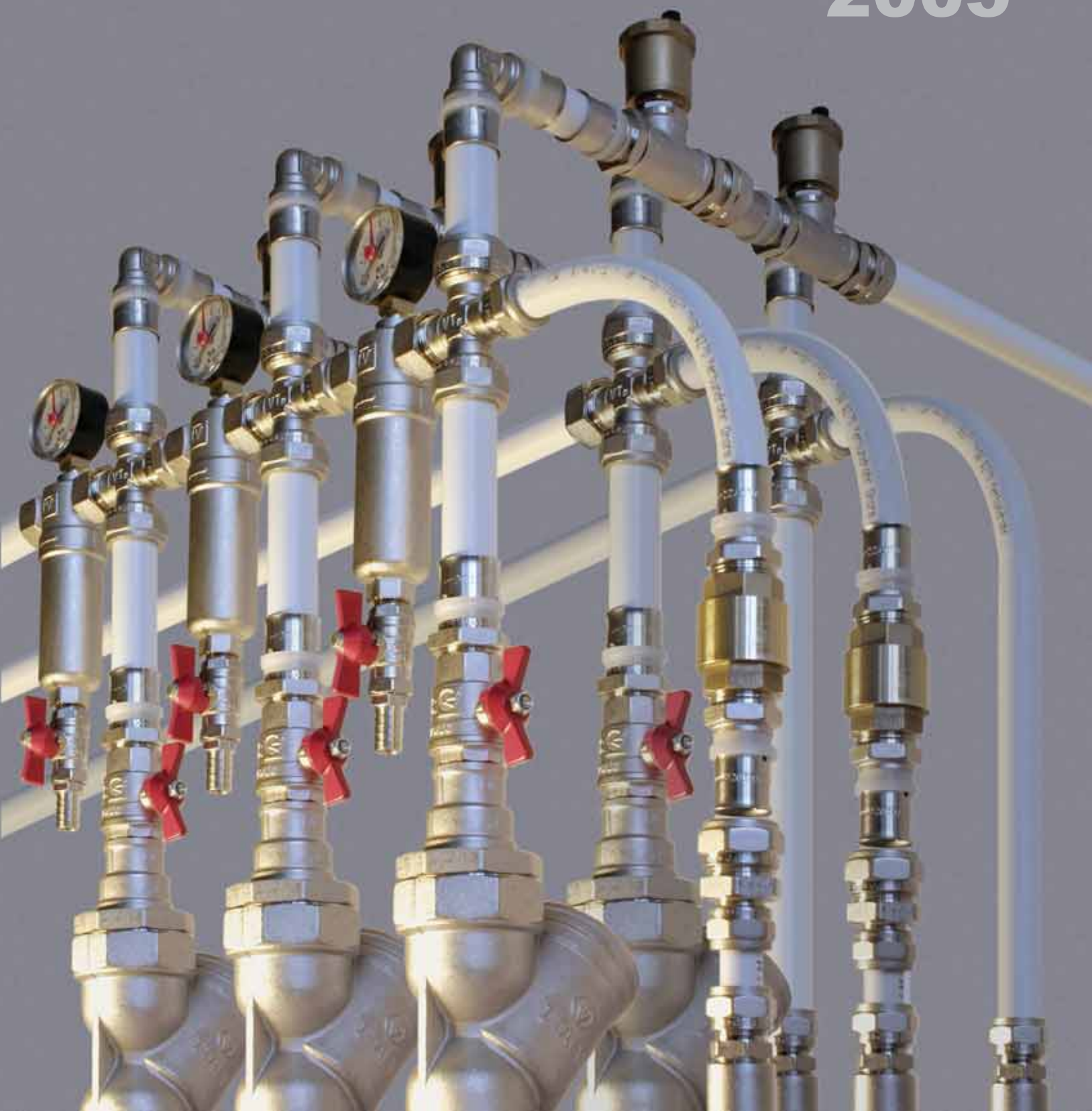




ПОСОБИЕ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ
с использованием металлопластиковых труб
VALPEX и VALTEC SUPER

2005



ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ VALPEX и VALTEC SUPER

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ			
1.1 Назначение пособия	03	4.2.5 Крепление трубопроводов	26
1.2 Сферы применения труб Valpex и Valtec Super	03	4.2.6 Теплоизоляция трубопроводов	27
1.3 Ограничения в применении труб	03	4.3 Испытания смонтированных трубопроводов	27
1.3.1 Достоинства и недостатки металлопластиковых труб	04	4.3.1 Общие требования к испытаниям	27
		4.3.2 Гидравлические испытания систем отопления	27
		4.3.3 Тепловые испытания систем отопления	28
		4.3.4 Гидравлические испытания систем холодного и горячего водоснабжения	28
		4.3.5 Промывка систем	28
		4.4 Взаимозаменяемость труб	28
		4.5 Техника безопасности	29
2. ТРУБЫ		5. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ	
2.1 Сырье и материалы для труб	05	5.1 Системы холодного и горячего водоснабжения	29
2.1.1 Наружный и внутренний слой	05	5.2 Системы радиаторного отопления	31
2.1.2 Алюминий	06	5.3 Системы напольного отопления	33
2.1.3 Клей	06	5.4 Системы настенного отопления	34
2.2 Парадокс металлопластика	07	5.5 Системы отопления теплиц и открытых площадок	38
2.3 Производство труб	07		
2.3.1 Экструзия	07	6. РАСЧЕТЫ	
2.3.2 Сварка алюминия	08	6.1 Определение расчетных расходов холодной и горячей воды	39
2.4 Свойства труб	09	6.1.1 Основные принципы расчета водопровода	39
2.4.1 Температурное удлинение	09	6.1.2 Определение расчетных расходов по СНиП 2.04.01	39
2.4.2 Химическая стойкость	10	6.1.3 Ускоренный метод расчета расходов	42
2.4.3 Стойкость к отложениям и биологическому обрастанию	10	6.2 Определение потерь тепла трубами	43
2.4.4 Гладкость внутренней поверхности труб	10	6.3 Расчет на образование конденсата	45
2.4.5 Сводная таблица технических характеристик труб	11	6.4 Гидравлический расчет трубопроводов	46
2.4.6 Релаксация (снижение прочности во времени)	12	6.5 Расчет теплового пола	47
2.4.7 Основные отличия труб Valpex от Valtec Super	13	6.6 Расчет настенного отопления	51
2.5 Правила транспортировки и хранения труб	13	6.7 Определение теплотерь	51
		7. ПРИЛОЖЕНИЯ	
3. ФИТИНГИ		1. Таблица химической стойкости труб	56
3.1 Общие сведения о фитингах	14	2. Номенклатура и габаритные размеры обжимных фитингов	65
3.2 Гидравлические параметры фитингов	14	3. Номенклатура и габаритные размеры пресс-фитингов	67
3.3 Корпус фитингов	14	4. Коэффициенты местных сопротивлений тройников	69
3.3.1 Материал корпуса	14	5. Коэффициенты местных сопротивлений прямых соединителей и угольников	76
3.3.2 Особенности конструкции корпуса	15	6. Коэффициенты местных сопротивлений крестовин	77
3.3.3 Уплотнительные кольца	15	7. Марки латуней	78
3.3.4 Диэлектрическая прокладка	15	8. Типы насадок пресс-инструмента	79
3.3.5 Интегрированный штуцер	15	9. Акт гидравлического или манометрического испытания	80
3.4 Обжимные фитинги	16	10. Акт индивидуального испытания оборудования	82
3.5 Пресс-соединители	16	11. Норма расхода воды приборами	83
3.6 Маркировка и совместимость фитингов	18	12. Нормы расхода воды для различных групп потребителей	84
		13. Значение коэффициента «альфа»	85
4. РАБОТА С МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫМИ ТРУБАМИ		14. Нормативные требования по установке трубопроводной арматуры	88
4.1 Инструмент	19	15. Гидравлические характеристики труб	91
4.1.1 Инструмент для разрезания труб	19	16. Сертификаты	94
4.1.2 Инструмент для изгибания труб	19		
4.1.3 Инструмент для подготовки торца труб	19		
4.1.4 Инструмент для опрессовки	20		
4.1.4.1 Пресс ручной	20		
4.1.4.2 Пресс электрический	20		
4.1.4.3 Пресс аккумуляторный	20		
4.2 Монтаж	21		
4.2.1 Общие требования к монтажу	22		
4.2.2 Выполнение соединений	22		
4.2.3 Основные требования к прокладке трубопроводов	23		
4.2.4 Компенсация температурных деформаций	24		





1.1 Общая часть

Настоящее пособие разработано с целью ознакомления специалистов проектных и монтажных организаций с возможностями и особенностями систем металлопластиковых трубопроводов **Valpex** и **Valtec Super**. Исчерпывающая информация о применяемых материалах, их свойствах, методах расчета элементов сантехсистем и технологии монтажа позволит избежать многих ошибок при разработке проектов инженерных систем, а также поможет грамотно смонтировать, испытать и эксплуатировать металлопластиковые трубопроводы.

1.2 Сфера применения труб Valpex и Valtec Super

Металлопластиковые трубы **Valpex** и **Valtec Super** могут использоваться в системах:

- хозяйственного и хозяйственно-питьевого холодного водоснабжения;
- горячего водоснабжения;
- радиаторного отопления при температуре теплоносителя не выше 95°C;
- водяного напольного отопления («теплые полы»);
- водяного настенного безрадиаторного отопления («теплые стены»);
- обогрева открытых площадок (футбольных полей);
- почвенного подогрева в теплицах, парниках, зимних садах и оранжереях;
- обвязки вентиляционных водяных калориферов и тепловых завес при температуре теплоносителя не выше 95°C;
- топливопроводов;
- полива;
- технологических трубопроводов для пищевых и непищевых жидкостей, в соответствии с таблицей химической стойкости (приложение 1).

1.3 Ограничения в применении труб Valpex и Valtec Super

Металлопластиковые трубы **Valpex** и **Valtec Super** не допускаются к применению:

- при рабочей температуре транспортируемой жидкости свыше 95°C (для труб Valtec Super – свыше 75°C);
- при рабочем давлении, превышающем 10 бар;
- в помещениях категории «Г» по пожарной опасности (п. 1.3. СП 41-102-98);
- в помещениях с источниками теплового излучения, температура поверхности которых превышает 150°C (п. 1.3. СП 41-102-98);
- в системах центрального отопления с элеваторными узлами (п. 3.4. СП 41-102-98), т.к. в таких системах теоретически возможно повышение температуры теплоносителя до 110-130°C;
- для расширительного, предохранительного, переливного и сигнального трубопроводов (п. 3.4. СП 41-102-98)

1.4 Достоинства и недостатки металлопластиковых труб

Достоинства:	Недостатки:
Малый вес	Возможность механических повреждений
Реальная прочность больше, чем у труб из полиэтилена низкого давления и РЕХ	Прочность меньше, чем у стальных и медных труб
Коэффициент линейного расширения ниже, чем у РЕХ в 7 раз	Коэффициент линейного расширения выше, чем у стали в 2,5 раза
Температурная стойкость выше, чем у полиэтиленовых и полипропиленовых труб	Температурная стойкость ниже, чем у стали и меди
Труба не подвержена коррозии	С течением времени прочность слоев сшитого полиэтилена незначительно снижается (см.п.2.4.6.)
Стойкость к образованию солевых отложений, биологическому обрастанию	Воздействие ультрафиолетовых, гамма-лучей, сильных электрических и высокочастотных электромагнитных полей ведет к преждевременному старению РЕХ слоев
Срок службы труб не менее 50 лет	Даже кратковременные скачки давления и температуры сверх нормативных существенно снижают срок службы
Непроницаемость для кислорода	При горении выделяет углекислый газ
Низкие гидравлические потери из-за малой шероховатости	Коэффициенты местных сопротивлений фитингов выше, чем у соединителей для стали, меди и полипропилена
Стойкость к гидравлическим ударам	Трубы накапливают электростатические заряды, что ограничивает область их применения
Химическая стойкость выше, чем у полиэтиленовых труб	Слой РЕХ не стоек к органическим растворителям и маслам (см. приложение 1)
Гибкость, сохранение формы	Превышение допустимых радиусов изгиба или нарушение технологии монтажа может привести к "заламыванию" трубы
Низкая электропроводность, электронепроницаемость	Трубу нельзя использовать в качестве заземлителя
Низкая теплопроводность, предохраняющая от появления конденсата	В конструкциях теплых полов при прочих равных условиях теплоотдача медных труб выше, чем у металлопластика
Труба гасит акустические волны и гидравлические удары	Неправильная установка неподвижных опор (особенно на наружных углах) может привести к повреждению трубы
Труба способна выдерживать многократные замораживания	Латунные фитинги при замерзании в них воды могут разрушиться
Трудозатраты на монтаж в 3 раза меньше, чем для стальных труб	Кажущаяся простота монтажа привлекает малоквалифицированных монтажников
Монтаж на обжимных соединителях требует наличия только двух гаечных ключей	Обжимные соединения требуют обслуживания, их нельзя замоноличивать
Монтаж на пресс-соединителях допускает замоноличивание фитингов и не требует обслуживания	Для монтажа на пресс-соединителях требуется специальное оборудование (ручные или электрические пресс-клещи)

2. ТРУБЫ

2.1 Сырье и материалы для труб Valpex и Valtec Super



2.1.1 Структурированный полиэтилен

Результаты изучения практического использования металлопластиковых труб в России, показали, что при разработке труб и выборе сырья для них необходимо учитывать следующее:

- трубы могут подвергаться кратковременному воздействию температуры до 130°C. Это происходит, когда по каким-либо причинам перекрывается подмешивающая линия (байпас) в тепловом пункте с элеваторным или насосным узлом смешения. Несмотря на то, что по российским нормам применение металлопластиковых труб в элеваторных системах запрещено, на практике они активно применяются;
- на трубы может действовать кратковременное давление до 16 бар, когда при испытании наружных трубопроводов и при зависимом подключении домовых систем входная задвижка не обладает достаточной плотностью затвора, а предохранительные устройства не срабатывают из-за сверхнормативного износа;
- большая загрязненность трубопроводов продуктами коррозии стали и абразивными включениями;
- возможность замораживания транспортируемой среды;
- возможность воздействия на наружный слой трубы органических веществ в случаях, когда при устройстве теплых полов в раствор добавляются обычные, а не специальные пластификаторы;
- возможность достаточно активного воздействия электрических и высокочастотных полей при параллельной прокладке трубопроводов, электропроводки и компьютерных сетей;
- широкое распространение в среде российских монтажников ошибочного мнения, что чем труба гибче, тем лучше.

