1	20,5	35,5	105,5	177,5
	30	57,0	29,1	20,0	34,9	66,6	115,9	60,0	29,4	28,3	49,1	94,2	163,5
Tп=45°C	5	155,0	37,9	5,5	9,6	110,0	192,0	156,8	38,1	8,0	12,0	160,0	240,0
	10	133,0	36,0	7,9	13,7	79,0	137,0	136,6	36,3	11,3	19,6	113,0	196,0
	15	114,7	34,3	10,0	17,5	66,7	116,7	119,0	34,7	14,3	24,9	95,4	166,1
	20	99,4	32,9	12,2	21,3	61,0	106,5	103,7	33,3	17,3	30,1	86,5	150,5
	30	74,9	30,7	17,0	29,5	56,6	98,2	78,7	31,1	24,0	41,7	79,9	138,9
Tп=50°C	5	191,9	41,3	4,9	8,5	98,0	170,0	194,1	41,5	7,1	12,0	142,0	240,0
	10	164,7	38,8	6,9	12,1	69,0	121,0	169,1	39,2	9,9	17,3	99,0	173,0
	15	142,0	36,8	8,8	15,4	58,7	102,7	147,4	37,3	12,6	21,9	84,0	146,1
	20	123,0	35,1	10,8	18,7	54,0	93,5	128,4	35,6	15,3	26,5	76,5	132,5
	30	92,7	32,3	15,0	26,0	50,0	86,6	97,5	32,6	21,1	36,7	70,3	122,2

с помощью расчетно-графической программы AVF С.О.3.8.

Пример расчета

Рассчитать теплый пол в ванной комнате общей площадью $F = 12,8 \text{ м}^2$

Исходные данные:

Температура в помещении 24°C
 $T_p = 45^\circ\text{C}$, $\Delta T = 10 \text{ K}$

Труба Thermo AVF 16x2,2

Конструкция пола:

Рис. 67

Символ	d	Описание материала	Lam.	Ro	R
КЕРАМИКА	0.008	Плитка облиц. керамическая, терракота	1.050	2000	0.008
БЕТОН-1900	0.045	Бетон тяжелый, заполн. из прир. камня	1.000	1900	0.045

Символ	d	Описание материала	Lam.	Ro	R
ПЕНОПОЛИСТ	0.050	Пенополистирол	0.036	20	1.389
ПЕР-КБ-24	0.240	Перекрытия железобетонные 24 см.			0.190
ШТУКАТ-ЦИ	0.015	Штукатурка цементно-известковая	0.820	1850	0.018

Предварительный расчет

Рис. 68

Итоги для предварительных расчетов

Температура подачи T_p : $45,0^\circ\text{C}$

Охлаждение воды ΔT : $10,0^\circ\text{C}$

Темп. над поверх. пола: $24,0^\circ\text{C}$

Темп. под поверх. пола: $0,0^\circ\text{C}$

Итог: $Q_o = 84,1 \text{ Вт/м}^2$, $24,0^\circ\text{C}$

Итог: $Q_o = 9,5 \text{ Вт/м}^2$, $0,0^\circ\text{C}$

Общая мощность Q_o : 990 Вт

Общая площадь F_o : $11,8 \text{ м}^2$

Общая длина L_o : $117,7 \text{ м}$

Расход воды G : $0,0237 \text{ кг/с}$

Сопротивление гидр. dP : 11058 Па

В программе моделируется конструкция теплого пола, производится увязка контуров на коллекторе, балансировка коллекторов с контурами теплых полов между собой и с контурами радиаторного отопления.

Коллекторы AVF для теплых полов

Коллекторы из нержавеющей стали Ду32 от 2 до 12 выходов.

Присоединение к питающей сети – накидная гайка 1"

Присоединение контуров – наружная резьба $\frac{3}{4}$ " евроконус

Расстояние между отводами 50 мм

Коллекторы оснащены воздухоотводчиком и спускным краном

53-VA

Коллектор с термостатическими и балансировочными клапанами

Таблица 24

Количество отводов	Длина, мм	Код к заказу со сливным краном	Код к заказу без сливного крана
2	195	01-005302	01-005302-1
3	245	01-005303	01-005303-1
4	295	01-005304	01-005304-1
5	345	01-005305	01-005305-1
6	395	01-005306	01-005306-1
7	445	01-005307	01-005307-1
8	495	01-005308	01-005308-1
9	545	01-005309	01-005309-1
10	595	01-005310	01-005310-1
11	645	01-005311	01-005311-1
12	695	01-005312	01-005312-1



Подача: запорно-регулирующие клапаны $K_v=0,13 \div 2,88 \text{ м}^3/\text{ч}$

Обратка: термостатические клапаны $K_v=2,56 \text{ м}^3/\text{ч}$

63-VA

Коллектор с термостатическими клапанами и расходомерами

Таблица 25

Количество отводов	Длина, мм	Код к заказу со сливным краном	Код к заказу без сливного крана
2	195	01-056302	01-056302-1
3	245	01-056303	01-056303-1
4	295	01-056304	01-056304-1
5	345	01-056305	01-056305-1
6	395	01-056306	01-056306-1
7	445	01-056307	01-056307-1
8	495	01-056308	01-056308-1
9	545	01-056309	01-056309-1
10	595	01-056310	01-056310-1
11	645	01-056311	01-056311-1
12	695	01-056312	01-056312-1



Подача: расходомеры $0 \div 5 \text{ л/мин}$, $K_v=1,12 \text{ м}^3/\text{ч}$

Обратка: термостатические клапаны $K_v=2,56 \text{ м}^3/\text{ч}$

Расстояние между горизонтальными осями кронштейнов 200 мм

Фитинги для подключения труб AVF к коллекторам

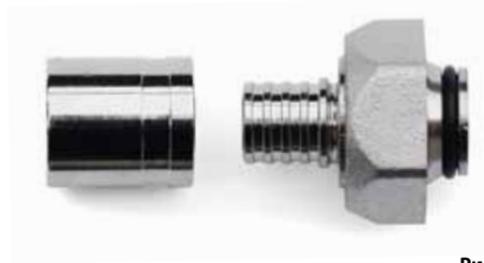


Рис. 69

код	Размер	Комплектность
10522	G3/4" - 16x2,2	с гильзой
10523	G3/4" - 20x2,8	без гильзы

Аксессуары для автоматического управления контурами теплого пола



Рис. 71

Электронный распределитель RV6-230

Подключение:

- до 6 настенных термостатов
- до 14 сервоприводов
- Насос

Компенсационная защита

Код 2 907 4200 90



Рис. 70

Электротермический сервопривод,
М 30x1,5~ 220 В, длина провода 80 см.
Код 2907400090



Рис. 72

Комнатный настенный термостат~220 В
Диапазон регулирования температур +5 ...+35°C
Код 2 907 4100 90

Гидравлические характеристики клапанов в коллекторах для теплых полов

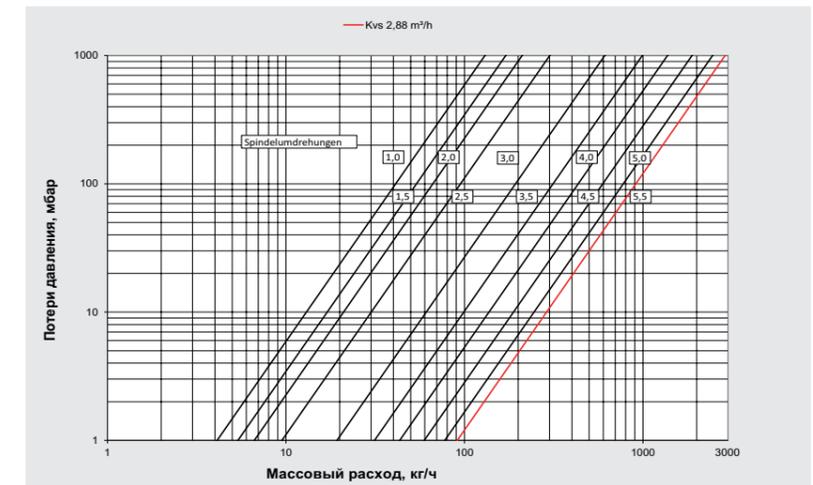


Рис. 73. Характеристика балансирующего клапана в коллекторе 53-VA на подающей линии

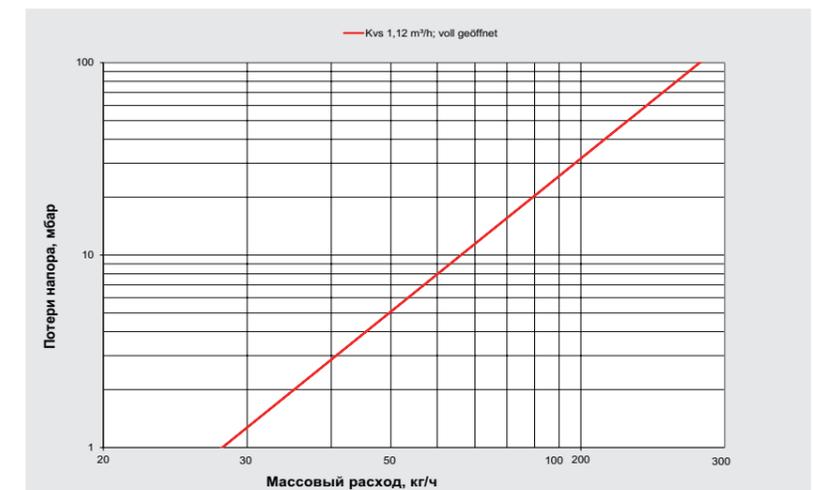


Рис. 74. Характеристика расходомера в коллекторе 63-VA на подающей линии

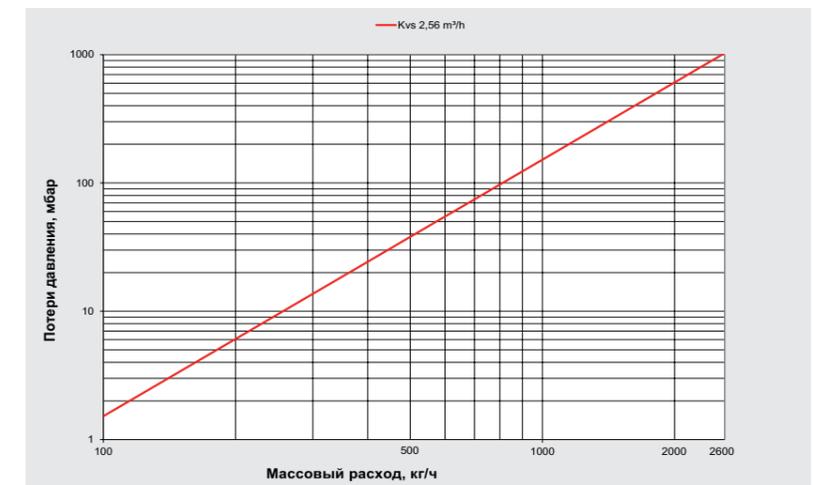


Рис. 75. Характеристика термостатического клапана, установленного на обратной линии в коллекторах 53-VA и 63-VA