В качестве исходного сырья для производства внутреннего слоя труб **Valpex (PEX-AL)** и **Valtec Super (PEX-AL)** используется гранулированный полиэтилен высокого давления итальянской компании Crosspolimeri S.P.A, которая, наряду с фирмой Padanaplast, входит в десятку крупнейших европейских химических фирм.

Гранулы поставляемого полиэтилена содержат в своем составе винилтриметаксилан $C_2H_4Si(OR)_3$, обеспечивающий при экструдировании поперечную сшивку полиэтилена по методу «В» со степенью сшивки 65%. Первоначально, в качестве сырья для наружного и внутреннего слоя труб **Valtec Super (PERT-AL)** использовался гранулированный модифицированный полиэтилен DOWLEX*2344E компании Dow Chemical Company, однако, в настоящее время сырьем для

внутреннего слоя этих труб также служит PEX. Причиной этой замены послужил тот факт, что подавляющее число российских монтажников стало использовать трубу **Valtec Super** в системах отопления, несмотря на указанное в маркировке ограничение рабочей температуры.

Первые партии труб **Valpex** и **Valtec Super** были выпущены с наружным слоем, идентичным внутреннему. Однако, изучение международного опыта эксплуатации металлополимерных труб, выявило ряд недостатков такого решения.

Во-первых, воздействие на сшитый полиэтилен ультрафиолетовых лучей и статического электричества, инициирует процесс его дальнейшей «сшивки». Это, в свою очередь, приводит к полной потере материалом пластичности. Например, металлопластиковая труба, эксплуатирующаяся в системе отопления в течение 5 лет, полностью утратила наружный слой PEX в местах прохода трубы через ковролиновое покрытие пола.

По отношению к PEX, несшитый полиэтилен имеет гораздо большую устойчивость к ультрафиолету, высокочастотным электрополям и статическому электричеству.

Во-вторых, использование для наружного слоя обычного полиэтилена повышает гибкость трубы, так как простой полиэтилен имеет пластичность выше, чем у PEX.

В-третьих, трубы с наружным слоем из несшитого полиэтилена дешевле.

В силу этих обстоятельств, производителями труб **Valpex** и **Valtec Super** было принято решение, начиная с 2004 года выпускать трубы с наружным слоем из несшитого полиэтилена высокого давления.

Основным критерием при выборе поставщиков сырья служила стабильность характеристик поставляемых гранул. Такие показатели, как плотность, влажность, индекс расплава и вязкость расплава оказывают решающее влияние на качество экструдированных изделий.

Компания Crosspolimeri предоставляет сырье с отклонением от паспортных значений не более, чем на 1-1,5%. Для большинства же остальных поставщиков этот показатель достигает 10-15 %.

Каждая партия прибывшего сырья, тем не менее, проходит входной лабораторный контроль температуры плавления и индекса расплава.

Индекс расплава (MFI) определяется методом замера массы расплавленного полимера, при выдавливании через пластомер при заданной нагрузке и температуре. Измеряется индекс расплава в г/10мин. Для полиэтилена высокой плотности индекс расплава может лежать в пределах от 0,9 до 25 г/10мин. Чем выше индекс расплава, тем выше глянец поверхности экструдированных труб. При горении образцов сшитого полиэтилена, выполненного из сырья с различным индексом расплава, отмечается более частое каплепадение у полиэтилена с высоким индексом расплава. Низкий индекс расплава свидетельствует о наличии большого количества комономерных бутиленовых ответвлений от основной цепочки полимера. Отмечено также, что материал с низким индексом расплава со временем (2-3 года) перестает подчиняться логарифмической зависимости между эталонным тангенциальным напряжением и временем. Для такого материала нельзя с достаточной степенью точности предсказать срок эксплуатации при рабочих параметрах транспортируемой среды.

Для труб **Valpex** и **Valtec Super** подобрано сырье с индексом расплава 19-20 г/10мин.



ТРУБЫ

2.1.2 Алюминий

Для предотвращения диффузии кислорода в полость трубы, сохранения трубой приданной при монтаже формы, а также для снижения линейных температурных деформации металлопластиковые трубы **Valpex** и **Valtec Super** имеют средний слой из алюминиевой фольги.

Обычно, алюминий, получаемый из окисесодержащих пород (бокситов) с добавкой криолита ($3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$), после продувки хлором, удаляющим водород, имеет чистоту 94-96%. Именно из этого алюминия делается средний слой у большинства металлопластиковых труб.

Прочность такого алюминия составляет 60-70 Н/мм². Напомним, что конструкционную прочность в 380-600 Н/мм² имеют только сплавы алюминия с медью, магнием, марганцем, железом и кремнием (дюралюминий).

Но приобретение прочности пропорционально снижает

гибкость материала, поэтому хорошую фольгу из дюралюминия сделать не удастся.

Поскольку, одним из основных достоинств металлопластиковых труб является их гибкость, то для труб **Valpex** и **Valtec Super** было решено применить алюминий повышенной пластичности, которую удалось достичь, благодаря вакуумному «выжиганию» примесей железа, присутствующих в алюминии в количестве до 1%. Железо как раз и есть элемент, регулирующий гибкость конечного продукта. При отжиге в присутствии фтористого алюминия содержание железа и прочих примесей снижается, и чистота алюминия достигает 99,4%. При этом прочность алюминия остается на достаточно высоком уровне – 55 Н/мм². Сохранение 0,3% примеси железа и 0,2% примесей кремния обеспечивает достаточную свариваемость фольги.

2.1.3 Клей

До недавнего времени, самым уязвимым звеном металлополимерных труб была их способность к расслоению под действием многократного изменения температурных режимов.

Различный коэффициент линейного расширения алюминия и полиэтилена предъявляет к клеевому составу, соединяющему слои, высокие требования по внутренней прочности (когезии), адгезии к алюминию и полиэтилену, гибкости, эластичности и температурной стойкости.

Большинство клеевых составов европейских производителей не выдерживают испытания временем, в результате чего трубы начинают расслаиваться, что приводит к протечкам в местах присоединения к фитингам. После длительного поиска специалисты фирмы **Valtec** остановили свой выбор на акриловом клее американского химического концерна DSM. Этот достаточно дорогой клей был разработан в 2002 году специально для эластичного соединения композиции РЕ-алюминий. Разрывная, долговременная прочность состава составляет 70Н/10 мм, в то время, как у труб на европейских клеях этот показатель не превышает 55 Н/10 мм, хотя нормативное требование к этому показателю - всего 15 Н/10 мм.

Индекс разрывной прочности показывает, какое растягивающее усилие необходимо приложить к вырезанной из трубы спирали шириной 10 мм., чтобы ее расслоить. Следует отметить, что при испытаниях на отрыв клея DSM, происходит вязкое разрушение волокон в толще клеевой прослойки. При этом слой клея остается и на алюминии и на пластике. Это свидетельствует об идеальной адгезии клея к полиэтилену и алюминию.

Качество клея наглядно проявляется при разрывном испытании трубы. Разрушение металлопластика при слабом клее происходит с образованием водяного

пузыря между внутренним слоем и алюминием. Чем обширнее участок отслоения, тем слабее клей.

У труб **Valpex** и **Valtec Super** расслоения в месте разрыва не наблюдается, так как все слои работают как единое целое (см. рис).

Используемый в трубах **Valpex** и **Valtec Super** клей обладает свойством «игольчатого» проникновения в верхний слой сшитого полиэтилена. Именно этим и объясняется его высокая адгезия. Убедиться в этом свойстве клея достаточно легко. Надо отрезать от металлопластиковой трубы кольцо шириной 10 мм, а затем с помощью плоскогубцев отделить внутренний слой сшитого полиэтилена. При нагреве образца до 130-135°С, несмотря на размягчение, свидетельствующее о плавлении кристаллитов, полной прозрачности образца не



Разрушение трубы
при некачественном клее
(разрыв при 68 бар)



Разрушение трубы
при качественном клее
(разрыв при 92 бар)

наступает, так как «игольчатые» клеевые связи придают матовость проклеенной поверхности. В случае, когда клей обладает слабой адгезией к полиэтилену, образец при нагревании становится абсолютно прозрачным.

2.2 Парадокс металлопластика

Если говорить об алюминиевой прослойке в металлопластиковых трубах, то сложилась достаточно парадоксальная ситуация. Алюминиевый слой ни по российским нормам, ни по европейским и северо-американским нормам в расчет прочности включаться не должен.

Расчетное предельное напряжение в стенках трубы исчисляется только для полиэтиленового (РЕХ) слоя. Таким образом, получается, что чем толще слой алюминия, тем меньше расчетные прочностные показатели трубы, так как происходит соответствующее

уменьшение толщины расчетного слоя полиэтилена. Исходя из такого ограничения, принято алюминиевый слой в металлопластиковой трубе считать просто антидиффузионным барьером, конструктивным элементом, позволяющим сохранять трубе приданную форму и способом уменьшения температурного удлинения трубы. Поэтому говорить о прочностных показателях алюминия, казалось бы, вовсе незначит. Однако, можно легко посчитать, какую несущую способность имеет алюминиевый слой в трубе **Valtec Super**. При толщине 0,2 мм и пределе прочности 55 Н/мм² алюминиевая труба диаметром 14 мм способна выдержать внутреннее давление $P=55 \times 2 \times 0,2 / 14 = 1,57 \text{ Н/мм}^2 = 15,7 \text{ бар}$.

Этот запас по прочности подтверждается данными разрывного испытания труб **Valpex**. Труба с наружным диаметром 16 мм разрушилась при внутреннем давлении 94 бара, а труба диаметром 20 мм – 87 бар.

Вероятнее всего, жесткая конкуренция на рынке металлопластиковых труб вынудит производителей инициировать пересмотр норм для учета металлического слоя в прочностных расчетах. А это, в свою очередь, заставит производителей искать пути повышения прочности металлической прослойки. Во всяком случае, трехкратный перерасход полиэтилена в металлопластиковых трубах конкуренция поддерживать не позволит.

2.3 ПРОИЗВОДСТВО ТРУБ

2.3.1 Экструзия

Трубы **Valpex** и **Valtec Super** производятся на автоматических линиях фирмы **Nextrom**.



Линия оснащена самоочищающимися экструдерами, установками для поперечной и продольной сварки алюминиевых лент. Основное отличие этих линий от подобных – непрерывность процесса и дублирование контрольных приборов после каждого этапа изготовления трубы (рис. 1). Кроме качества исходного сырья, огромное значение для качества поверхности труб имеет влажность расплава и соответствие скорости вращения шнека вязкости расплавленного пластика.

рис. 1



Высокая влажность расплава приводит к таким дефектам поверхности, как волнистость и наличие шлиров (пузырьковая бугристость).

Полиэтиленовые гранулы имеют свойство впитывать атмосферную влагу, поэтому при производстве труб **Valpex** и **Valtec Super** производится тщательная сушка исходного сырья перед переработкой.

Влажность расплава каждой бункерной загрузки определяется по методу Томазетти (TVI-Test) (рис 2).

Каждая линия имеет по четыре экструдера (один - для внутреннего слоя, два – для клеевого слоя, один - для наружного слоя). Шестизонные ТЭНы, установленные вокруг шнеков, обеспечивают стадийный разогрев сырья по команде с общего щита автоматики. Шнеки защищены от износа и коррозии бронированным слоем на основе никель-кобальт-кремний-вольфрамовой композиции.

В декабре 2004 года одна линия была перевезена в Санкт-Петербург, где с января 2005 года возобновится производство металлопластиковой трубы **Valpex**. При этом поставщики сырья остаются прежними.



рис. 2

2.3.2 Сварка алюминия

В настоящее время используются четыре основных способа сварки алюминия для металлопластиковых труб.

1. Сварка неплавящимся электродом в среде инертного газа (TIG).

Этот вид сварки позволяет сваривать фольгу практически любой толщины, начиная с 0,3 мм. К недостатком метода следует отнести необходимость использования аргона, замены электрода каждые 3 часа и теоретическую возможность прожига алюминия.



2. Лазерная сварка в среде CO₂.

Достаточно энергозатратная технология (требует в 3-4 раза большей мощности, чем Nd-YAG сварка). Позволяет сваривать только тонкую алюминиевую фольгу 0,2-0,3 мм. Дает ровный прочный шов.

3. Сварка твердотельным неодимовым лазером на основе иттриево-алюминиевого граната (Nd-YAG).

Наиболее быстрый способ сварки, позволяющий производить оперативный контроль качества сварки за счет измерения вихревых токов (токов Фуко). Годится также только для тонкой алюминиевой фольги – 0,3 мм.

4. Ультразвуковая точечная сварка внахлест.

Самый медленный из всех вышеприведенных способов сварки, но дает достаточно прочное соединение за счет трехрядной точечно-контактной сварки двух кромок алюминия «внахлест». В отличие от прочих технологий, экструзия внутреннего слоя трубы производится после сварки алюминия. Это гарантирует отсутствие возможных повреждений внутреннего слоя, которые могут допускаться в предыдущих трех случаях, когда сварка производится прямо на поверхности затвердевшего внутреннего слоя полиэтилена.

Сварка алюминиевой ленты труб **Valpex** производится встык, TIG –методом с индукционным контролем сварного шва. Соединение алюминия в трубах **Valtec Super** осуществляется с помощью контактной сварки ультразвуком с нахлестом величиной не менее 2,5 мм.

Поскольку при ультразвуковой контактной сварке индукционный метод контроля шва неприемлем, при производстве труб **Valtec Super** используется предварительная проклейка всей поверхности будущего шва трубы, с последующей сваркой. Такая предосторожность обеспечивает полноценную сварку на всем протяжении шва.

Для стыков алюминиевых лент по длине в обоих случаях используется Nd-YAG сварка, так как в месте пересечения продольного и поперечного швов не должно образовываться утолщений, снижающих общий показатель шероховатости внутренней поверхности.

2.4 СВОЙСТВА ТРУБ VALPEX И VALTEC SUPER

2.4.1 Температурное удлинение

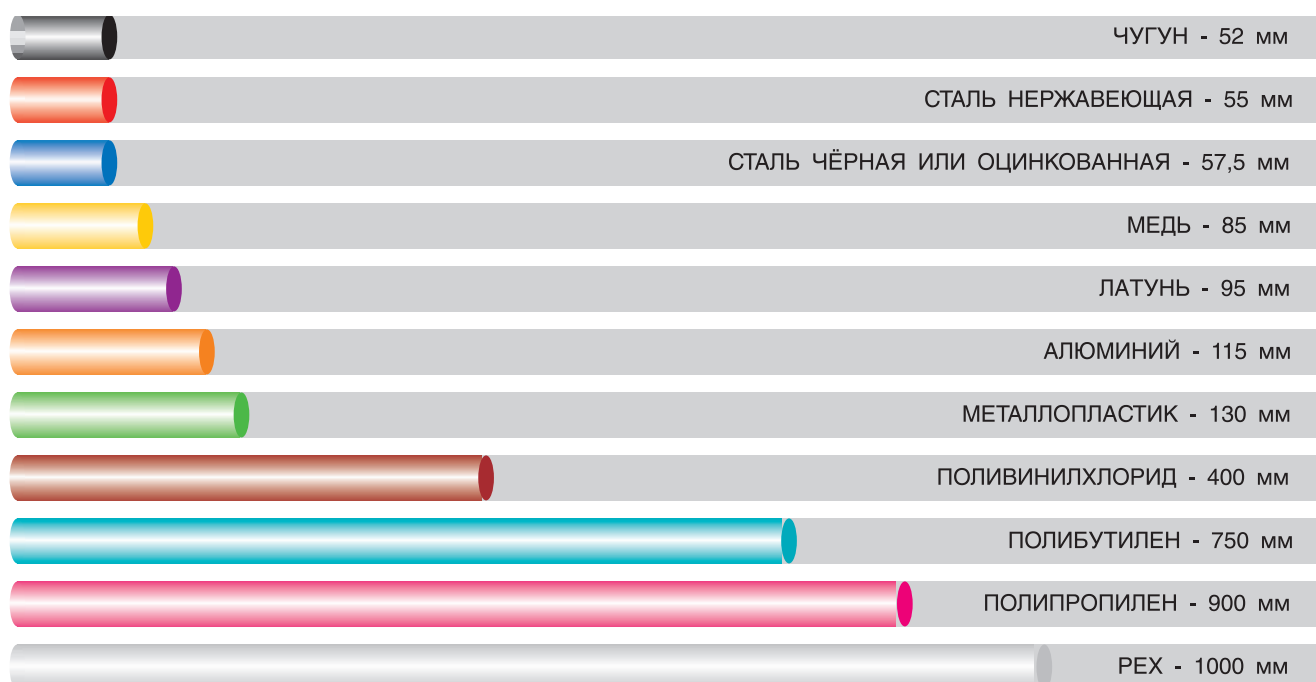
Прочное клеевое соединение пластика и алюминия дает возможность избежать металлопластиковые трубы от такого серьезного недостатка, как температурное удлинение полимерных трубопроводов.

По сравнению с трубами из РЕХ линейные температурные удлинения металлопластиковых труб в семь раз меньше. Поэтому совсем не обязательно прятать их от людского взгляда.

Сравнительная таблица линейного расширения труб из различных материалов

Материал трубопровода	Линейный коэффициент расширения, $1/^\circ\text{C}$	Удлинение 100м участка трубы при повышении температуры на 1°C , мм	Удлинение 100м участка трубы при повышении температуры на 50°C , мм
Чугун	$0,104 \times 10^{-4}$	1,04	52
Сталь нержавеющая	$0,11 \times 10^{-4}$	1,1	55
Сталь черная и оцинкованная	$0,115 \times 10^{-4}$	1,15	57,5
Медь	$0,17 \times 10^{-4}$	1,7	85
Латунь	$0,19 \times 10^{-4}$	1,9	95
Алюминий	$0,23 \times 10^{-4}$	2,3	115
Металлопластик	$0,26 \times 10^{-4}$	2,6	130
Поливинилхлорид (PVC)	$0,8 \times 10^{-4}$	8	400
Полибутилен (PB)	$1,5 \times 10^{-4}$	15	750
Полипропилен (PP)	$1,8 \times 10^{-4}$	18	900
Сшитый полиэтилен (PEX)	2×10^{-4}	20	1000

Диаграмма удлинения 100м трубы при повышении температуры на 50°C



2.4.2 Химическая стойкость

Сшитый полиэтилен труб **Valpex** и **Valtec Super** имеет достаточно высокую химическую стойкость к различным веществам (см. таблицу химической стойкости).

РЕХ хорошо противостоит воздействию обычных растворителей, таких как углеводороды: ароматических (толуол), хлорированных (трихлорэтилен), алифатических (бензин). Инертен он к любым моющим средствам и антифризам.

Контакт с труднолетучими органическими

соединениями (воск, жиры, масла, олифы) приводит к незначительному набуханию РЕХ. К сильным окислителям (азотная кислота, галогены) материал труб нестойк и разрушается при контакте с ними.

Коррозии, то есть окислению, полиэтилен абсолютно не подвержен.

Необходимо отметить, что стойкость к тому или иному химическому веществу для полиэтилена нельзя рассматривать в отрыве от рабочей температуры и давления, при которых происходит воздействие.

2.4.3 Стойкость к отложениям и биологическому обрастанию

Нельзя не отметить замечательную стойкость труб **Valpex** и **Valtec Super** к солевым отложениям и биологическому обрастанию.

Основными ионами, которые могут приводить к отложениям минеральных солей на стенках металлической трубы являются анионы HCO_3^- ; CO_3^{2-} ; SO_4^{2-} ; SiO_3^{2-} и катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} . Из-за наличия электрического потенциала между стенками металлической трубы и ионами происходит осаждение минеральных солей на стенках трубопроводов.

С повышением температуры транспортируемой жидкости растворимость солей уменьшается (при 100°C она равна 0), и увеличивается образование накипи.

Полиэтилен электрически нейтрален к диссоциированным веществам потока, поэтому осаждение солей на стенках труб **Valpex** и **Valtec Super** не происходит, независимо от повышения температуры. Это не значит, что минеральные соли прекращают выпадать. Они также выпадают в виде хлопьевидного осадка. Но на стенках полиэтиленовой трубы они не задерживаются и вымываются потоком.

Биологическое обрастание в стальных трубах в основном вызывается деятельностью железобактерий,

которые превращают двухвалентное железо из гидроокиси (ржавчины) в трехвалентное, которое в виде студенистого, илистого вещества осаждается на стенках. В металлопластиковые трубы железобактерии могут попасть из металлических трубопроводов, с которыми они соединены. Однако, в пластике отсутствует «пища» для этого вида бактерий, а гладкие стенки металлопластиковых труб не дают возможности колониям укрепиться на выбранном «платцдарме». Если же из водоразборного крана на металлопластиковом трубопроводе все-таки идет «ржавая» вода, то причину надо искать не в металлопластике, а «выше по течению». Слой алюминия в металлопластиковой трубе препятствует проникновению в поток не только кислорода, но и фотонов света, что наблюдается в обычных пластиковых трубах. Свет, попавший в поток, активизирует жизнедеятельность всех микроорганизмов.

Модификация полиэтилена придает ему поверхностную твердость, которая делает трубы **Valpex** и **Valtec Super** стойкими к воздействию абразивных механических частиц, присутствующих в потоке жидкости.

2.4.4 Гладкость внутренней поверхности труб

Метод экструзии позволяет получать трубы **Valpex** и **Valtec Super** с идеально гладкой поверхностью.

Степень гладкости трубы в гидравлике оценивается либо абсолютной, либо эквивалентной равномерно-зернистой шероховатостью K_z .

Абсолютная шероховатость численно равна средней высоте микробугорков на стенке трубы. Этот показатель замеряется инструментальными средствами на реальной трубе, но использовать его для гидравлических расчетов нельзя, так как он не отражает количество и распределение микробугорков по сечению. Эквивалентная равномерно-зернистая

шероховатость определяется опытным путем и показывает высоту равномерно распределенных по сечению микробугорков, создающих такое же сопротивление потоку, как реальная труба. Эквивалентная шероховатость труб **Valpex** и **Valtec Super** не превышает 0,007 мм, что делает их сравнимыми по гладкости с медными и стеклянными трубами.

Высокая гладкость внутреннего канала обуславливает большую пропускную способность труб. Снижение гидравлических потерь в трубопроводах позволяет применять менее мощные насосы и уменьшать расчетный диаметр труб.