Подогрев открытых площадок - рекомендации по проектированию

- » Подогрев газонов футбольных полей позволяет продлить период использования стадионов в межсезонье.
 - » Подогрев тротуаров, спусков в подземные переходы исключает образование наледи, повышая безопасность пешеходных зон.
- При отрицательных температурах наружного воздуха в качестве теплоносителя рекомендуются использовать растворы гликолей.

Варианты конструкций «нагревателя»:

- » **сухая засыпка** труб цементно-песчаным слоем, с последующим покрытием газонной травой или тротуарной плиткой
- » **заливка труб** бетоном.

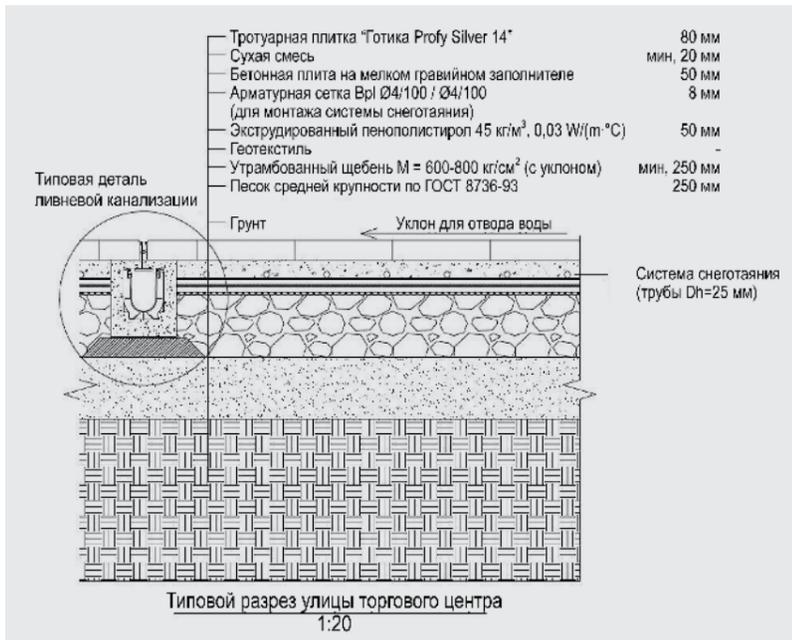


Рис. 76. Разрез конструкции дорожного покрытия

Трубы укладываются на хорошо подготовленную, утрамбованную поверхность. Для больших и протяженных поверхностей наиболее эффективна схема подключения к источнику тепла с попутным движением теплоносителя (Тихельмана).

Трубы в раскладке могут быть зафиксированы с помощью специальных планок (при засыпке) или прикручены к металлической сетке (при заливке бетоном). Для площадок с большой нагрузкой до заливки бетоном вдоль труб устанавливаются ребра жесткости.

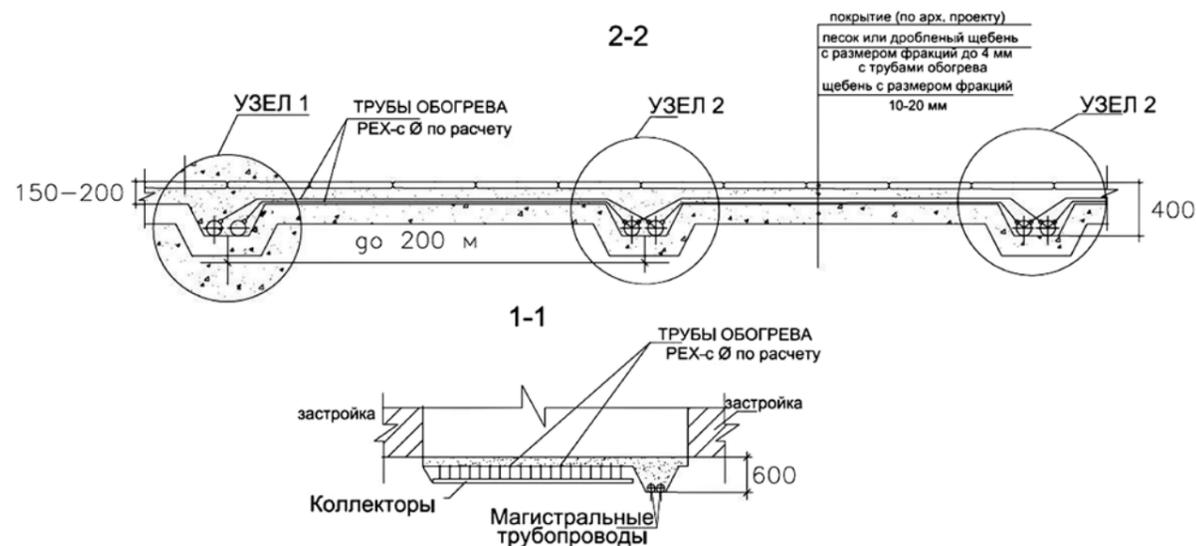


Рис. 77. Продольный разрез улицы

При расчетах систем снеготаяния следует учитывать два механизма передачи тепла:

1. **Теплопроводность** – при прохождении тепла от труб с теплоносителем через строительные материалы;
2. **Конвективный теплообмен** – теплоотдача от поверхности к наружному воздуху.

Теплопроводность выражается законом Фурье по формуле

$$q = (t_1 + t_{n+1}) / \sum_{i=1}^n (\delta_i / \lambda_i)$$

Где

q – удельный тепловой поток, Вт/м²
 δ – толщина слоя, м
 λ – коэффициент теплопроводности слоя, Вт/м*К

t_1 – температура потока

t_{n+1} – температура на поверхности последнего слоя

Конвективный теплообмен описывается формулой Ньютона-Рихмана

$$Q = \alpha \cdot (T_1 - T_2) \cdot F$$

Q – тепловой поток, Вт

F – площадь поверхности, м²

T_1 – температура поверхности

T_2 – температура наружного воздуха

α – коэффициент теплоотдачи.

Коэффициент конвективной теплоотдачи α характеризует интенсивность теплообмена на поверхности, он является функцией физических свойств среды, в случае открытой поверхности – воздуха:

- » скорости ветров, м/с
- » кинематической вязкости ν , м²/с

- » плотности ρ , кг/м³
 - » удельной теплоемкости c , кДж/(кг*К)
- Коэффициент конвективной теплоотдачи – величина довольно сложная. Можно воспользоваться значением, полученным опытным $\alpha = 5-25$ Вт/м²*К – в условиях свободной конвекции для воздуха.

При проектировании подогрева открытых поверхностей надо понимать, какие задачи мы решаем:

- » поддерживаем температуру поверхности на уровне +5°C достаточной для роста травяного покрытия;
- » стремимся растопить выпадающий снег или растапливаем ледяную корку;
- » предотвращаем образование наледи.

Основные расчетные формулы

Определение реального сопротивления строительной конструкции греющей поверхности:

$$R_{\text{реал}} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda}$$

Определение реальной минимальной температуры рабочей жидкости

$$T_{\text{среды}} = q \cdot R_{\text{реал}} + T_{\text{поверхности}}$$

Определение геометрии контуров: длины и шага укладки

$$F = Q / q$$

Q – требуемая тепловая нагрузка, Вт

q – удельный тепловой поток, Вт/м²

F – площадь обогреваемой поверхности, м²

$$L = F / (B \cdot 1,1)$$

L – количество трубы, м

B – шаг укладки трубы,

1,1 – коэффициент запаса на повороты трубы

Определение гидравлического сопротивления греющего контура

$$P = L \cdot P_{\text{уд}}$$

где $P_{\text{уд}}$ – удельные линейные потери давления в трубе на преодоление трения, Па/м

Не рекомендуется соединять трубы фитингами внутри контура. Поэтому длина трубы в контуре для небольших поверхностей лимитируется длиной трубы в бухте. В случае обогрева больших площадей завод изготавливает нестандартные бухты в соответствии с проектом.