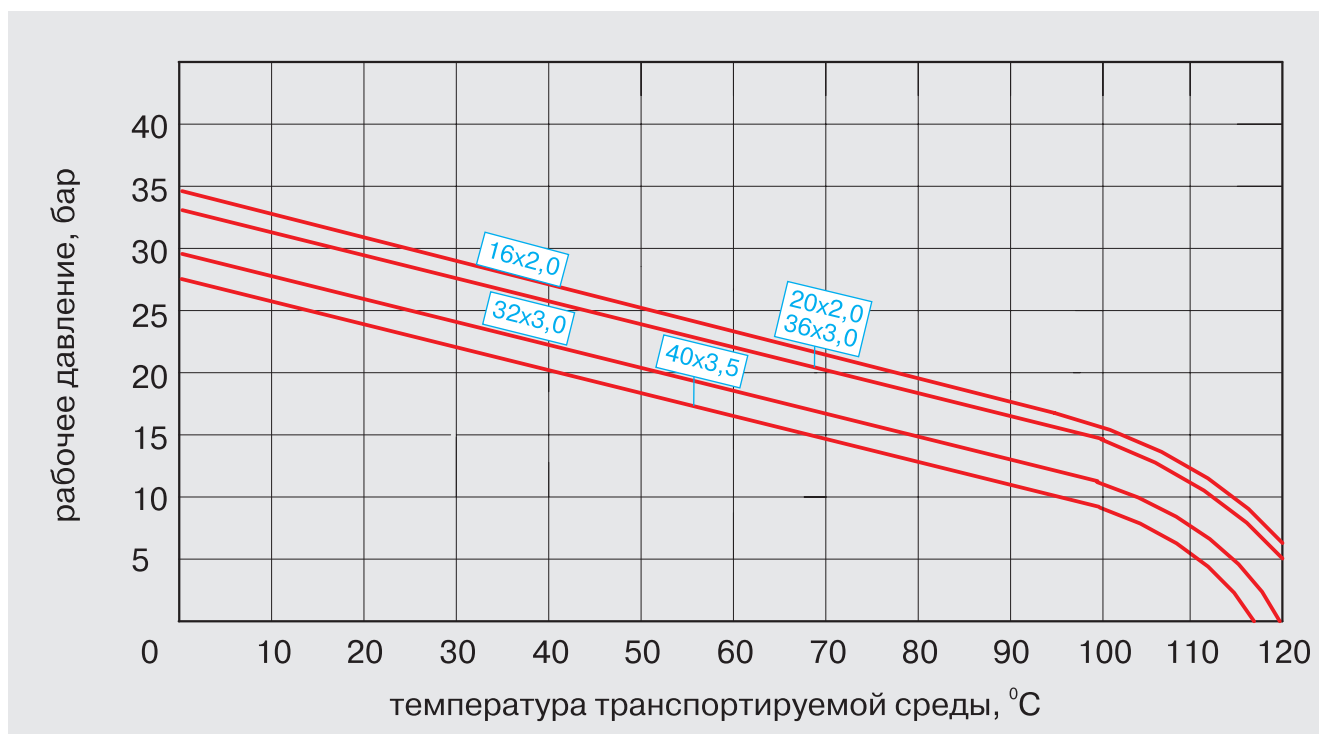
Сравнительная таблица эквивалентной равномерно-зернистой шероховатости труб из различных материалов

Материал	K_z , мм	Материал	K_z , мм	Материал	K_z , мм
Труба Valpex	0,007	Медные трубы	0,0015	Стальные оцинкованные трубы	0,07
Труба Valtec Super	0,007	Новые стальные цельнотянутые трубы	0,02	Новые чугунные трубы	0,25
Стеклянная труба	0,001	Неновые стальные цельнотянутые трубы	0,4	Неновые чугунные трубы	4

2.4.5 Сводная таблица технических характеристик труб Valpex и Valtec Super

Наименование показателя	VALPEX					VALTEC SUPER	
	Наружный диаметр труб, мм						
	16	20	26	32	40	16	20
Внутренний диаметр, мм	12	16	20	26	33	12	16
Толщина стенки трубы, мм	2,0	2,0	3,0	3,0	3,5	2,0	2,0
Толщина слоя алюминия, мм	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,3
Длина бухты/прутка, м	200/5	100/5	50/5	25/5	5	200	100
Диаметр бухты, см	80	80	80	120	-	80	80
Вес 1 п.м. трубы, г	115	170	300	370	430	112	165
Объем жидкости в 1 м.п. трубы, л	0,113	0,201	0,314	0,531	0,855	0,113	0,201
Рабочая температура при давлении 10 бар, °C	0-95 (см. график)					0-95 (см. график)	
Рабочая температура при давлении 25 бар, °C	0-25 (см. график)					0-25 (см. график)	
Максимальная кратковременно допустимая температура, °C	130					110	
Максимальное рабочее давление при максимальной рабочей температуре, бар	10					10	
Максимальное (разрушающее) давление при температуре 20 °C, бар	94	87	88	74	67	78	70
Коэффициент линейного расширения, 1/°C	0,26x10 ⁻⁴					0,26x10 ⁻⁴	
Изменение длины после прогрева при температуре (120-3)°C в течение (60+1) мин, %	0,81					0,81	
Коэффициент эквивалентной равномерно-зернистой шероховатости	0,007					0,007	
Диффузия кислорода, мг/л	0					0	
Коэффициент теплопроводности, Вт/м К	0,43					0,43	
Прочность клеевого соединения*, Н/10мм	70					70	
Прочность сварного соединения, Н/мм²	57					45	
Стойкость при постоянном внутреннем давлении (без разрушений) при температуре, °C:							
-20 в течение 1 ч , МПа	5,71	5,1	5,43	5,12	4,84	5,45	4,94
- 95 в течение 1 ч, МПа	3,3	3,03	3,18	3,03	2,95	-	-
-95 в течение 100 ч, МПа	2,93	2,69	2,83	2,7	2,62	-	-
-95 в течение 1000 ч,МПа	2,57	2,36	2,52	2,44	2,31	-	-
Прочность кольцевых образцов при поперечном разрыве, Н	2880	3050	3260	3430	3570	2760	2910
Минимальный радиус изгиба вручную,мм	80	100	110	160	550	80	100
Радиус изгиба с применением кондуктора или трубогиба, мм	45	60	95	125	180	48	60

График зависимости рабочего давления от температуры транспортируемой среды



2.4.6 Релаксация (снижение прочности во времени)

Прочностные и деформационные характеристики как сшитого, так и сцепленного полиэтилена со временем изменяются, что характерно для любого полимера.

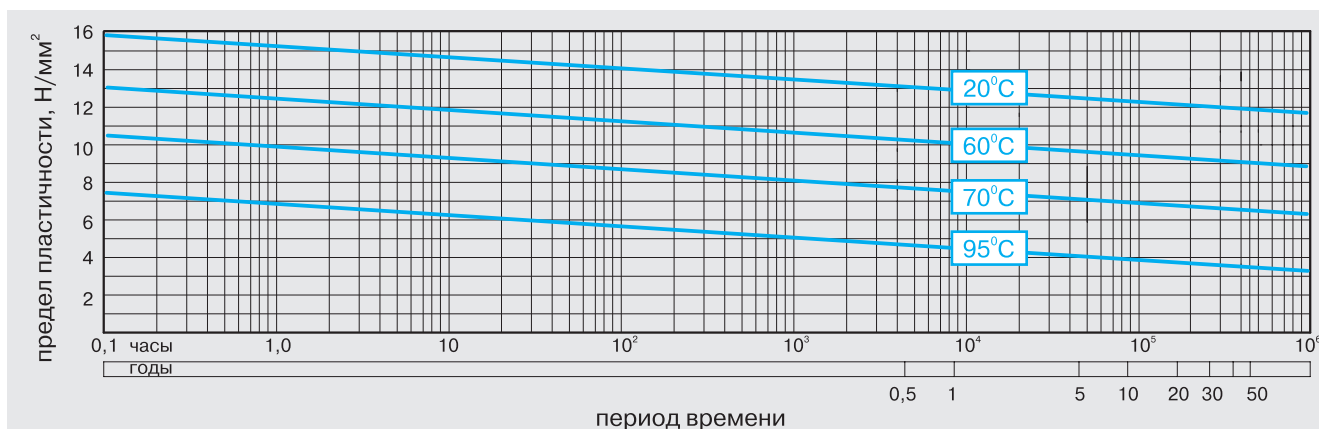
В пятидесятых годах XX века, когда химия полимеров начала бурно развиваться, был разработан экстраполяционный метод определения усталостной прочности полиэтилена. На основе ряда испытаний полимерных изделий при различных температурах и нагрузках (кратковременных и длительных) можно, с достаточной степенью точности, определить усталостную прочность изделия во времени, значительно превышающем длительность испытаний. По результатам испытаний труб **Valpex** и **Valtec Super**

составлены диаграммы долговременной прочности, которые позволяют определить, какое давление выдержит труба через определенный период эксплуатации при заданной температуре транспортируемой среды.

График для труб составлен с использованием показателя внутреннего напряжения (предела пластичности) в стенке трубы. Это позволяет рассчитывать внутреннее давление для любого диаметра трубы по формуле: $P = 20s\sigma / (D-s)$, бар.

В этой формуле: s – толщина стенки трубы в мм; σ – предел текучести (внутреннее напряжение) в Н/мм²; D – наружный диаметр трубы в мм.

График снижения прочности труб VALPEX и VALTEC SUPER во времени



Пример:

Требуется определить, какое давление жидкости выдержит труба Valpex 16x2 через 50 лет эксплуатации при температуре 95°C.

По графику находим для времени 50 лет и температуре 95°C значение предела текучести - 3,5 Н/мм².

Рассчитываем давление: $P = 20 \times 2 \times 3,5 / (16-2) = 10$ бар.

2.4.7 Основные отличия труб Valpex от труб Valtec Super

Показатель	Valpex	Valtec Super
Сварка алюминия	Встык, TIG	Внахлест, ультразвук
Толщина алюминия	0,3 мм для труб 16 и 20 мм	0,25 мм для труб 16, 0,3 мм для труб 20мм
Прочность сварного шва	57 Н/мм ²	45 Н/мм ²
Термическая стойкость	130°C	110°C
Стоимость		ниже
Номенклатура	Диаметры 16, 20, 26, 32, 40	Диаметры 16, 20

2.5 Правила транспортировки и хранения труб



В соответствии с ГОСТ 19433 металлопластиковые трубы не относятся к категории опасных грузов, что допускает их перевозку любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

При железнодорожных и автомобильных перевозках бухты (пакеты) труб допускаются к транспортировке только в крытом подвижном составе.

Во избежание повреждения труб их следует укладывать на ровную поверхность, без острых выступов и неровностей. Сбрасывание труб с транспортных средств не допускается.

Хранение металлопластиковых труб должно производиться по условиям 5 (ОЖ4), раздела 10 ГОСТ 15150 в проветриваемых навесах или помещениях.

Трубные бухты допускается хранить в штабелях высотой не более 3 м. При хранении трубы должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей.



3. ФИТИНГИ

3.1 Общие сведения о фитингах для металлопластиковых труб

Соединение металлопластиковых труб может осуществляться с помощью **обжимных, прессовых и подвижных** фитингов. Все перечисленные способы при качественном выполнении позволяют получать соединение, равнопрочное с материалом самих труб.

Соединение с помощью **обжимных** фитингов является наиболее доступным для большинства монтажников. Для его исполнения требуется минимальный набор инструментов: два рожковых ключа и калибр. Даже несмотря на то, что обжимное соединение является разборным, то есть требует периодического обслуживания (подтяжки накидной гайки), спрос на обжимные фитинги в несколько раз превышает спрос на неразъемные пресс-соединители.

Прессовое и подвижное соединение выполняется с помощью специального, ручного или электрического инструмента. Такие соединения считаются неразборными, что позволяет их замоноличивать и скрывать за несъемными конструкциями.

Для соединения труб **Valpex и Valtec Super** конструкторы фирмы **Valtec** разработали две серии фитингов: обжимные – **VTm300** и прессовые – **VTm200**. Литера «m» в маркировке соединителей – типовое окончание марки фитингов для металлопластиковых труб, от итальянского слова «multistrato» (многослойная).

Номенклатура выпускаемых соединителей VTm приведена в **приложениях 2 и 3**.

3.2 Гидравлические параметры фитингов VTm

При конструировании фитингов разработчики стремились свести до минимума основной недостаток этих изделий – большое гидравлическое сопротивление потоку.

Из курса гидравлики известно, что для трубного соединителя гидравлические потери складываются из потерь на сужение и расширение потока, линейных потерь от шероховатости стенок фитинга и потерь на изменение потока.

Расчетным путем был найден оптимальный угол сужения сечения потока (конфузора) и расширения (диффузора). В ходе лабораторных испытаний на динамическом стенде расчетные данные были откорректированы. За счет изменения режимов токарной обработки корпусов фитингов была понижена шероховатость внутренней поверхности канала. Если в ранее выпускавшихся фитингах степень

точности определялась качеством IT 13 (допуск для диаметра 8 мм – 220 мкм) то фитинги **VTm** выпускаются с каналом, имеющим качество IT 10 (допуск для диаметра 8 мм – 58 мкм). В результате эквивалентную шероховатость канала удалось снизить на 25%.

Совокупность перечисленных мер дала возможность достичь для фитингов **VTm** пропускной способности на 20-30% выше, чем у соединителей других производителей.

Для каждого конкретного фитинга опытным путем были установлены коэффициенты местных сопротивлений при любых заданных расходах и направлениях потока, что дает возможность выполнять гидравлические расчеты с малой степенью погрешности.

Коэффициенты местных сопротивлений для каждого фитинга **VTm** приведены в **приложениях 4, 5, 6**.

3.3 Корпус фитингов VTm

3.3.1 Материал корпуса

Материалом корпуса и накидной гайки фитингов **VTm** служит горячепрессованная латунь с содержанием меди 58% (CW617N по EN 12165, LC59-1 по ГОСТ 15527-70). Содержание в сплаве свинца не превышает 1,9% (стандарты на состав латуни приведены в приложении 7). Такой состав гарантирует достаточную прочность изделия, а также позволяет легко производить его токарную обработку и нарезку резьбы.

Кроме тщательного входного анализа исходного сырья на заводе-изготовителе, состав латуни контролируется на образцах готовых изделий из каждой поступающей в Россию партии. Контроль состава производится в лаборатории микронзондового анализа Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. Карпинского микронанализатором Camebax (Cameca, Франция) и лазерным анализатором МСЛ-2.

Корпус и накидная гайка фитингов имеют гальванопокрытие из никеля.