Шкафы AVF для монтажа коллекторов

Для открытого монтажа

Tun A



Рис. 78

- » Глубина 125 мм
 - » Регулируемая высота 620-690 мм
 - » Материал – оцинкованная сталь
 - » Съемная дверца
- » Варианты отделки:
 1. полностью оцинкованный
 2. полностью окрашен белой эмалью

Таблица 26

Тип	Длина, мм	Код к заказу 1	Код к заказу 2
0,2	337	60-660200	60-660299
0,3	392	60-660300	60-660399
0,4	442	60-660400	60-660499
0,5	496	60-660500	
1,0	582	60-661000	
1,5	732	60-661500	
2,0	882	60-662000	
2,5	1032	60-662500	
3,0	1182	60-663000	

Встраиваемые шкафы

Tun 69



Рис. 79

- » Регулируемая высота 710-775 мм
 - » Регулируемая глубина 110-150 мм
 - » Материал – оцинкованная сталь
 - » Съемная дверца
- » Варианты отделки:
 1. полностью оцинкованный
 2. наружные фронтальные поверхности (рама и дверца) окрашены белой эмалью

Таблица 27

Тип	Длина, мм	Размер фронтальной поверхности, мм	Код к заказу 1	Код к заказу 2
0,2	330	350x730	60-410200	60-410299
0,3	385	405x730	60-410300	60-410399
0,4	435	455x730	60-410400	60-410499
0,5	490	510x730	60-410500	60-410599
1,0	575	595x730	60-411000	60-411099
1,5	725	745x730	60-411500	60-411599
2,0	875	895x730	60-412000	60-412099
2,5	1025	1045x730	60-412500	60-412599
3,0	1175	1195x730	60-413000	60-413099
4,0	1475	1495x730	60-414000	60-414099

Tun 84



Рис. 80

- » Высота 370 мм
 - » Регулируемая глубина 80- 120 мм
 - » Материал – оцинкованная сталь
 - » Съемная дверца
- » Варианты отделки:
 1. полностью оцинкованный
 2. наружные фронтальные поверхности (рама и дверца) окрашены белой эмалью

Таблица 28

Тип	Длина, мм	Размер фронтальной поверхности, мм	Код к заказу 1	Код к заказу 2
0,2	330	350x400	60-670200	60-670299
0,3	385	405x400	60-670300	60-670399
0,4	435	455x400	60-670400	60-670499
0,5	490	510x400	60-670500	60-670599
1,0	575	595x400	60-671000	60-671099
1,5	725	745x400	60-671500	60-671599
2,0	875	895x400	60-672000	60-672099

Tun 85



Рис. 81

- » Высота 520 мм
 - » Регулируемая глубина 80- 120 мм
 - » Материал – оцинкованная сталь
 - » Съемная дверца
- » Варианты отделки:
 1. полностью оцинкованный
 2. наружные фронтальные поверхности (рама и дверца) окрашены белой эмалью

Таблица 29

Тип	Длина, мм	Размер фронтальной поверхности, мм	Код к заказу 1	Код к заказу 2
0,2	330	350x550	50-570200	50-570299
0,3	385	405x550	50-570300	50-570399
0,5	490	510x550	50-570400	50-570599

Потери давления для трубы AVF 16 x 2,2 при температуре воды 60 °С

Таблица 30

16 x 2,2	ΔT 10 K			ΔT 15 K			ΔT 20 K			
	Q, Вт	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м
400	34,4	0,09	16,8	22,9	0,06	8,5	17,2	0,05	5,3	
500	43,0	0,11	24,5	28,7	0,08	12,3	21,5	0,06	7,6	
600	51,6	0,14	33,4	34,4	0,09	16,8	25,8	0,07	10,3	
700	60,2	0,16	43,4	40,1	0,11	21,8	30,1	0,08	13,4	
800	68,8	0,18	54,6	45,9	0,12	27,3	34,4	0,09	16,8	
900	77,4	0,20	66,9	51,6	0,14	33,4	38,7	0,10	20,5	
1000	86,0	0,23	80,2	57,3	0,15	39,9	43,0	0,11	24,5	
1100	94,6	0,25	94,6	63,1	0,17	47,0	47,3	0,12	28,8	
1200	103,2	0,27	110,1	68,8	0,18	54,6	51,6	0,14	33,4	
1300	111,8	0,29	126,5	74,5	0,20	62,7	55,9	0,15	38,2	
1400	120,4	0,32	143,9	80,3	0,21	71,2	60,2	0,16	43,4	
1500	129,0	0,34	162,4	86,0	0,23	80,2	64,5	0,17	48,9	
1600	137,6	0,36	181,8	91,7	0,24	89,7	68,8	0,18	54,6	
1700	146,2	0,38	202,1	97,5	0,26	99,7	73,1	0,19	60,6	
1800	154,8	0,41	223,5	103,2	0,27	110,1	77,4	0,20	66,9	
1900	163,4	0,43	245,7	108,9	0,29	120,9	81,7	0,21	73,4	
2000	172,0	0,45	268,9	114,7	0,30	132,9	86,0	0,23	80,2	
2100	180,6	0,47	293,1	120,4	0,32	143,9	90,3	0,24	87,3	
2200	189,2	0,50	318,1	126,1	0,33	156,1	94,6	0,25	94,6	
2300	197,8	0,52	344,1	131,9	0,35	168,7	98,9	0,26	102,2	
2400	206,4	0,54	371,0	137,6	0,36	181,8	103,2	0,27	110,1	
2500	215,0	0,57	398,8	143,3	0,38	195,2	107,5	0,28	118,1	
2600	223,6	0,59	427,5	149,1	0,39	209,1	111,8	0,29	126,5	
2700	232,2	0,61	475,1	154,8	0,41	223,5	116,1	0,31	135,1	
2800	240,8	0,63	487,6	160,5	0,42	238,2	120,4	0,32	143,9	
2900	249,4	0,66	519,0	166,3	0,44	253,4	124,7	0,33	153,0	
3000	258,0	0,68	551,2	172,0	0,45	268,9	129,0	0,34	162,4	
3100	266,6	0,70	584,4	177,7	0,47	284,9	133,3	0,35	171,9	
3200	275,2	0,72	618,4	183,5	0,48	301,3	137,6	0,36	181,8	
3300	283,8	0,75	653,3	189,2	0,50	318,1	141,9	0,37	191,8	
3400	292,4	0,77	689,1	194,9	0,51	335,4	146,2	0,38	202,1	
3500	301,0	0,79	725,7	200,7	0,53	353,0	150,5	0,40	212,7	
3700	318,2	0,48	801,5	212,1	0,56	389,4	159,1	0,42	234,5	
3900	335,4	0,88	808,8	223,6	0,59	427,5	167,7	0,44	257,2	
4100	352,6	0,93	963,5	235,1	0,62	467,2	176,3	0,46	280,9	
4300	369,8	0,97	1049,5	246,5	0,65	508,4	184,9	0,49	305,5	
4500	258,0	0,68	551,2	193,5	0,51	331,0				
4700	269,5	0,71	595,6	202,1	0,53	357,4				
4900	280,9	0,74	641,6	210,7	0,55	384,8				
5100	292,4	0,77	689,1	219,3	0,58	413,1				
5300	303,9	0,80	738,1	227,9	0,60	442,2				
5500	315,3	0,83	788,6	236,5	0,62	472,2				
5700	326,8	0,86	840,7	245,1	0,64	503,2				
5900	338,3	0,89	894,3	253,7	0,67	535,0				
6100	349,7	0,92	949,4	262,3	0,69	567,7				
6300	361,2	0,95	1006,1	270,9	0,71	601,3				
6500	372,7	0,98	1064,2	279,5	0,73	635,7				
6700	288,1	0,76	671,1							
6900	296,7	0,78	707,3							
7100	305,3	0,80	744,3							
7300	313,9	0,83	782,2							
7500	322,5	0,85	821,0							
7700	331,1	0,87	860,6							
7900	339,7	0,89	901,1							
8100	348,3	0,92	942,5							
8300	356,9	0,94	984,7							
8500	365,5	0,96	1027,7							
8800	378,4	0,99	1093,8							