В настоящее время ряд фирм, выпускающих фитинги для металлопластиковых труб, использует, так называемую, «пищевую латунь» по стандарту DIN 17760 без наружного защитного покрытия, которая имеет обозначение DZR (DeZincification Resistance – стойкая к вымыванию цинка). «Пищевая» латунь получается путем легирования латуни никелем, который

инициирует полное растворение цинка в меди и исчезновение β -фазы твердого раствора. Для этих же целей некоторые фирмы используют добавление в латунь мышьяка, однако последний способ слишком сомнителен, чтобы называть получившийся раствор «пищевым».

Фирма **Valtec** не пошла по пути использования «пищевой» латуни по следующим соображениям: легирование латуни действительно связывает цинк и предотвращает его вымывание, однако этот метод никак не защищает латунь от химической и электрохимической коррозии. Ведь и сама медь при неблагоприятных условиях может достаточно активно корродировать.

Язвенная коррозия латуни наиболее часто проявляется в местах повышенной турбулентности потока: в зонах резкого изменения направления потока и изменения сечения канала. А ведь именно эти зоны и присутствуют в любом фитинге.

Гальваническое покрытие латуни позволяет защитить ее от гораздо большего количества неблагоприятных воздействий, чем легирование. В частности, никелевое покрытие отлично защищает латунь от разрушения ионами хлора и аммиака. Напомним, что хлорирование воды производится на водозаборных станциях для ее обеззараживания, а аммиак добавляется в процессе химводоподготовки котловой воды для снижения содержания кислорода.

3.3.2 Особенности конструкции корпуса

Если вспомнить конструкцию обычного сгона в сборе, то в его состав входит муфта и прижимная гайка. Гайка притягивается к муфте, тем самым прижимая уплотнительный материал (ленту ФУМ или лен) и полностью герметизируя соединение.

В фитингах **VTm** с переходом на наружную трубную резьбу роль прижимной гайки играет специальный буртик (размер *C* рисунка 10, стр. 16). Он одновременно ограничивает заход резьбы во встречный соединитель. Большинство изготовителей подобного буртика не делают из соображений экономии металла.

В результате ход резьбы ничем не ограничивается и качественное уплотнение соединения создать затруднительно.

Для удобства монтажа на корпусе обжимных фитингов **Valtec (VTm)** имеются специальные площадки под рожковый ключ (поз.6 рисунка 10). Расстояние

между параллельными плоскостями двух таких площадок на противоположных сторонах фитинга точно соответствует стандартному размеру рожкового ключа. Подобные площадки есть на изделиях многих фирм, но на них, как правило, помещают выпуклые литеры (товарный знак, диаметр), что исключает их первоначальное предназначение.

У фитингов **VTm** литеры на площадках не выступают за их плоскости.

Утопленные литеры имеют и еще одно немаловажное назначение. На формооснастке, в которой изготавливаются фитинги, эти литеры - выпуклые. По степени износа выпуклых литер на оснастке можно судить о степени износа формы. Таким образом, уменьшение глубины литер на готовом изделии должно само сигнализировать о необходимости замены оснастки. Фактически, каждая форма рассчитана на 100000 циклов, после чего она подлежит замене.

3.3.3 Уплотнительные кольца

Достоинства даже самого хорошего обжимного соединителя могут свестись на «нет», если он укомплектован некачественными уплотнительными кольцами. Они неизбежно порвутся еще на стадии монтажа и вместо серьезного соединения получатся серьезные проблемы.

Два уплотнительных кольца на штуцере соединителей **VTm** (поз.4 рисунка 7 и рисунок 8) изготовлены из **Е.Р.Д.М.** (этилен пропилен диен мономера), показатели прочности и долговечности которого выше, чем у маслбензостойкой, черной резины марки NBR, использующейся другими фирмами.

Кольца обеспечивают герметичность примыкания штуцера к внутренней поверхности трубы.

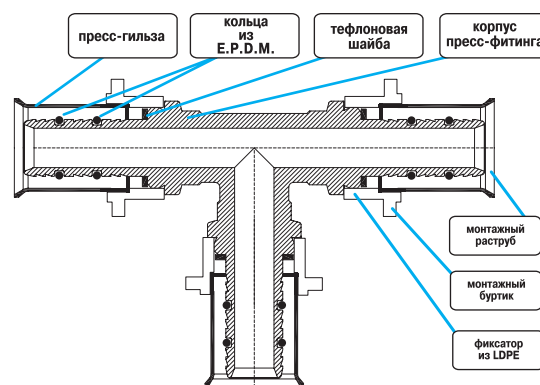


рисунок 8

№	Наименование показателя	Нитриловая резина NBR	Этилен-пропиленовый каучук EPDM
1	Снижение прочности при искусственном «старении» (70 часов при температуре воздуха 150°C)	23%	15%
2	Интервалы рабочих температур	От -30°C до +110°C	От -46°C до +150°C

3.3.4 Диэлектрическая прокладка

Достаточно толстая (0,9 мм) прокладка из тефлона (поз. 5 рисунка 7 и рисунок 9) предотвращает электрический контакт между латунью соединителя и алюминием соединяемой трубы.

Она защитит от пробоя между фитингом и алюминием даже при попадании оголенного фазного провода на корпус соединителя. Отсутствие такой прокладки приводит к созданию гальванической пары Al-Cu, что может стать причиной электрокоррозии.

Кроме того, прокладка электрически размыкает трубопровод, делая его в целом неэлектропроводным и безопасным.

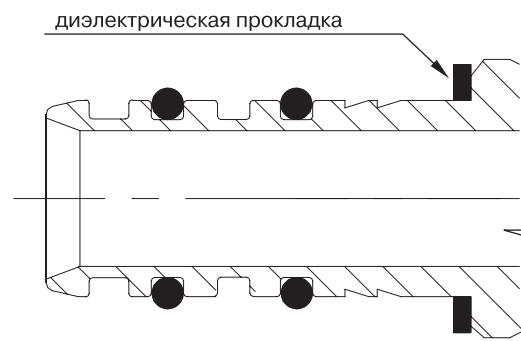


рисунок 9

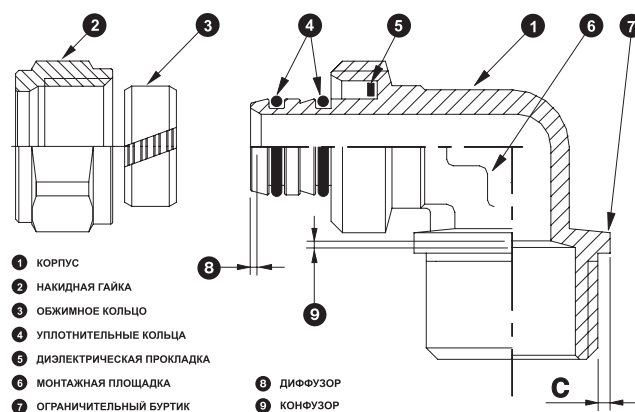
3.3.5 Интегрированный штуцер

Ряд производителей выпускают фитинги с вставным штуцером (так называемый «евроконус»). С точки зрения производства - это очень экономичное решение. Однако, при монтаже системы вместо одного «слабого звена», каким всегда является любое соединение, получается сразу два. Вероятность «отказа» такой системы увеличивается вдвое. Фитинги **VTm** имеют интегрированный штуцер, то есть корпус фитинга и штуцер представляют единое, неразъемное изделие.

3.4 ОБЖИМНЫЕ ФИТИНГИ VTm 300



рисунк 10

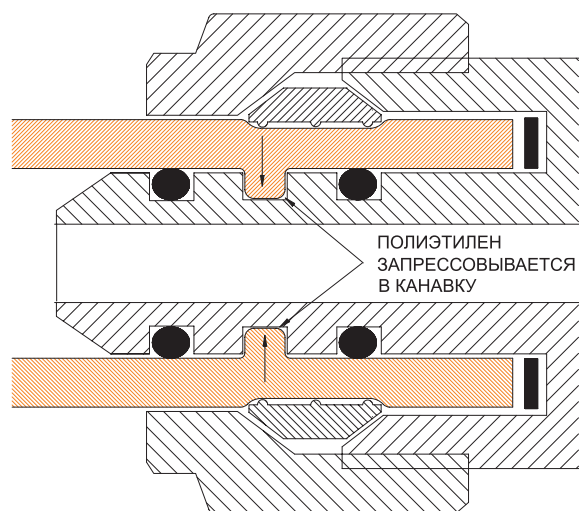


Обжимное кольцо («сухарь») (поз.3 рисунка 10) соединителей **VTm 300** выполнено из латуни, методом нарезки из латунной трубы с внутренним оребрением.

В продаже можно встретить обжимные фитинги, где обжимное кольцо изготовлено из латунной ленты, навитой в спираль. Такое кольцо, больше похожее на пружинную шайбу Гровера, при затяжке гайки вместо аксиального обжима начинает «сдирать» верхний слой металлопластиковой трубы, что может привести к ее значительным повреждениям.

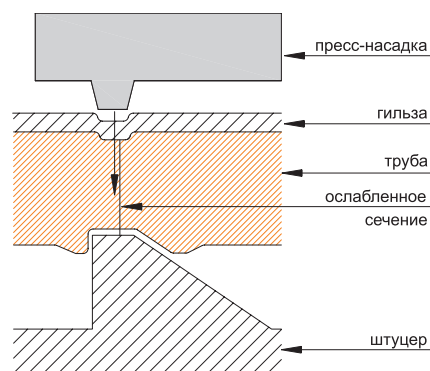
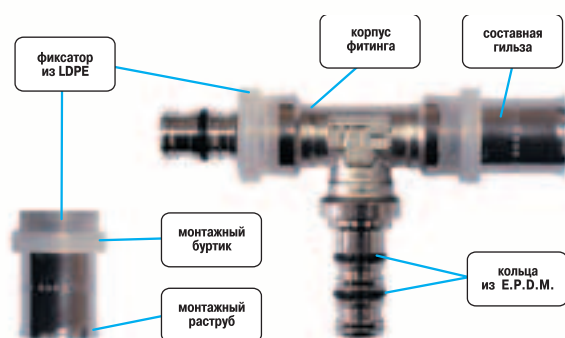
При разработке штуцера обжимного фитинга **VTm** было использовано оригинальное инженерное решение: между уплотнительными кольцами имеется радиальная канавка.

Ширина обжимного кольца «сухаря» рассчитана таким образом, что при обжиме «сухарь» вдавливают в эту канавку внутренний слой полиэтилена трубы. Создается конструкция, противодействующая усилиям, стягивающим трубу со штуцера (см рис. 11).



рисунк 11

3.5 ПРЕСС-СОЕДИНИТЕЛИ VTm 200



рисунк 12

Пресс-соединители многих производителей имеют на штуцере ряд пилообразных проточек, которые должны препятствовать сползанию труб при температурных деформациях. Однако расположение этих проточек зачастую не учитывают расположение сосредоточенных усилий, которые создает пресс-инструмент. В результате, когда область воздействия пресс-насадки попадает на «гребень» проточки, полиэтилен внутреннего слоя деформируется таким образом, что в трубе создается ослабленное сечение (рис. 12).

Пресс-фитинги **VTm200**, рассчитанные на опрессовку насадками типа ТН, в зонах, где действуют сосредоточенные радиальные усилия, имеют прямоугольные выточки, в которые при запрессовке вдавливаются полиэтилен внутреннего слоя (рис. 13). Таким образом, создается прочное несползающее соединение. Если теперь срезать гильзу и попытаться снять трубу, то это не удастся сделать пока не будут «оторваны» от трубы образовавшиеся полиэтиленовые кольца.

Как показал анализ многих пресс-соединителей различных фирм, очень часто уплотнительные резиновые кольца штуцера располагаются непосредственно в зоне сосредоточенного обжатия пресс-инструмента. Упругие свойства резиновых уплотнителей в таком случае препятствуют достаточному обжатию слоев трубы.

Иначе говоря, основные деформации испытывает резина, а не труба. В результате соединение не обладает достаточной прочностью и склонно к «сползанию». Достаточно часто при неправильном расположении уплотнительных колец, (особенно при использовании резины NBR), сами кольца теряют прочность и рвутся от воздействия обжимающих усилий.

У фитингов **VTm 200** кольца из EPDM расположены в промежутках между зонами сосредоточенного обжатия пресс-инструментом с насадками типа «ТН».

Пресс-гильза соединителей **VTm200** выполнена из высоколегированной стали марки AISI 304 (соответствует марке 08X18H9 по ГОСТ 5632-72).

Содержание вредных примесей в сплаве сведено до минимума. В частности, содержание серы составляет не более 0,004% (при норме не более 0,02%).

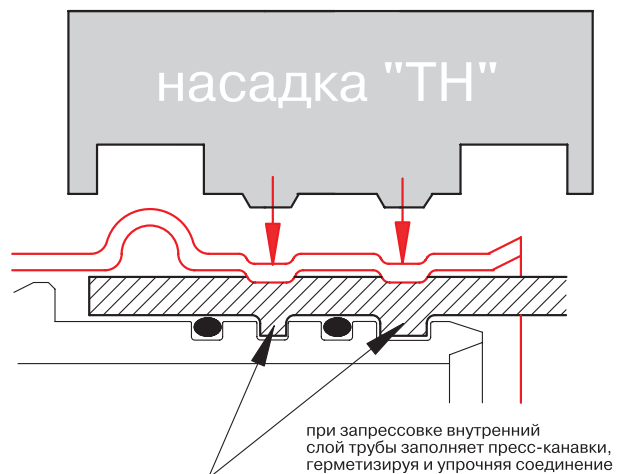


рисунок 13

Такая коррозионно-стойкая сталь обладает прекрасной стойкостью против химической, электрохимической и межкристаллитной коррозии. Вместе с тем эта нержавеющая сталь достаточно пластична и поддается опрессовке даже ручным инструментом.

Свойства коррозионно-стойкой стали AISI 304 (08X18H9)

№	Наименование показателя	Символ	Ед. изм.	Значение
1	Модуль упругости		МПа	$1,84 \times 10^5$
2	Удельный вес	γ	кг/м ³	7830
3	Коэффициент линейного расширения	λ	1/°C	$15,9 \times 10^{-6}$
4	Предел текучести при 20°C	$\sigma_{т20}$	МПа	200
5	Предел текучести при 400°C	$\sigma_{т400}$	МПа	120
6	Временное сопротивление при растяжении при 20°C	$\sigma_{в20}$	МПа	480
7	Временное сопротивление при растяжении при 400°C	$\sigma_{в400}$	МПа	330
8	Относительное удлинение при 20°C	δ_{20}	%	40
9	Относительное удлинение при 400°C	δ_{400}	%	30
10	Относительное сужение при 20°C	Ψ_{20}	%	55
11	Относительное сужение при 400°C	Ψ_{400}	%	50
12	Общая коррозия (вода, 360°C, 1000 часов)		балл	1
13	Общая коррозия (морская вода, 130°C, 44 часа)		балл	1
14	Точечная коррозия (морская вода)		балл	3
15	Скорость питтинговой коррозии (10% водный р-р FeCl ₂ , 20°C, 5 часов)		г/см ² час	3,5
16	Стойкость к кислоте (25% HNO ₃ + 70% H ₂ SO ₄ , 60°C)		балл	1
17	Стойкость к 80% кислоте (70°C)		балл	1
18	Стойкость к 70% уксусной кислоте (при температуре кипения)		балл	1
19	Стойкость к 50% лимонной кислоте (при температуре кипения)		балл	1
20	Стойкость к окислению (жаростойкость) при 600°C		мм/год	0,0018

Выпускаемые в настоящее время пресс-соединители различных фирм можно условно разделить на две группы: фитинги со съёмными гильзами и фитинги с несъёмными завальцованными гильзами. У каждого из этих решений есть свои достоинства, и есть свои недостатки.

Съёмная гильза позволяет легко контролировать правильность расположения уплотнительных колец на штуцере, и в случае необходимости, установить их на место. Ведь часто при надевании трубы на штуцер (особенно при недостаточно снятой внутренней фаске) уплотнительные кольца покидают предназначенные для них канавки.

Съёмная гильза дает возможность при какой-либо ошибке в монтаже, срезать неудачно запрессованную гильзу с куском трубы и заменить гильзу на новую, не меняя при этом весь фитинг. В то же время, торгующие организации и монтажники теряют массу времени на комплектацию. Даже, когда фитинги поставляются комплектно в пластиковых пакетиках, на строительной площадке часть гильз теряется, перемещивается по диаметрам, попадает под ноги и портится.

Завальцованная гильза всегда готова к опрессовке, но в ней очень трудно поправить сбившееся уплотнительное кольцо, а мельчайшая ошибка в опрессовке требует замены всего фитинга. Инженерами фирмы **Valtec** было найдено оригинальное компромиссное решение. Фартук гильзы завальцован на корпус соединителя, но этот фартук с двух противоположных сторон прорезан прямоугольными окошками. Эти окошки выполняют сразу несколько функций.

Во-первых, через них монтажнику предоставлена возможность контролировать правильность расположения изолирующей прокладки и достаточность захождения трубы на штуцер.

Во-вторых, вставив в окошко отвертку и приложив небольшое усилие, гильзу можно снять с фитинга. Чтобы обратно «защелкнуть» гильзу на положенное место, достаточно надеть ее на корпус и слегка ударить по верхнему ее срезу гаечным ключом или молотком. Таким образом, в фитингах **VTm200** соединились достоинства съёмных и завальцованных гильз, при этом все ранее отмеченные недостатки исчезли.

Однако, для монтажников, которые привыкли работать только со съёмными гильзами, серия **VTm** предоставляет такую возможность.

Наряду с завальцованными, выпускаются съёмные гильзы с полиэтиленовым фиксатором. Фиксатор крепит гильзу к корпусу и одновременно служит направляющим элементом для правильной установки пресс-насадки.

Технология изготовления гильз выбрана с учетом обеспечения их максимальной прочности. Ряд фирм делает гильзы из листа со сварным швом, а любой шов – это потенциальная опасность разрушения. Широко используется деформационная выштамповка гильз из листа. Этот метод из-за многократного воздействия штампа на заготовку создает в гильзе множество зон концентраций напряжения, что не позволяет реально оценить прочностные качества гильзы. На фирме **Valtec** гильзы производятся путем холодного деформирования трубы из нержавеющей стали.

Для удобства введения трубы в гильзу, верхняя часть гильзы фитинга **VTm200** имеет небольшой монтажный раструб. Для точной фиксации насадки пресс-инструмента на гильзе выштампован монтажный буртик, по размерам точно вписывающийся в углубление пресс-насадки. Это является гарантией того, что усилия при опрессовке передадутся именно туда, куда нужно.

В продаже можно встретить латунные пресс-гильзы. Это решение себя не оправдывает, так как для сохранения приданной гильзе деформации толщина стенки гильзы должна быть порядка 1,5 – 2 мм, что существенно затрудняет работы по ее опрессовке. Отметим, что толщина гильзы фитингов **VTm200** составляет всего 0,5 мм.

Лабораторные испытания пресс-фитингов **VTm200** напрессованных на металлопластиковых трубах с алюминиевым слоем показал, что при давлении транспортируемой жидкости порядка 80-90 бар происходит разрыв труб. При этом никаких деформаций в соединителях отмечено не было. Были также произведены разрывные испытания на трехслойных трубах со средним слоем из оцинкованной стали. Разрыв труб произошел при давлении 180 бар. Соединители и в этом случае надежно выполняли свою функцию.

3.6 Маркировка и совместимость фитингов

Каждый элемент соединителей **VTm** имеет маркировку. На накидной гайке изделий серии **VTm300** имеется специальный «фартук», на котором нанесено значение параметров соединяемых труб и производитель (***) $\varnothing$ 16x2,0***ValTec***). На торце накидной гайки обозначен наружный диаметр соединяемой трубы и обозначение серии фитингов (RIF 16 VTm). Обжимное кольцо имеет надпись на наружной поверхности, обозначающее наружный диаметр трубы, страну-изготовитель и серию фитингов. (*16 mm*MADE IN ITALY*VTm*). Корпус фитинга несет маркировку утопленными

литерами, обозначающими серию фитингов, на монтажной площадке (VTm).

Гильзы фитингов **VTm 200** также имеют на наружной поверхности обозначение диаметра соединяемых труб и торговую марку производителя.

Фитинги **VTm** могут использоваться с трубами следующих производителей:

TIEMME, CO.E.S., Valpex, Dalpex, Frankishe, General Fittings, Gerpex, HAKA, HENCO, KISAN, LG Metapol Pipe, Pexal, Prandelli, Unipipe, WATTS MTR, а также прочими металлопластиковыми трубами, имеющими следующие габариты:

Наружный диаметр, мм	16	20	26	32	40
Толщина стенки трубы, мм	2,0	2,0	3,0	3,0	3,5

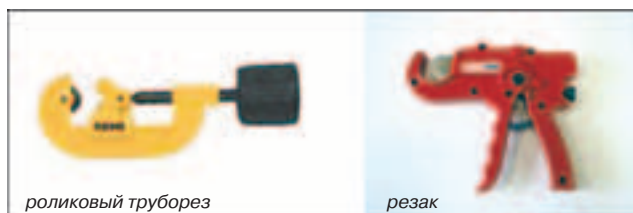
В ближайших планах фирмы – освоение соединителей и металлопластиковых труб диаметрами до 63мм.

4. РАБОТА С МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫМИ ТРУБАМИ

4.1 Инструмент

4.1.1 Инструмент для разрезания труб

Для выполнения качественного соединения металлопластиковых труб их разрезание должно производиться строго под прямым углом к оси трубы. Для получения аккуратного среза могут использоваться роликовый труборез или резак (рис. 14). Допускается резка труб ножовкой по металлу, но при этом кромки трубы требуют более тщательной обработки.



рисунки 14

4.1.2 Инструмент для изгибания труб

Трубы диаметром 16 и 20 мм могут изгибаться вручную с использованием наружного или внутреннего (рис. 15) пружинных кондукторов. При этом радиус изгиба не должен превышать значений, указанных в таблице.



рисунки 15

Для изгибания труб могут использоваться ручные или электрические трубогибы (рис. 16).



рисунки 16

Минимальные радиусы изгиба металлопластиковых труб

Способ изгибания	Минимальный радиус изгиба, мм при наружном диаметре труб			
	16 мм	20 мм	26 мм	32 мм
Вручную	80	100	110	160
С использованием трубогиба	45	60	95	125

4.1.3 Инструмент для подготовки торца трубы к соединению

Калибровка трубы может производиться с помощью металлических или пластиковых калибров (рис. 17). Каждый калибр набора, показанного на рис. 17 имеет у своего основания интегрированную фрезу для снятия внутренней фаски с торца трубы.



рисунки 17

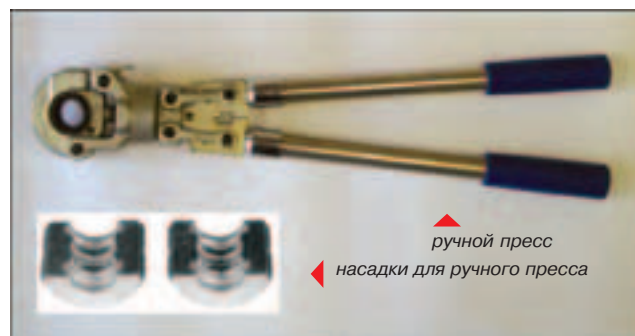
4.1.4 ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПРЕССОВКИ ФИТИНГОВ

4.1.4.1 Пресс ручной

Ручной пресс (рис. 18) используется для запрессовки пресс-соединителей для трубы диаметром от 16 до 26 мм.

Порядок работы ручным прессом:

- раздвинуть рукоятки инструмента на 180°, нажать на замок и раскрыть обжимную обойму;
- поочередно вставить пресс-насадки (рис. 18) в обойму инструмента. Для этого следует нажать на кнопку фиксатора и вставить насадки в направляющие. После этого обойма закрывается до защелкивания замка;
- установить губки инструмента с насадками на гильзе фитинга и произвести запрессовку до тех пор, пока губки инструмента полностью не сойдутся;
- повторить операцию на фитинге еще раз, повернув инструмент таким образом, чтобы место смыкания губок на гильзе, не совпадало с предыдущим.



рисунки 18

4.1.4.2 Пресс электрический

Технические характеристики электрического пресса

№	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1	Вес инструмента без насадки	кг	5,6
2	Напряжение питания	В	220
3	Частота тока питания	Герц	50
4	Потребляемая мощность	Ватт	500
5	Уровень шума на рабочем месте	Дб	75

Порядок работы электрическим прессом:

- подключить инструмент к сети 220 В, 50 Гц.
- В помещениях с повышенной влажностью инструмент следует подключать через автовыключатель с током срабатывания 30 мА;
- перевести переключатель направления подачи в положение реверса (R);
- нажимая на кнопку выключателя включить привод, чтобы ролики штока отошли в крайнее заднее положение, пока не сработает ограничитель вращающего момента (характерный щелкающий звук);
- нажав на рычаг фиксации пальца, выдвинуть палец для возможности установки пресс-насадки (рис. 19);
- вставить нужную пресс-насадку, и вставить палец на место до защелкивания фиксатора;

Внимание: для фитингов **Valtec VTm** используются насадки только типа ТН (см. таблицу приложения 8);

- нажимая рукой на рычаги пресс-насадки, развести ее губки и установить их на гильзу фитинга;
- перевести переключатель направления подачи в положение опрессовки (V);
- держа инструмент под прямым углом к оси трубы, нажать выключатель и держать его до полной опрессовки, т.е. до срабатывания ограничителя

вращающего момента;

- перевести переключатель в положение реверса и снова нажать на выключатель, чтобы прижимные ролики ушли в крайнее заднее положение;
- нажав на рычаги пресс-насадки, снять ее с фитинга и визуально проверить качество опрессовки
- повторить операцию на фитинге еще раз, повернув инструмент таким образом, чтобы место смыкания губок на гильзе, не совпадало с предыдущим.