Динамическая вязкость 0,000467 кг/м*с. Плотность 983 кг/м³

Потери давления для трубы AVF 20 x 2,8 при температуре воды 60 °С

Таблица 31

20 x 2,8	ΔT 10 K			ΔT 15 K			ΔT 20 K			
	Q, Вт	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м
600	51,6	0,09	12,0	34,4	0,06	6,1	25,8	0,04	3,8	
700	60,2	0,10	15,6	40,1	0,07	7,9	30,1	0,05	4,9	
800	68,8	0,12	19,6	45,9	0,08	9,9	34,4	0,06	6,1	
900	77,4	0,13	24,0	51,6	0,09	12,0	38,7	0,07	7,4	
1000	86,0	0,15	28,8	57,3	0,10	14,4	43,0	0,07	8,8	
1100	94,6	0,16	33,9	63,1	0,11	16,9	47,3	0,08	10,4	
1200	103,2	0,18	39,4	68,8	0,12	19,6	51,6	0,09	12,0	
1300	111,8	0,19	45,3	74,5	0,13	22,5	55,9	0,10	13,8	
1400	120,4	0,21	51,4	80,3	0,14	25,6	60,2	0,10	15,6	
1600	137,6	0,23	64,9	91,7	0,16	32,2	68,8	0,12	19,6	
1800	154,8	0,26	79,6	103,2	0,18	39,4	77,4	0,13	24,0	
2000	172,0	0,29	95,7	114,7	0,20	47,3	86,0	0,15	28,8	
2200	189,2	0,32	113,0	126,1	0,22	55,8	94,6	0,16	33,9	
2400	206,4	0,35	131,7	137,6	0,23	64,9	103,2	0,18	39,4	
2600	223,6	0,38	151,6	149,1	0,25	74,5	111,8	0,19	45,3	
2800	240,8	0,41	172,7	160,5	0,27	84,8	120,4	0,21	51,4	
3000	258,0	0,44	195,0	172,0	0,29	95,7	129,0	0,22	58,0	
3200	275,2	0,47	218,6	183,5	0,31	107,1	137,6	0,23	64,9	
3400	292,4	0,50	243,3	194,9	0,33	119,1	146,2	0,25	72,1	
3600	309,6	0,53	269,2	206,4	0,35	131,7	154,8	0,26	79,6	
3800	326,8	0,56	296,3	217,9	0,37	144,8	163,4	0,28	87,5	
4000	344,0	0,59	324,6	229,3	0,39	158,5	172,0	0,29	95,7	
4200	361,2	0,62	354,0	240,8	0,41	172,7	180,6	0,31	104,2	
4400	378,4	0,65	384,6	252,3	0,43	187,4	189,2	0,32	113,0	
4600	395,6	0,67	416,4	263,7	0,45	202,7	197,8	0,34	122,2	
4800	412,8	0,70	449,2	275,2	0,47	218,6	206,4	0,35	131,7	
5000	430,0	0,73	483,2	286,7	0,49	234,9	215,0	0,37	141,5	
5200	447,2	0,76	518,3	298,1	0,51	251,8	223,6	0,38	151,6	
5400	464,4	0,79	554,6	309,6	0,53	269,2	232,2	0,40	162,0	
5600	481,6	0,82	591,9	321,1	0,55	287,2	240,8	0,41	172,7	
5800	498,8	0,85	630,4	332,5	0,57	305,6	249,4	0,43	183,7	
6000	516,0	0,88	670,0	344,0	0,59	324,6	258,0	0,44	195,0	
6200	533,2	0,91	710,6	355,5	0,61	344,1	266,6	0,45	206,6	
6400	550,4	0,94	752,4	366,9	0,63	364,1	275,2	0,47	218,6	
6600	567,6	0,97	795,3	378,4	0,65	384,6	283,8	0,48	230,8	
6800	584,8	1,00	839,2	389,9	0,66	405,6	292,4	0,50	243,3	
7000	401,3	0,68	427,2	301,0	0,51	256,1				
7200	412,8	0,70	449,2	309,6	0,53	269,2				
7400	424,3	0,72	471,8	318,2	0,54	282,6				
7600	435,7	0,74	494,8	326,8	0,56	296,3				
7800	447,2	0,76	518,3	335,4	0,57	310,3				
8000	458,7	0,78	542,4	344,0	0,59	324,6				
8200	470,1	0,80	566,9	352,6	0,60	339,2				
8400	481,6	0,82	591,9	361,2	0,62	354,0				
8600	493,1	0,84	617,5	369,8	0,63	369,2				
8800	504,5	0,86	643,5	378,4	0,65	384,6				
9000	516,0	0,88	670,0	387,0	0,66	400,3				
9200	527,5	0,90	697,0	395,6	0,67	416,4				
9600	550,4	0,94	752,4	412,8	0,70	449,2				
9800	561,9	0,96	780,9	421,4	0,72	466,1				
0000	573,3	0,98	809,8	430,0	0,73	483,2				
0500	451,5	0,77	527,3							
1000	473,0	0,81	573,1							
1500	494,5	0,84	620,7							
2000	516,0	0,88	670,0							
2500	537,5	0,92	721,0							
3000	559,0	0,95	773,7							
3500	580,5	0,99	828,1							

Динамическая вязкость 0,000467 кг/м*с. Плотность 983 кг/м³

Потери давления для трубы AVF 25 x 3,5 при температуре воды 60 °С

Таблица 32

25 x 3,5	ΔT 10 K			ΔT 15 K			ΔT 20 K			
	Q, Вт	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м
1000	86,0	0,09	10,0	57,3	0,06	5,0	43,0	0,05	3,1	
1100	94,6	0,10	11,8	63,1	0,07	5,9	47,3	0,05	3,6	
1200	103,2	0,11	13,7	68,8	0,08	6,9	51,6	0,06	4,2	
1300	111,8	0,12	15,7	74,5	0,08	7,9	55,9	0,06	4,8	
1400	120,4	0,13	17,9	80,3	0,09	8,9	60,2	0,07	5,5	
1500	129,0	0,14	20,1	86,0	0,09	10,0	64,5	0,07	6,2	
1600	137,6	0,15	22,5	91,7	0,10	11,2	68,8	0,08	6,9	
1700	146,2	0,16	25,0	97,5	0,11	12,4	73,1	0,08	7,6	
1800	154,8	0,17	27,6	103,2	0,11	13,7	77,4	0,08	8,4	
1900	163,4	0,18	30,3	108,9	0,12	15,0	81,7	0,09	9,2	
2000	172,0	0,19	33,1	114,7	0,13	16,4	86,0	0,09	10,0	
2200	189,2	0,21	39,0	126,1	0,14	19,4	94,6	0,10	11,8	
2400	206,4	0,23	45,4	137,6	0,15	22,5	103,2	0,11	13,7	
2600	223,6	0,24	52,2	149,1	0,16	25,8	111,8	0,12	15,7	
2800	240,8	0,26	59,5	160,5	0,18	29,4	120,4	0,13	17,9	
3000	258,0	0,28	67,1	172,0	0,19	33,1	129,0	0,14	20,1	
3200	275,2	0,30	75,1	183,5	0,20	37,0	137,6	0,15	22,5	
3400	292,4	0,32	83,6	194,9	0,21	41,1	146,2	0,16	25,0	
3600	309,6	0,34	92,4	206,4	0,23	45,4	154,8	0,17	27,6	
3800	326,8	0,36	101,6	217,9	0,24	49,9	163,4	0,18	30,3	
4000	344,0	0,38	111,2	229,3	0,25	54,6	172,0	0,19	33,1	
4400	378,4	0,41	131,6	252,3	0,28	64,5	189,2	0,21	39,0	
4800	412,8	0,45	153,5	275,2	0,30	75,1	206,4	0,23	45,4	
5200	447,2	0,49	176,9	298,1	0,33	86,5	223,6	0,24	52,2	
5600	481,6	0,53	201,8	321,1	0,35	98,5	240,8	0,26	59,5	
6000	516,0	0,56	228,2	344,0	0,38	111,2	258,0	0,28	67,1	
6400	550,4	0,60	256,0	366,9	0,40	124,7	275,2	0,30	75,1	
6800	584,8	0,64	285,3	389,9	0,43	138,8	292,4	0,32	83,6	
7200	619,2	0,68	316,0	412,8	0,45	153,5	309,6	0,34	92,4	
7600	653,6	0,71	348,1	435,7	0,48	169,0	326,8	0,36	101,6	
8000	688,0	0,75	381,6	458,7	0,50	185,1	344,0	0,38	111,2	
8500	731,0	0,80	425,4	487,3	0,53	206,1	365,5	0,40	128,8	
9000	774,0	0,84	471,5	516,0	0,56	228,2	387,0	0,42	137,0	
9500	817,0	0,89	519,7	544,7	0,59	251,3	408,5	0,45	150,7	
0000	860,0	0,94	570,0	573,3	0,63	275,4	430,0	0,47	165,1	
0500	903,0	0,99	622,5	602,0	0,66	300,4	451,5	0,49	180,0	
1000	630,7	0,69	326,5	473,0	0,52	195,5				
1500	659,3	0,72	353,6	494,5	0,54	211,6				
2000	688,0	0,75	381,6	516,0	0,56	228,2				
2500	716,7	0,78	410,6	537,5	0,59	245,4				
3000	745,3	0,81	440,6	559,0	0,61	263,2				
3500	774,0	0,84	471,5	580,5	0,63	281,5				
4000	802,7	0,88	503,4	602,0	0,66	300,4				
4500	831,3	0,91	536,2	623,5	0,68	319,9				
5000	860,0	0,94	570,0	645,0	0,70	339,9				
5500	888,7	0,97	604,8	666,5	0,73	360,5				
6000	917,3	1,00	640,5	688,0	0,75	381,6				
6500	709,5	0,77	403,2							
7000	731,0	0,80	425,4							
7500	752,5	0,82	448,2							
8000	774,0	0,84	471,5							
8500	795,5	0,87	495,3							
9000	817,0	0,89	519,7							
9500	838,5	0,92	544,6							
0000	860,0	0,94	570,0							
0500	881,5	0,96	596,0							
1000	903,0	0,99	622,5							
1400	920,2	1,00	644,1							

Динамическая вязкость 0,000467 кг/м*с. Плотность 983 кг/м³

Потери давления для трубы AVF 32 x 4,4 при температуре воды 60 °С

Таблица 33

32 x 4,4	ΔT 10 K			ΔT 15 K			ΔT 20 K			
	Q, Вт	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м
1800	154,8	0,10	8,3	103,2	0,07	4,1	77,4	0,05	2,5	
2000	172,0	0,11	9,9	114,7	0,08	5,0	86,0	0,06	3,0	
2200	189,2	0,12	11,7	126,1	0,08	5,8	94,6	0,06	3,6	
2400	206,4	0,14	13,6	137,6	0,09	6,8	103,2	0,07	4,1	
2600	223,6	0,15	15,6	149,1	0,10	7,8	111,8	0,07	4,7	
2800	240,8	0,16	17,8	160,5	0,11	8,8	120,4	0,08	5,4	
3000	258,0	0,17	20,0	172,0	0,11	9,9	129,0	0,08	6,1	
3200	275,2	0,18	22,4	183,5	0,12	11,1	137,6	0,09	6,8	
3400	292,4	0,19	24,9	194,9	0,13	12,3	146,2	0,10	7,5	
3600	309,6	0,20	27,5	206,4	0,14	13,6	154,8	0,10	8,3	
3800	326,8	0,21	30,3	217,9	0,14	14,9	163,4	0,11	9,1	
4000	344,0	0,23	33,1	229,3	0,15	16,3	172,0	0,11	9,9	
4200	361,2	0,24	36,1	240,8	0,16	17,8	180,6	0,12	10,8	
4400	378,4	0,25	39,1	252,3	0,17	19,3	189,2	0,12	11,7	
4600	395,6	0,26	42,3	263,7	0,17	20,8	197,8	0,13	12,6	
4800	412,8	0,27	45,6	275,2	0,18	22,4	206,4	0,14	13,6	
5000	430,0	0,28	49,0	286,7	0,19	24,1	215,0	0,14	14,6	
5500	473,0	0,31	57,9	315,3	0,21	28,4	236,5	0,16	17,2	
6000	516,0	0,34	67,5	344,0	0,23	33,1	258,0	0,17	20,0	
6500	559,0	0,37	77,8	372,7	0,24	38,1	279,5	0,18	23,0	
7000	602,0	0,40	88,7	401,3	0,26	43,4	301,0	0,20	26,2	
7500	645,0	0,42	100,2	430,0	0,28	49,0	322,5	0,21	29,6	
8000	688,0	0,45	112,4	458,7	0,30	54,9	344,0	0,23	33,1	
8500	731,0	0,48	125,2	487,3	0,32	61,0	365,5	0,24	36,8	
9000	774,0	0,51	138,6	516,0	0,34	67,5	387,0	0,25	40,7	
9500	817,0	0,54	152,6	544,7	0,36	74,3	408,5	0,27	44,7	
10000	860,0	0,57	167,2	573,3	0,38	81,3	430,0	0,28	49,0	
10500	903,0	0,59	182,5	602,0	0,40	88,7	451,5	0,30	53,4	
11000	946,0	0,62	198,3	630,7	0,41	96,3	473,0	0,31	57,9	
11500	989,0	0,65	214,8	659,3	0,43	104,2	494,5	0,32	62,6	
12000	1032,0	0,68	231,8	688,0	0,45	112,4	516,0	0,34	67,5	
12500	1075,0	0,71	249,4	716,7	0,47	120,8	537,5	0,35	72,6	
13000	1118,0	0,73	267,6	745,3	0,49	129,6	559,0	0,37	77,8	
13500	1161,0	0,76	286,4	774,0	0,51	138,6	580,5	0,38	83,1	
14000	1204,0	0,79	305,8	802,7	0,53	147,9	602,0	0,40	88,7	
14500	1247,0	0,82	325,7	831,3	0,55	157,4	623,5	0,41	94,4	
15000	1290,0	0,85	346,3	860,0	0,57	167,2	645,0	0,42	100,2	
16000	1376,0	0,90	389,0	917,3	0,60	187,7	688,0	0,45	112,4	
17000	1462,0	0,96	434,1	974,7	0,64	209,2	731,0	0,48	125,2	
18000	1032,0	0,68	231,8	774,0	0,51	138,6				
19000	1089,3	0,72	255,4	817,0	0,54	152,6				
20000	1146,7	0,75	280,1	860,0	0,57	167,2				
21000	1204,0	0,79	305,8	903,0	0,59	182,5				
22000	1261,3	0,83	332,5	946,0	0,62	198,3				
23000	1318,7	0,87	360,3	989,0	0,65	214,8				
24000	1376,0	0,90	389,0	1032,0	0,68	231,8				
25000	1433,3	0,94	418,8	1075,0	0,71	249,4				
26000	1490,7	0,98	449,6	1118,0	0,73	267,6				
27000	1161,0	0,76	286,4							
28000	1204,0	0,79	305,8							
29000	1247,0	0,82	325,7							
30000	1290,0	0,85	346,3							
31000	1333,0	0,88	367,4							
32000	1376,0	0,90	389,0							
33000	1419,0	0,93	411,3							
34000	1462,0	0,96	434,1							
35000	1505,0	0,99	457,5							
35500	1526,5	1,00	469,4							

Динамическая вязкость 0,000467 кг/м*с. Плотность 983 кг/м³

Потери давления для трубы AVF 40 x 5,5 при температуре воды 60 °С

Таблица 34

40 x 5,5	ΔT 10 K			ΔT 15 K			ΔT 20 K			
	Q, Вт	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м
2800	240,8	0,10	6,2	160,5	0,07	3,1	120,4	0,05	1,9	
3000	258,0	0,11	7,0	172,0	0,07	3,5	129,0	0,05	2,1	
3200	275,2	0,12	7,8	183,5	0,08	3,9	137,6	0,06	2,4	
3400	292,4	0,12	8,6	194,9	0,08	4,3	146,2	0,06	2,6	
3600	309,6	0,13	9,5	206,4	0,09	4,7	154,8	0,07	2,9	
3800	326,8	0,14	10,5	217,9	0,09	5,2	163,4	0,07	3,2	
4000	344,0	0,14	11,5	229,3	0,10	5,7	172,0	0,07	3,5	
4500	387,0	0,16	14,1	258,0	0,11	7,0	193,5	0,08	4,2	
5000	430,0	0,18	16,9	286,7	0,12	8,3	215,0	0,09	5,1	
5500	473,0	0,20	20,0	315,3	0,13	9,8	236,5	0,10	6,0	
6000	516,0	0,22	23,3	344,0	0,14	11,5	258,0	0,11	7,0	
6500	559,0	0,24	26,8	372,7	0,16	13,2	279,5	0,12	8,0	
7000	602,0	0,25	30,5	401,3	0,17	15,0	301,0	0,13	9,1	
7500	645,0	0,27	34,4	430,0	0,18	16,9	322,5	0,14	10,2	
8000	688,0	0,29	38,6	458,7	0,19	18,9	344,0	0,14	11,5	
8500	731,0	0,31	42,9	487,3	0,20	21,0	365,5	0,15	12,7	
9000	774,0	0,33	47,5	516,0	0,22	23,3	387,0	0,16	14,1	
9500	817,0	0,34	52,3	544,7	0,23	25,6	408,5	0,17	15,4	
10000	860,0	0,36	57,2	573,3	0,24	28,0	430,0	0,18	16,9	
10500	903,0	0,38	62,4	602,0	0,25	30,5	451,5	0,19	18,4	
11000	946,0	0,40	67,8	630,7	0,27	33,1	473,0	0,20	20,0	
11500	989,0	0,42	73,4	659,3	0,28	35,8	494,5	0,21	21,6	
12000	1032,0	0,43	79,1	688,0	0,29	38,6	516,0	0,22	23,3	
13000	1118,0	0,47	91,3	745,3	0,31	44,4	559,0	0,24	26,8	
14000	1204,0	0,51	104,2	802,7	0,34	50,7	602,0	0,25	30,5	
15000	1290,0	0,54	117,9	860,0	0,36	57,2	645,0	0,27	34,4	
16000	1376,0	0,58	132,3	917,3	0,39	64,2	688,0	0,29	38,6	
17000	1462,0	0,61	147,5	974,7	0,41	71,5	731,0	0,31	42,9	
18000	1548,0	0,65	163,4	1032,0	0,43	79,1	774,0	0,33	47,5	
19000	1634,0	0,69	180,1	1089,3	0,46	87,1	817,0	0,34	52,3	
20000	1720,0	0,72	197,5	1146,7	0,48	95,5	860,0	0,36	57,2	
21000	1806,0	0,76	215,7	1204,0	0,51	104,2	903,0	0,38	62,4	
22000	1892,0	0,80	234,5	1261,3	0,53	113,2	946,0	0,40	67,8	
23000	1978,0	0,83	254,1	1318,7	0,55	122,6	989,0	0,42	73,4	
24000	2064,0	0,87	274,5	1376,0	0,58	132,3	1032,0	0,43	79,1	
25000	2150,0	0,90	295,5	1433,3	0,60	142,3	1075,0	0,45	85,1	
26000	2236,0	0,94	317,3	1490,7	0,63	152,7	1118,0	0,47	91,3	
27000	2322,0	0,98	339,7	1548,0	0,65	163,4	1161,0	0,49	97,6	
28000	1605,3	0,68	174,5	1204,0	0,51	104,2				
29000	1662,7	0,70	185,8	1247,0	0,52	110,9				
30000	1720,0	0,72	197,5	1290,0	0,54	117,9				
31000	1777,3	0,75	209,5	1333,0	0,56	125,0				
32000	1834,7	0,77	221,9	1376,0	0,58	132,3				
33000	1892,0	0,80	234,5	1419,0	0,60	139,8				
34000	1949,3	0,82	247,5	1462,0	0,61	147,5				
35000	2006,7	0,84	260,8	1505,0	0,63	155,4				
36000	2064,0	0,87	274,5	1548,0	0,65	163,4				
37000	2121,3	0,89	288,4	1591,0	0,67	171,7				
38000	2178,7	0,92	302,7	1634,0	0,69	180,1				
39000	2236,0	0,94	317,3	1677,0	0,71	188,7				
40000	2293,3	0,96	332,2	1720,0	0,72	197,5				
42000	1806,0	0,76	215,7							
44000	1892,0	0,80	234,5							
46000	1978,0	0,893	254,1							
48000	2064,0	0,87	274,5							
50000	2150,0	0,90	295,5							
52000	2236,0	0,94	317,3							
55000	2365,0	0,99	351,2							