рисунки 19



4.1.4.3 Пресс аккумуляторный

Порядок работы с аккумуляторным прессом такой же, как с электрическим.



рисунки 20

4.2 МОНТАЖ

4.2.1 Общие требования к монтажу

Монтаж металлопластиковых труб должен осуществляться при температуре окружающей среды не ниже 10°C.

Не допускаются сплющивания и переломы трубопровода во время монтажа. При «заломе» испорченный участок трубы должен быть удален.

Бухты труб, хранившиеся или транспортировавшиеся при температуре ниже 0°C, должны быть перед раскаткой выдержаны в течение 24 ч при температуре не ниже 10°C.

Прокладку трубы следует вести, не допуская рас-

тягивающих напряжений. Свободные концы труб необходимо закрывать заглушками во избежание попадания грязи и мусора в трубу.

Трубопровод напольного отопления должен заливаться бетонным раствором или закрываться покрытием только после проведения гидравлических испытаний на герметичность. Труба при заливке должна находиться под давлением 0,3 МПа;

Минимальная высота заливки раствора над поверхностью трубы должна быть не менее 3 см.

4.2.2 Выполнение соединений

Разметка

При помощи рулетки отмеряется необходимая длина трубы и в месте будущего отреза ставится метка фломастером, маркером или карандашом.

Не рекомендуется наносить риски острыми предметами, повреждающими верхний слой трубы, так как в случае ошибки в измерениях, данный участок может оказаться рабочим.

Разрезание трубы

Разрезание трубы производят либо специальным резакom либо роликовым труборезом. Труба должна без перекося опираться на плоскость инструмента, противоположную режущему органу, в этом случае разрез будет произведен строго по плоскости, перпендикулярной оси трубы. В случае, когда инструмент сильно сминает трубу при резке, режущий орган необходимо заточить или заменить.



Подготовка конца трубы

Для того, чтобы металлопластиковая труба оделась на штуцер фитинга без значительных усилий, и не нарушила положения эластичных уплотнительных колец штуцера, конец трубы необходимо откалибровать внутренним калибром, соответствующим номинальному внутреннему диаметру трубы, а также снять фаску с размером катета около 1-1,5 мм на внутреннем слое трубы. Для этого используются специальные калибры, совмещенные с фрезой для снятия фаски или фаскосниматель.



Смазка штуцера фитинга

Для облегчения надевания трубы поверхность штуцера рекомендуется покрыть тонким слоем специальной силиконовой смазки или мыльной воды. Не допускается использовать для этой цели какие-либо другие масла и смазки.



Выполнение обжимного соединения

- проверяется подготовка трубы и фитинга к монтажу (труба отрезана строго под прямым углом и откалибрована, снята фаска с внутреннего слоя). Штуцер смазан силиконовой смазкой или мыльной водой. На штуцере имеются электроизолирующая тефлоновая шайба и два уплотнительных кольца из EPDM.)

- на подготовленную трубу надевается обжимная гайка.
- на трубу надевается разрезное обжимное кольцо («сухарь»).
- штуцер фитинга аккуратно вводится в трубу до упора. При этом необходимо следить, чтобы уплотнительные кольца остались в предназначенных для них канавках штуцера.
- накидная гайка и обжимное кольцо надвигаются до корпуса фитинга. Гайка вручную заворачивается на резьбовую часть фитинга.
- придерживая фитинг одним рожковым ключом за монтажную площадку, вторым ключом производится довинчивание накидной гайки на следующее число оборотов:

Наружный диаметр, мм	16	20	26	32
Число оборотов	1	1	3/4	3/4



Выполнение пресс-соединения

- проверяется подготовка трубы и фитинга к монтажу (труба отрезана строго под прямым углом и откалибрована, снята фаска с внутреннего слоя). Штуцер смазан силиконовой смазкой или мыльной водой. На штуцере имеются электроизолирующая тефлоновая шайба и два уплотнительных кольца из EPDM.

- если уплотнительные кольца штуцера находятся вне предназначенных для них канавок, необходимо снять гильзу. Для этого в контрольное окошко гильзы помещается отвертка и проворачивается вокруг своей продольной оси. После установки уплотнительных колец на место, гильза одевается и осаживается легкими ударами молотка по раструбному концу.

- штуцер фитинга аккуратно вводится в трубу до тех пор, пока она не упрется в ограничительный буртик фитинга, что визуально контролируется через окошко гильзы. При этом необходимо следить, чтобы уплотнительные кольца остались в предназначенных для них канавках штуцера.

- губки пресс-инструмента разводятся и надеваются на гильзу таким образом, чтобы направляющий буртик гильзы зафиксировался в углублении пресс-насадки «ТН». Инструмент располагается под прямым углом к оси пресс-гильзы.

- производится опрессовка до полного смыкания губок пресс-инструмента. (Ручные пресс-клещи не раскроются до полного обжатия. В электрическом пресс-инструменте о полном обжатии свидетельствует характерный треск механизма перегрузки.)

- производится повторная опрессовка так, чтобы зона обжатия перекрыла место предыдущего смыкания губок.



ВНИМАНИЕ!

Электроинструмент для опрессовки рассчитан на повторно-кратковременный режим работы (S3 -15%). Это значит, что после 2 минут непрерывной работы, инструменту необходимо остывать в течении 8 минут. Несоблюдение этого условия приводит к резкой потере мощности, из-за чего фитинги начинают опрессовываться не до конца.

ОБЯЗАТЕЛЬНО ПРОВЕРЯЙТЕ КАЧЕСТВО ВЫПОЛНЕННОГО СОЕДИНЕНИЯ

Это можно сделать , одев на опрессованную гильзу насадки ручного инструмента. Зазор между губками не должен превышать 1 мм (естественная упругость материала).

4.2.3 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОКЛАДКЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Трубопроводы из металлопластиковых труб **Valpex** и **Valtec Super** могут прокладываться как открыто, так и в строительных конструкциях. В последнем случае соединение труб должно выполняться неразъемным на пресс-соединителях.

Трубопроводы систем радиаторного отопления, прокладываемые в полах, рекомендуется монтировать в защитном гофрированном пластиковом кожухе. Эта мера после замоноличивания стяжки позволит избежать появления температурных напряжений, вызванных изменением длины трубы.

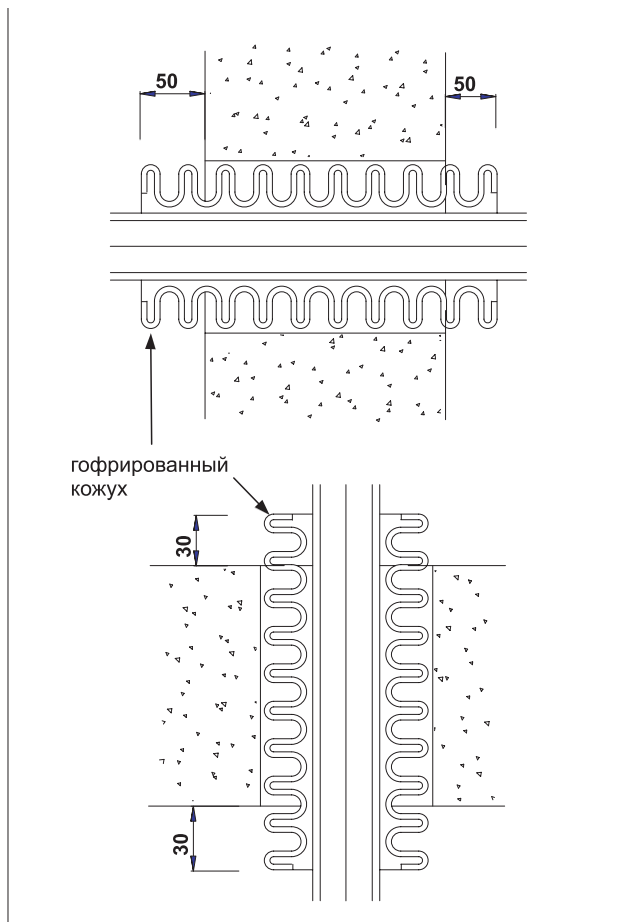
При скрытой прокладке трубопроводов в местах расположения разборных соединений и арматуры следует предусматривать люки или съемные щиты, не имеющие острых выступов.

Трасса трубопровода должна выбираться таким образом, чтобы изгибы трассы компенсировали температурные удлинения труб. В противном случае необходимо предусматривать устройство компенсаторов (см. п. 4.2.4).

Конструктивные решения по прокладке металлопластиковых трубопроводов должны учитывать защиту труб от:

- теплового излучения, открытого огня, искр;
- ультрафиолетового излучения;
- механических повреждений;
- вандализма в помещениях общего пользования.
- воздействия химических веществ, агрессивных к полиолефинам.

В местах прохода металлопластиковых труб через стены, перегородки и перекрытия, труба должна быть заключена в защитный пластиковый гофрированный кожух (рис. 21).

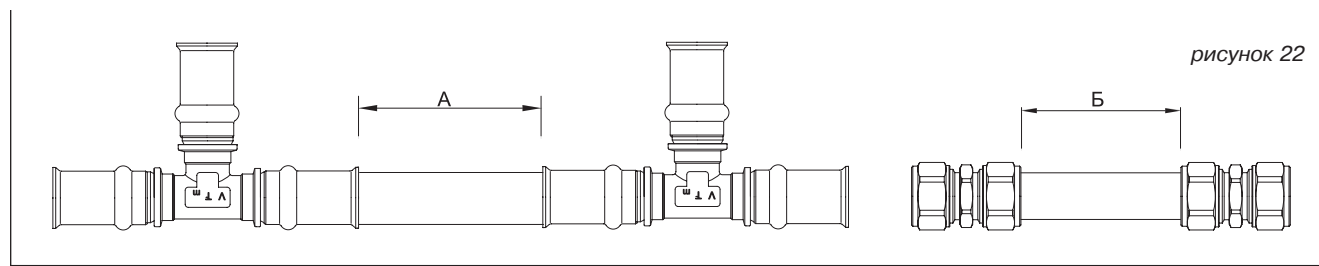


рисунки 21

Для возможности удобного доступа монтажным инструментом к соединителю рекомендуется соблюдать приведенные в таблице минимальные расстояния между двумя соседними соединителями, а также между осью трубы и поверхностью крепления (стена, пол, потолок). При трубах разного диаметра принимаются данные для более толстой трубы.

Минимальные технологические разрывы

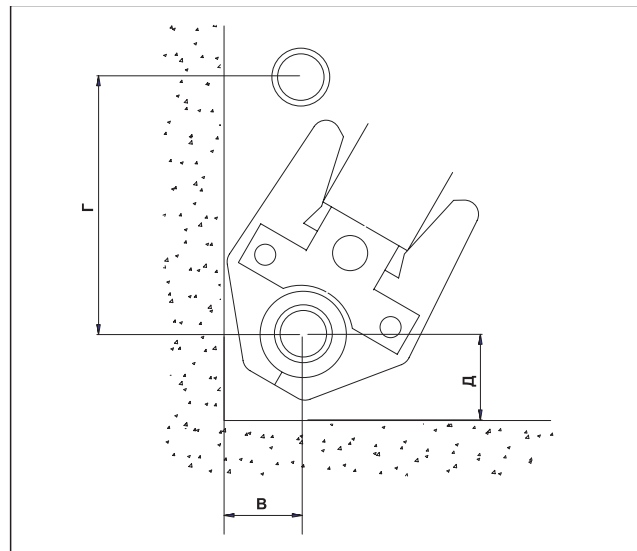
Наружный диаметр трубы, мм	Расстояние А, мм	Расстояние Б, мм	Расстояние В, мм	Расстояние Г, мм	Расстояние Д, мм
16	120	100	25	55	40
20	120	100	25	60	45
26	140	120	30	65	50
32	140	120	35	80	50
40	140	120	40	85	55



рисунки 22

При проходе металлопластиковых труб через деформационные швы, труба на расстоянии 500 мм от шва должна помещаться в гофрированный кожух.

По возможности, пересечение трубы с деформационным швом должно осуществляться под углом 45° , что сглаживает деформационные напряжения в стенках трубы.