Динамическая вязкость 0,000467 кг/м*с. Плотность 983 кг/м³

Потери давления для трубы AVF 50 x 6,9 при температуре воды 60 °С

Таблица 35

50 x 6,9	ΔT 10 K			ΔT 15 K			ΔT 20 K			
	Q, Вт	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м
4500	387,0	0,10	4,9	258,0	0,07	2,4	193,5	0,05	1,5	
5000	430,0	0,12	5,9	286,7	0,08	2,9	215,0	0,06	1,8	
5500	473,0	0,13	7,0	315,3	0,09	3,4	236,5	0,06	2,1	
6000	516,0	0,14	8,1	344,0	0,09	4,0	258,0	0,07	2,4	
6500	559,0	0,15	9,3	372,7	0,10	4,6	279,5	0,08	2,8	
7000	602,0	0,16	10,6	401,3	0,11	5,2	301,0	0,08	3,2	
7500	645,0	0,17	11,9	430,0	0,12	5,9	322,5	0,09	3,6	
8000	688,0	0,19	13,4	458,7	0,12	6,6	344,0	0,09	4,0	
8500	731,0	0,20	14,9	487,3	0,13	7,3	365,5	0,10	4,4	
9000	774,0	0,21	16,5	516,0	0,14	8,1	387,0	0,10	4,9	
9500	817,0	0,22	18,1	544,7	0,15	8,9	408,5	0,11	5,4	
10000	860,0	0,23	19,8	573,3	0,15	9,7	430,0	0,12	5,9	
11000	946,0	0,26	23,4	630,7	0,17	11,5	473,0	0,13	7,0	
12000	1032,0	0,28	27,3	688,0	0,19	13,4	516,0	0,14	8,1	
13000	1118,0	0,30	31,5	745,3	0,20	15,4	559,0	0,15	9,3	
14000	1204,0	0,32	35,9	802,7	0,22	17,5	602,0	0,16	10,6	
15000	1290,0	0,35	40,6	860,0	0,23	19,8	645,0	0,17	11,9	
16000	1376,0	0,37	45,5	917,3	0,25	22,2	688,0	0,19	13,4	
17000	1462,0	0,39	50,7	974,7	0,26	24,7	731,0	0,20	14,9	
18000	1548,0	0,42	56,2	1032,0	0,28	27,3	774,0	0,21	16,5	
19000	1634,0	0,44	61,9	1089,3	0,29	30,1	817,0	0,22	18,1	
20000	1720,0	0,46	67,8	1146,7	0,31	32,9	860,0	0,23	19,8	
21000	1806,0	0,49	74,0	1204,0	0,32	35,9	903,0	0,24	21,6	
22000	1892,0	0,51	80,4	1261,3	0,34	39,0	946,0	0,26	23,4	
23000	1978,0	0,53	87,1	1318,7	0,36	42,2	989,0	0,27	25,4	
24000	2064,0	0,56	94,0	1376,0	0,37	45,5	1032,0	0,28	27,3	
25000	2150,0	0,58	101,1	1433,3	0,39	49,0	1075,0	0,29	29,4	
26000	2236,0	0,60	108,5	1490,7	0,40	52,5	1118,0	0,30	31,5	
27000	2322,0	0,63	116,1	1548,0	0,42	56,2	1161,0	0,31	33,7	
28000	2408,0	0,65	124,0	1605,3	0,43	59,9	1204,0	0,32	35,9	
29000	2494,0	0,67	132,0	1662,7	0,45	63,8	1247,0	0,34	38,2	
30000	2580,0	0,70	140,4	1720,0	0,46	67,8	1290,0	0,35	40,6	
32000	2752,0	0,74	157,7	1834,7	0,50	76,1	1376,0	0,37	45,5	
34000	2924,0	0,79	176,0	1949,3	0,53	84,8	1462,0	0,39	50,7	
36000	3096,0	0,84	195,1	2064,0	0,56	94,0	1548,0	0,42	56,2	
38000	3268,0	0,88	215,2	2178,7	0,59	103,5	1634,0	0,44	61,9	
40000	3440,0	0,93	236,2	2293,3	0,62	113,5	1720,0	0,46	67,8	
42000	3612,0	0,97	258,1	2408,0	0,65	124,0	1806,0	0,49	74,0	
44000	2522,7	0,68	134,8	1892,0	0,51	80,4				
46000	2637,3	0,71	146,0	1978,0	0,53	87,1				
48000	2752,0	0,74	157,7	2064,0	0,56	94,0				
50000	2866,7	0,77	169,8	2150,0	0,58	101,1				
52000	2981,3	0,80	182,2	2236,0	0,60	108,5				
54000	3096,0	0,84	195,1	2322,0	0,63	116,1				
56000	3210,7	0,87	208,4	2408,0	0,65	124,0				
58000	3325,3	0,90	222,1	2494,0	0,67	132,0				
60000	3440,3	0,93	236,2	2580,0	0,70	140,4				
62000	3554,7	0,96	250,7	2666,0	0,72	148,9				
64000	3669,3	0,99	265,5	2752,0	0,74	157,7				
66000	561,9	0,96	780,9	2838,0	0,77	166,7				
68000	573,3	0,98	809,8	2924,0	0,79	176,0				
70000	3010,0	0,81	185,4							
73000	3139,0	0,85	200,1							
75000	3225,0	0,87	210,1							
77000	3311,0	0,89	220,4							
80000	3440,0	0,93	236,2							
83000	3569,0	0,96	252,5							
86000	3698,0	1,00	269,3							

Динамическая вязкость 0,000467 кг/м*с. Плотность 983 кг/м³

Потери давления для трубы AVF 63 x 8,6 при температуре воды 60 °С

Таблица 36

63 x 8,6	ΔT 10 K			ΔT 15 K			ΔT 20 K		
	Q, Вт	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с	R, Па/м	m, кг/ч	w, м/с
7000	602,0	0,10	3,5	401,3	0,07	1,7	301,0	0,05	1,1
8000	688,0	0,12	4,5	458,7	0,08	2,2	344,0	0,06	1,3
9000	774,0	0,13	5,5	516,0	0,09	2,7	387,0	0,07	1,6
10000	860,0	0,15	6,6	573,3	0,10	3,2	430,0	0,07	2,0
11000	946,0	0,16	7,8	630,7	0,11	3,8	473,0	0,08	2,3
12000	1032,0	0,18	9,1	688,0	0,12	4,5	516,0	0,09	2,7
13000	1118,0	0,19	10,4	745,3	0,13	5,1	559,0	0,10	3,1
14000	1204,0	0,20	11,9	802,7	0,14	5,8	602,0	0,10	3,5
15000	1290,0	0,22	13,4	860,0	0,15	6,6	645,0	0,11	4,0
16000	1376,0	0,23	15,1	917,3	0,16	7,4	688,0	0,12	4,5
18000	1548,0	0,26	18,6	1032,0	0,18	9,1	774,0	0,13	5,5
20000	1720,0	0,29	22,4	1146,7	0,20	10,9	860,0	0,15	6,6
22000	1892,0	0,32	26,5	1261,3	0,21	12,9	946,0	0,16	7,8
24000	2064,0	0,35	31,0	1376,0	0,23	15,1	1032,0	0,18	9,1
26000	2236,0	0,38	35,7	1490,7	0,25	17,4	1118,0	0,19	10,4
28000	2408,0	0,41	40,8	1605,3	0,27	19,8	1204,0	0,20	11,9
30000	2580,0	0,44	46,1	1720,0	0,29	22,4	1290,0	0,22	13,4
32000	2752,0	0,47	51,8	1834,7	0,31	25,1	1376,0	0,23	15,1
34000	2924,0	0,50	57,7	1949,3	0,33	28,0	1462,0	0,25	16,8
36000	3096,0	0,53	63,9	2064,0	0,35	31,0	1548,0	0,26	18,6
38000	3268,0	0,56	70,5	2178,7	0,37	34,1	1634,0	0,28	20,4
40000	3440,0	0,59	77,3	2293,3	0,39	37,4	1720,0	0,29	22,4
42000	3612,0	0,61	84,4	2408,0	0,41	40,8	1806,0	0,31	24,4
44000	3784,0	0,64	91,8	2522,7	0,43	44,3	1892,0	0,32	26,5
46000	3956,0	0,67	99,4	2637,3	0,45	48,0	1978,0	0,34	28,7
48000	4128,0	0,70	107,4	2752,0	0,47	51,8	2064,0	0,35	31,0
50000	4300,0	0,73	115,6	2866,7	0,49	55,7	2150,0	0,37	33,3
52000	4472,0	0,76	124,1	2981,3	0,51	59,7	2236,0	0,38	35,7
54000	4644,0	0,79	132,9	3096,0	0,53	63,9	2322,0	0,39	38,2
56000	4816,0	0,82	141,9	3210,7	0,55	68,3	2408,0	0,41	40,8
58000	4988,0	0,85	151,3	3325,3	0,57	72,7	2494,0	0,42	43,4
60000	5160,0	0,88	160,9	3440,0	0,59	77,3	2580,0	0,44	46,1
62000	5332,0	0,91	170,7	3554,7	0,60	82,0	2666,0	0,45	48,9
64000	5504,0	0,94	180,9	3669,3	0,62	86,8	2752,0	0,47	51,8
66000	5676,0	0,97	191,3	3784,0	0,64	91,8	2838,0	0,48	54,7
68000	5848,0	0,99	202,0	3898,7	0,66	96,8	2924,0	0,50	57,7
70000	4013,3	0,68	102,0	3010,0	0,51	60,8			
72000	4128,0	0,70	107,4	3096,0	0,53	63,9			
74000	4242,7	0,72	112,8	3182,0	0,54	67,2			
76000	4357,3	0,74	118,4	3268,0	0,56	70,5			
78000	4472,0	0,76	124,1	3354,0	0,57	73,8			
80000	4586,7	0,78	129,9	3440,0	0,59	77,3			
82000	4701,3	0,80	135,9	3526,0	0,60	80,8			
84000	4816,0	0,82	141,9	3612,0	0,61	84,4			
86000	4930,7	0,84	148,1	3698,0	0,63	88,0			
88000	5045,3	0,86	154,4	3784,0	0,64	91,8			
90000	5160,0	0,88	160,9	3870,0	0,66	95,6			
92000	5274,7	0,90	167,5	3956,0	0,67	99,4			
94000	5389,3	0,92	174,1	4042,0	0,69	103,4			
96000	5504,0	0,94	180,9	4128,0	0,71	107,4			
98000	5618,7	0,96	187,8	4214,0	0,72	111,4			
100000	5733,3	0,98	194,7	4300,0	0,74	115,6			
102000	5848,0	0,99	202,0	4386,0	0,75	119,8			
104000	5962,7	1,01	209,0	4472,0	0,77	124,1			
106000	4558,0	0,78	128,5						
108000	4672,7	0,80	135,9						
110000	4787,3	0,82	143,3						
112000	4902,0	0,83	146,6						
114000	5016,7	0,85	153,9						
116000	5131,3	0,87	161,3						
118000	5246,0	0,89	168,7						
120000	5360,7	0,91	176,1						
122000	5475,3	0,93	183,5						
124000	5590,0	0,95	190,9						
126000	5704,7	0,97	198,3						
128000	5819,3	0,99	205,7						
130000	5934,0	1,01	213,1						
132000	6048,7	1,03	220,5						
134000	6163,3	1,05	227,9						
136000	6278,0	1,07	235,3						
138000	6392,7	1,09	242,7						
140000	6507,3	1,11	250,1						
142000	6622,0	1,13	257,5						
144000	6736,7	1,15	264,9						
146000	6851,3	1,17	272,3						
148000	6966,0	1,19	279,7						
150000	7080,7	1,21	287,1						

Испытания смонтированных систем

По действующим в РФ строительным нормам и правилам, по завершении монтажа монтажная организация должна выполнить:

- испытания систем отопления, теплоснабжения, холодного и горячего водоснабжения гидростатическим или манометрическим методом с составлением соответствующего акта;
- тепловое испытание системы отопления на равномерный прогрев отопительных приборов;
- индивидуальные испытания установленного оборудования с составлением актов об испытаниях.

Гидравлическое испытание системы отопления

После окончания монтажных работ проводится испытание системы на герметичность при давлении, превышающем рабочее в 1,5 раза, но не менее 6 бар, при постоянной температуре воды. Предохранительные и измерительные устройства следует демонтировать, установив трубные вставки. К системе подключается манометр с точностью измерения не более 0,1 бар. Система заполняется водой постепенно, при открытых воздуховыпускных устройствах для предотвращения образования воздушных пробок. Гидравлические испытания проводятся при постоянной температуре в два этапа.

Предварительное испытание

На первом этапе в течение 30 мин. дважды поднимают давление до расчетной величины с интервалом 10 мин. В последующие 30 мин. падение давления в системе не должно превышать 0,6 бар при отсутствии протечек.

Основное испытание

На втором этапе в последующие 2 ч падение давления (от давления, достигнутого на первом этапе) не должно превысить 0,2 бар при отсутствии протечек.

Тепловое испытание системы отопления

Тепловое испытание систем отопления может проводиться как при положительных, так и отрицательных температурах наружного воздуха. Температура теплоносителя устанавливается в первом случае на 60 °С или более, во втором случае она должна соответствовать принятому графику температуры теплоносителя по температуре наружного воздуха, но быть не менее 50 °С. При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно. Тепловое испытание системы отопления следует производить в течение 7 ч, при этом проверяется равномерность прогрева отопительных приборов (на ощупь).

Гидростатические испытания систем холодного и горячего водоснабжения

Величину пробного давления при гидростатическом методе испытания следует принимать равной 1,5 избыточного рабочего давления. Испытания должны производиться до установки водоразборной арматуры. Выдержавшими испытания считаются системы, если в течение 10 мин. нахождения под пробным давлением при гидростатическом методе испытаний не обнаружено падения давления более 0,5 бар и капель в местах соединений всех видов – сварных швах, трубах, резьбовых соединениях и арматуре.

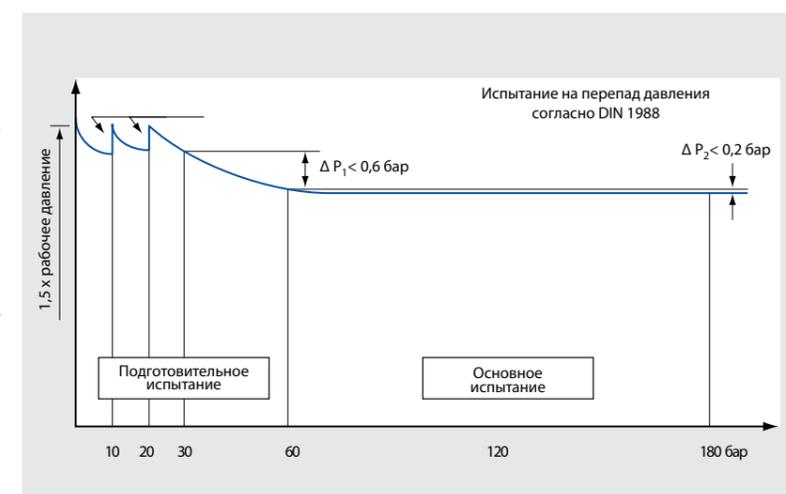


Рис. 82. График контроля гидравлических испытаний

Промывка систем холодного и горячего водоснабжения

Системы внутреннего холодного и горячего водоснабжения по окончании их монтажа должны быть промыты водой до выхода ее без механических взвесей. Промывка систем хозяйственно-питьевого водоснабжения считается законченной после выхода воды, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 2874-82.

Особенности испытаний систем, выполненных из полимерных трубопроводов

Эластичность стенок полимерных трубопроводов определяет значительные упругие деформации по сравнению с металлическими трубопроводами при повышении внутреннего давления. Так как вода считается практически несжимаемой средой, во время проведения гидростатических испыта-

ний в полимерных трубопроводах могут наблюдаться существенные падения давления, не обязательно связанные с утечками воды через неплотности. Дополнительным фактором, влияющим на результаты испытаний, является постоянство температуры воды. Изменение температуры воды на 10 °С может привести к изменению внутреннего давления на 0,5 – 1 бар.

Стойкость трубы AVF к воздействию химических реагентов

Вещество	20°C	60°C	Вещество	20°C	60°C
Ацетон	+		Хромовая кислота/серная кислота	+	-
Акрилонитрил	+	+	Циклогексан	+	О
Этилацетат	+	О	Циклогексанол	+	+
Этиловый спирт	+	+	Циклогексанон	+	О
Этиленгликоль	+	+	Декалин	+	-
Аллиловый спирт	+	О	Диэтиловый эфир	О	
Хлористый алюминий безводный	+	+	Дибутилфталат	+	О
Сульфат алюминий водный	+	+	Дихлорэтилен	О	-
Муравьиная кислота	+	+	Дизельное топливо	+	О
Аммиак водный	+	+	Синтетические моющие средства	+	+
Хлорид аммония водный	+	+	Уксусная кислота	+	+
Сульфат аммония водный	+	+	Эфиры алифатические	+	О
Анилин чистый	+	+	Эфиры ароматические	О	О
Бензин	+	О	Фтор	-	-
Бензол	О	-	Фтористо-водородная кислота (70 %)	+	О
Бензойная кислота водная	+	+	Формальдегид (40 %)	+	+
Битум	+	+	Фреон	О	-
Пиво	+	+	Гликоли	+	+
Белильный щелок	+		Глицерин	+	+
Бром	-	-	Мазут	+	О
Бутиловый спирт	+	+	Гексан	+	+
Масло сливочное	+	+	Йодная настойка	+	О
Масляная кислота	+	О	Бихромат калия (40 %)	+	+
Бутилацетат	+	О	Хлорид калия водный	+	+
Бутиленгликоль	+	+	Гидроксид калия 30 %-ный раствор	+	+
Хлор, жидкий	-	-	Перманганат калия 20 %-ный раствор	+	+
Газообразный хлор влажный	О	-	Царская водка	-	-
Хлороформ	О	-	Углекислота	+	+
Хромовая кислота 50%-ная	+	-	Крезол	+	О
Хлороформ	О	-	Льняное масло	+	+

Список литературы

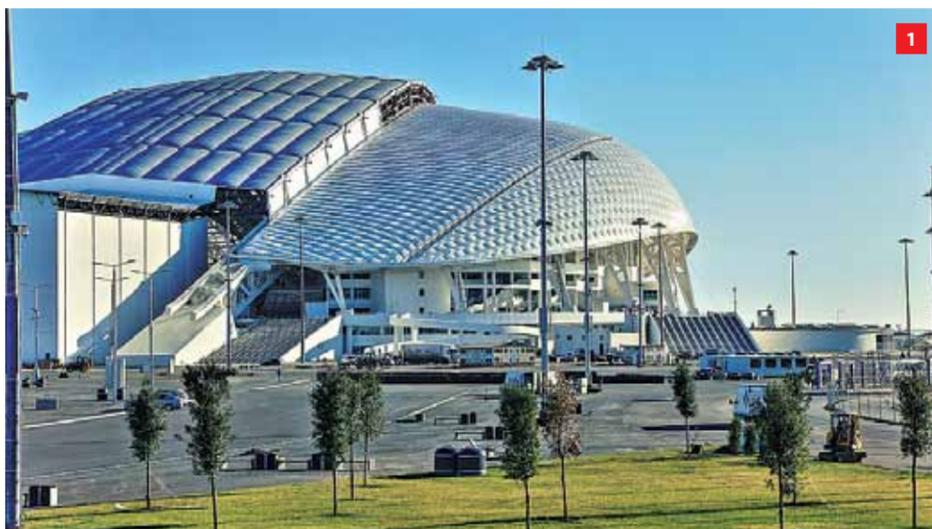
1. **СП 30.13330.2012** "Внутренний водопровод и канализация зданий" актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85
2. **СП 60.13330.2012** "Отопление, вентиляция и кондиционирование" актуализированная редакция СНиП 41-01-2003
3. **СП 40-102-2000** "Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов"
4. **СП 41-109-2005** "Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из "сшитого" полиэтилена"
5. П.Н. Каменев, А.Н. Сканава, В.Н. Богословский. "Отопление и вентиляция" часть 1 "Отопление"
6. **ГОСТ 32415-2013** "Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления"
7. **СП 54.13330.2011** "Здания жилые многоквартирные"
8. **СП 118.13330.2012** "Общественные здания и сооружения" актуализированная редакция СНиП 31-06-2009

Таблица 37

Вещество	20°C	60°C	Вещество	20°C	60°C
Рыбий жир	+	+	Пропиловый спирт	+	+
Магниево-соли водные	+	+	Пиридин	+	О
Малеиновая кислота	+	+	Ртуть	+	+
Метилэтилкетон	+	О	Азотная кислота (30 %)	+	+
Метанол	+	+	Азотная кислота (50 %)	О	-
Хлористый метилен	О	-	Соляная кислота, конц.	+	+
Молоко	+	+	Серная кислота, до 50 %	+	+
Моторные масла	+	О	Серная кислота, до 98 %	О	-
Нефть	+	О	Трехокись серы	-	-
Нафталин	+	-	Сероводород	+	+
Гипохлорит натрия	+	О	Мыльный раствор	+	+
Нитробензол	+	О	Силиконовое масло	+	+
Раствор едкого натра	+	+	Стирол	О	-
Дымящая серная кислота	-	-	Скипидар	+	О
Эфирные масла	+	О	Тетрахлорметан	О	-
Растительные масла	+	О	Тетрагидрофуран	О	-
Щавелевая кислота (50 %)	+	+	Тетралин	+	О
Озон	О	-	Толуол	О	-
Озон, водный раствор менее 0,1%	+	-	Трихлорэтилен	О	-
Парафиновое масло	+	+	Трансформаторное масло	+	О
Петролейный эфир	+		Вазелины	+	О
Нефть/керосин	+	О	Вода	+	+
Гербициды	+	+	Перекись водорода (30 %)	+	+
Фенол	+	О	Перекись водорода (100 %)	+	-
Фосфаты, водные	+	+	Вино	+	+
Фосфорная кислота (95 %)	+	+	Моющие средства	+	+
Фталевая кислота (50 %)	+	+	Ксилол	О	-
Полигликоли	+	+	Лимонная кислота	+	+
Пропионовая кислота (50 %)	+	+			
Пропанол	+	+			

Примечание:

+ устойчив
 О условно
 - неустойчив



1

Спортивные сооружения

1. Стадион «Фишт», г. Сочи
2. Ледовый дворец «Айсберг», г. Сочи



3



2



4

Многофункциональные комплексы

3. Деловой центр «Москва-Сити». МФК «Меркурий-Сити»
4. Деловой центр «Москва-Сити». МФК «Евразия»
5. «Дом с шарниром», г. Москва



5



6

Жилые комплексы

6. Жилой комплекс «Балтийский квартал», г. Москва
7. Жилой комплекс «Сколково Парк»
8. Жилой квартал «Доминион», г. Москва



7



8

Жилые комплексы

9. Жилой комплекс «Долина Сетунь», г. Москва
10. Жилой комплекс «Андреевский», г. Москва
11. Жилой дом. Ул. Вавилова, дом 81, г. Москва
12. Жилой комплекс «Левобережный», г. Химки
13. Жилой комплекс «Немецкая деревня», г. Краснодар
14. Жилой комплекс «Трилогия», г. Москва

**Жилые комплексы**

15. Жилой комплекс «Чемпион Парк», г. Москва
16. Жилой комплекс «Четыре солнца», г. Москва
17. Жилой комплекс «Волинский», г. Москва



Подогрев наружных площадей
18, 19. Торговый комплекс «Outlet Village Белая Дача»



СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.СЛ16.В00064

Срок действия с 15.12.2014

по 15.12.2016

№ 0209957

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ

РОСС RU.0001.11СЛ16 от 14.10.2010 г. «Мосстройсертификация»
Россия, 119192, г. Москва, ул. Винницкая, дом 8
Тел./факс: (499) 739-29-62/739-30-86

ПРОДУКЦИЯ

Трубы напорные «AVF» из сшитого полиэтилена
Выпускаются по ТУ 2248-001-17105660-2008
Серийный выпуск

код ОК 005 (ОКП):

22 4811

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ТУ 2248-001-17105660-2008

код ТН ВЭД России:

3917

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ООО «ГОЛАН-ПЛАСТ»

Россия, 119530, г. Москва, ул. Генерала Дорохова, дом 14, корп. 1
Тел./факс: (495) 745-68-57, ИНН 7729432202

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН ООО «Стройсервис-АВФ»

Россия, 117209, г. Москва, Нахимовский пр-кт, дом 27, корп. 5
Тел./факс: (495) 545-44-40/ (495) 545-44-41

НА ОСНОВАНИИ Протокола сертификационных испытаний № 115 от 12.12.2014 г.

ИЦ «Мосстройиспытания», Россия, г. Москва, РОСС RU.0001.21СЛ27 от 14.10.2010 г.;
Свидетельства о государственной регистрации № 77.01.34.013.Е.002908.08.14 от 12.08.2014 г.
Роспотребнадзора РФ; Сертификата соответствия пожарной безопасности
№ НСОПБ.RU.ПР026/2.Н.00084 от 22.10.2013 г. до 21.10.2016 г. выдан ОС «Огнестойкость»
ЗАО «ЦСИ «Огнестойкость», Россия, г. Москва, НСОПБ ЮАБ0.RU.ОС.ПР.026/2 от 23.12.2011 г.
Акта от 17.11.2014 г. № 67 о результатах анализа состояния производства сертифицированной
продукции, выпускаемой ООО «ГОЛАН-ПЛАСТ».

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Сертификация по схеме За



Зам. Руководитель органа

Эксперт

Подпись
Подпись

Г.Д.Кудрявцева

инициалы, фамилия

Н.В.Митрофанова

инициалы, фамилия

Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации

ЕВРАЗЭС

**ТАМОЖЕННЫЙ СОЮЗ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

УПРАВЛЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И
БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ГОРОДУ МОСКВЕ
ГЛАВНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ САНИТАРНЫЙ ВРАЧ ПО ГОРОДУ МОСКВЕ
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ, МОСКВА

(уполномоченный орган Стороны, руководитель уполномоченного органа, наименование административно-территориального образования)

**СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации**

№ RU.77.01.34.013.Е.002908.08.14 от 12.08.2014 г.

Продукция:

Трубы напорные из сшитого полиэтилена торгового знака "AVF", марок: AQUA; THERMO. Изготовлена в соответствии с документами: с ТУ 2248-001-17105660-2008 "Трубы напорные "AVF" из сшитого полиэтилена", СТО 17105660-001-2010 "Трубы напорные "AVF" из сшитого полиэтилена". Изготовитель (производитель): ООО "Голан-Пласт", адрес: г. Москва, ул. Генерала Дорохова, д. 14, корп. 1 (Российская Федерация). Получатель: ООО "Стройсервис-АВФ", адрес: 113209, г. Москва, Нахимовский проспект, дом 27, корп. 5 (Российская Федерация).

(наименование продукции, нормативные и (или) технические документы, в соответствии с которыми и изготовлена продукция, наименование и место нахождения изготовителя (производителя), получателя)

соответствует

Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) утв. решением Комиссии таможенного союза № 999 от 28.05.2010 г. (пр. № 2) в единую регистрацию, внесена в Реестр свидетельств о государственной регистрации и разрешена для производства, реализации и использования

для транспортировки жидких и газообразных сред; систем холодного и горячего водоснабжения при постоянной температуре воды до 75 гр. С; низкотемпературного теплоснабжения при переменной температуре воды до 95 гр. С

Настоящее свидетельство выдано на основании (перечислить рассмотренные протоколы исследований, наименование организации (испытательной лаборатории, центра), проводившей исследования, другие рассмотренные документы):

Заявление № 02728 от 16.07.2014 г. Протоколы ИЦ ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве" (Аттестат аккредитации № ГСЭН.РУ.ЦОА.021) №20708 12-Т, 20709 12-Т от 09.06.2014 г., 20708 11, 20709 11 от 08.07.2014 г., экспертное заключение ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве" №77.01.12.П.002990.07.14 от 11.07.2014 г.

Срок действия свидетельства о государственной регистрации устанавливается на весь период изготовления продукции или поставок подконтрольных товаров на территорию таможенного союза

Подпись, ФИО, должность уполномоченного лица, выдавшего документ, и печать органа (учреждения), выдавшего документ

(Ф. И. О. Лодди)

№ 0310378

**Для
свидетельств
о государственной
регистрации**

© ЗАО «Первый печатный двор», г. Москва, 2012 г., уровень «В».

Настоящее техническое описание предназначено для использования при проектировании внутренних инженерных сетей с применением труб AVF из сшитого полиэтилена (PE-Xa) и соединительных деталей AVF из коррозионностойкой латуни.

Трубы AVF применяются для монтажа:

- систем холодного и горячего водоснабжения при постоянной температуре воды до 75 °С и максимальном рабочем давлении 10 атм;
- систем низкотемпературного теплоснабжения при переменной температуре воды до 95 °С и максимальном рабочем давлении 10 атм;
- систем поверхностного нагрева и охлаждения;
- обвязки систем вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения;
- сплинклерных систем водяного пожаротушения, выпускаемых по ТУ 2248-001-17105660-2008 с изм. №1;
- подачи сжатого воздуха.

Основными нормативными документами при их проектировании являются:

- СП 30.13330.2012 – «Внутренний водопровод и канализация зданий»;
- СП 60.13330.2012 – «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Также при проектировании необходимо учитывать положения следующих документов:

- СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов»;
- СП 41-109-2005 «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из «сшитого» полиэтилена»;
- СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные»;
- СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.

Трубы AVF внесены в Реестр новой техники ГУП «НИИМосстроя» № 1/2011 от 03.06.2011, применяемой в строительстве (реконструкции) объектов городского заказа г. Москвы

Для особых случаев применения в областях, не рассматриваемых в данном техническом руководстве, просим вас обращаться к техническим специалистам компании.



Фактический адрес:
Москва, 115487, а/я №16,
пр-кт Андропова, 42, корп. 1
Тел.: 8-495-545-44-40/41
E-mail: stroi-avf@stroi-avf.ru
www.stroi-avf.ru

ВАШ ТОРГОВЫЙ
ПРЕДСТАВИТЕЛЬ