рисунки 23

4.2.4 КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Коэффициент линейного расширения труб **Valpex** составляет $0,000026 \text{ } 1/^\circ\text{C}$. Для труб **Valtec Super** этот показатель равен $0,000028 \text{ } 1/^\circ\text{C}$. Это обозначает, что каждые 10м трубы при повышении температуры на 10°C удлиняются, соответственно на 2,6 мм и 2,8 мм. Величину температурного удлинения (укорочения) участка трубы можно определить по формулам:

- для трубы **Valpex** - $\Delta L = 26 \times L \times \Delta T / 1000 \text{ (мм)}$
- для трубы **Valtec Super** - $\Delta L = 28 \times L \times \Delta T / 1000 \text{ (мм)}$

где:

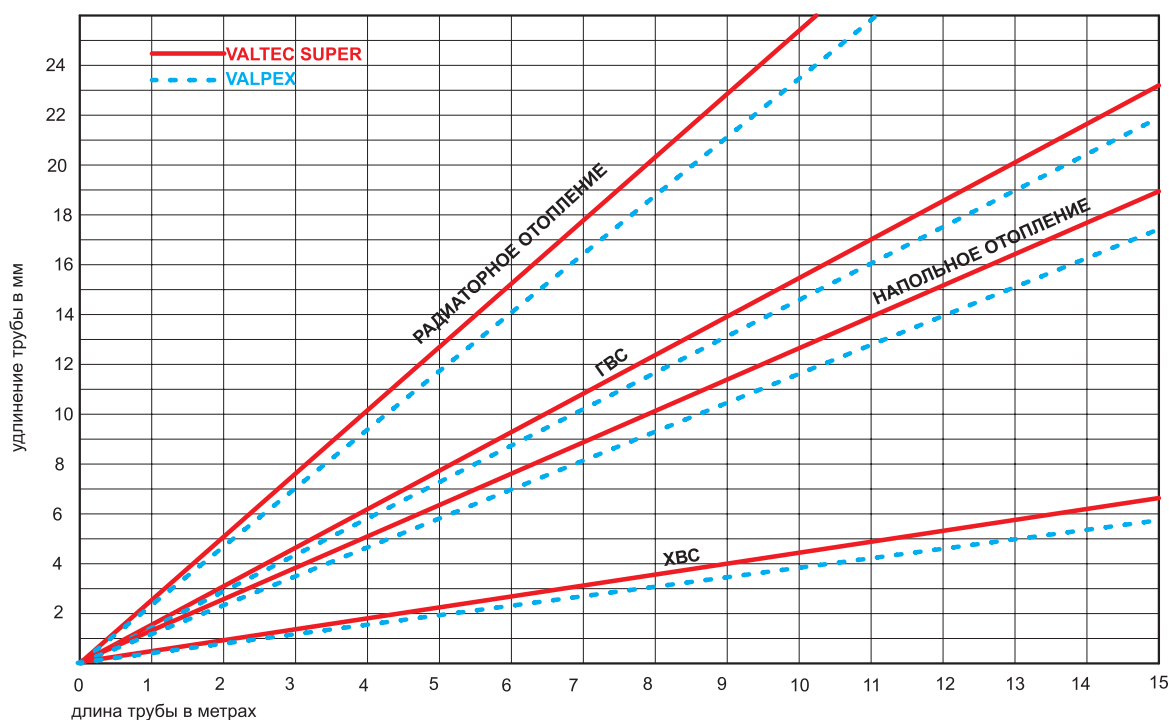
ΔL - величина изменения длины трубы в мм;

L - длина участка трубы в м;

ΔT - разница между минимальной и максимальной температурой транспортируемой среды, встречающейся при ее эксплуатации или монтаже (см. таблицу)

№	Вид системы	T, °C
1	Радиаторное отопление	90
2	Напольное отопление	45
3	Водопровод горячей воды	55
4	Водопровод холодной воды (летом)	15
5	Водопровод холодной воды (зимой)	5
6	Температура монтажа	10

Величину температурного удлинения допускается определять по графику



Для компенсации температурных колебаний в длине трубы используются **Г-образные, П-образные и О-образные компенсаторы**.

Г-образный компенсатор представляет из себя поворотный участок трубы, в котором расстояние от ближайшей неподвижной опоры до поворота считается расчетной длиной L_p , температурные удлинения которой следует компенсировать. При этом расстояние от поворота до ближайшей подвижной опоры L_k принимается за компенсационный участок, длина которого рассчитывается по формуле:

$$L_k = 30 \times \sqrt{D_n \times \Delta L} \text{ (мм)},$$

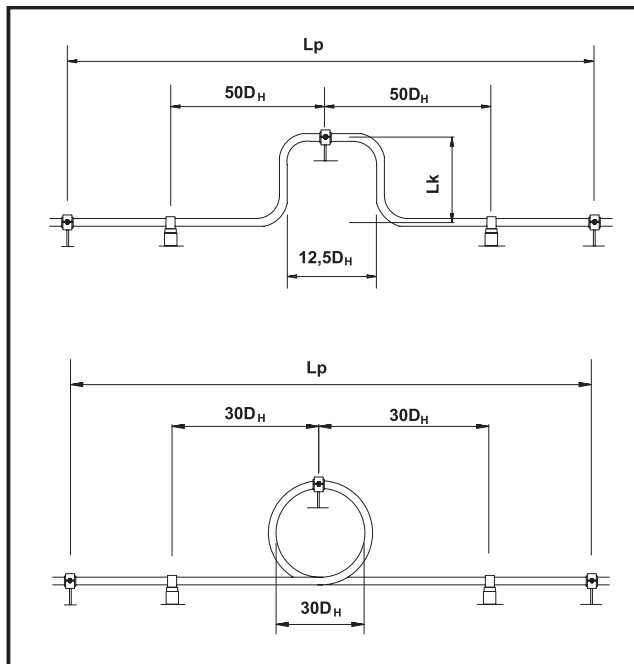
где D_n - наружный диаметр трубы в мм.

Таким образом, установив подвижную опору на расстоянии от угла поворота не менее L_k , удастся создать **Г-образный компенсатор**, воспринимающий температурное изменение участка L_p .

Важно, чтобы расстояние от стены до трубы при создании Г-образного компенсатора не было меньше величины ΔL . В противном случае, может произойти залом трубы в точке ее соприкосновения с углом стены.

П-образный компенсатор используется, когда трасса проложена прямолинейно, и отсутствует техническая возможность устройства Г-образных компенсаторов. Вынос П-образного компенсатора L_k считается по формуле, приведенной для Г-образного компенсатора. Минимальная ширина компенсатора B равна $12,5D_n$. Расстояние от оси компенсатора до следующей подвижной опоры не должна превышать $50D_n$.

О-образный компенсатор применяется в случае, когда расчетная величина выноса П-образного компенсатора не может быть обеспечена по конструктивным



соображениям. Обычно, О-образный компенсатор выгоднее применять, когда ΔL превышает $0,4D_n$.

Следует учесть, что неподвижная опора в этом случае устанавливается на компенсационной петле, не допуская свободного ее перемещения, а диаметр петли не должен быть менее $10D_n$. Расстояние от оси О-образного компенсатора до ближайшей подвижной опоры не должно превышать $30D_n$.

ПРИМЕР

Исходные данные:

Расчетный прямолинейный участок трубы **Valpex D16** имеет длину $L_p=5$ м. Труба монтируется внутри помещения при температуре воздуха $+10^\circ\text{C}$. Расчетная температура теплоносителя $+90^\circ\text{C}$.

Гидравлические испытания проводятся из водопровода холодной воды с температурой $+5^\circ\text{C}$. Требуется определить расчетное удлинения (укорочения) участка трубы для выбора расстояния до подвижной опоры.

Расчет:

1. В период гидравлического испытания холодной водой величина укорочения трубы:

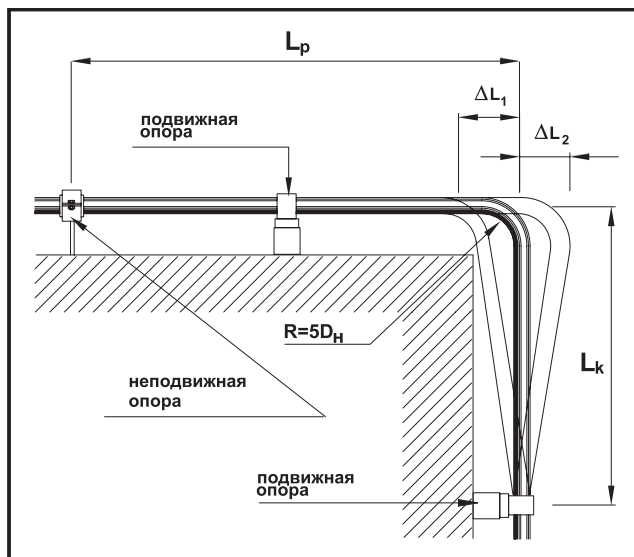
$$\Delta L_1 = 26 \times L \times \Delta T / 1000 = 26 \times 5 \times (10-5) / 1000 = 0,65 \text{ мм}$$

2. В эксплуатационный период удлинение трубы:

$$\Delta L_2 = 26 \times L \times \Delta T / 1000 = 26 \times 5 \times (90-10) / 1000 = 10,4 \text{ мм}$$

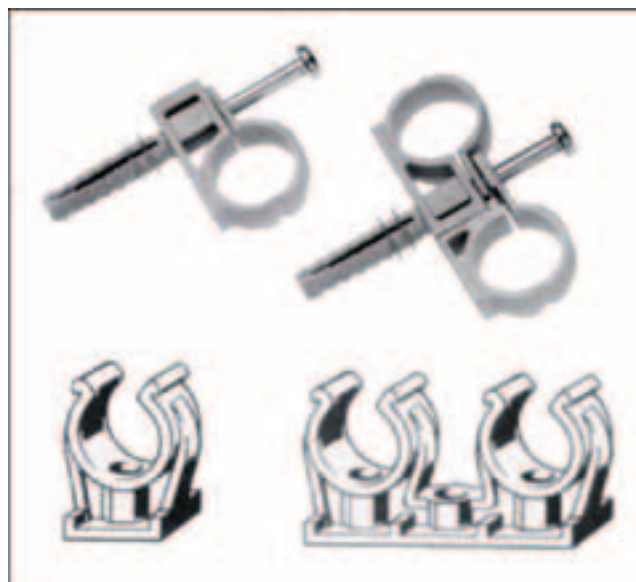
3. Минимальное расстояние от угла поворота до неподвижной опоры:

$$L_k = 30 \times \sqrt{D_n \times \Delta L} = 30 \times \sqrt{16 \times 10,4}^{0,5} = 387 \text{ мм}$$



4.2.5 КРЕПЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

В качестве **подвижных опор** для крепления металлопластиковых труб могут использоваться пластиковые кронштейны соответствующего диаметра, допускающие свободное продольное перемещение трубы.



Для устройства **неподвижных опор** обычно применяются металлические кронштейны с хомутами и резиновыми прокладками.



Опоры для металлопластиковых труб должны иметь плоскую обжимающую поверхность, без выступов, заусенцев и острых кромок.

При устройстве водяных теплых полов и стен крепление труб к арматурной сетке может осуществляться плоскими пластиковыми кабельными хомутами. При креплении труб к теплоизоляции используются специальные гарпунные скобы.

Наиболее удобными в монтаже при устройстве теплых полов являются распределительные пластиковые «гребенки» с шагом между пазами 50 мм. Не допускается использование для крепления труб проволочных хомутов.

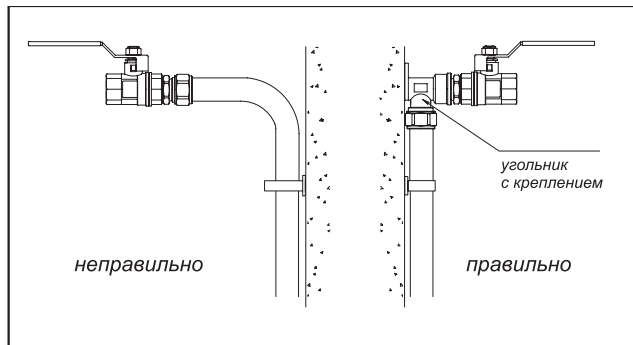


Максимальные расстояния между креплениями металлопластиковых труб

Наружный диаметр трубы, мм	Расстояния между опорами (креплениями), мм			
	горизонтальная прокладка	вертикальная прокладка	петли теплого пола	петли теплых стен
16	800	1500	400	300
20	900	1700	400	300
26	1000	2000	-	-
32	1100	2200	-	-
40	1200	2400	-	-

Распределительные коллекторы и запорно-регулирующую арматуру следует закреплять с помощью самостоятельных неподвижных креплений для устранения передачи усилий на трубопровод в процессе эксплуатации.

Не допускается установка какой-либо арматуры на незакрепленных концах металлопластикового трубопровода.



4.2.6 ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Необходимость в тепловой изоляции трубопроводов из металлопластиковых труб определяется расчетом на потери тепла трубами или на выпадение конденсата (см. раздел 6). Как правило, тепловая изоляция предусматривается в следующих случаях:

- при прокладке труб в полу первого этажа по грунту или над неотапливаемым подпольем;
- при прохождении трубопроводов через неотапливаемые помещения;
- при прохождении трубопроводов у наружных дверных проемов, где возможно промерзание;
- стояки отопления и горячего водоснабжения;

- стояки холодного водоснабжения при открытой прокладке (для защиты от конденсата).

В качестве теплоизоляции для металлопластиковых труб рекомендуется использовать специальную, эластичную трубную изоляцию (скорлупы) из вспененного полиэтилена или каучука. При этом следует иметь в виду, что каучуковая изоляция при отрицательных температурах, хотя и сохраняет теплоизоляционные свойства, теряет эластичность. Это может привести к ее разрушению под воздействием тепловых деформаций трубопровода. Коэффициент теплопроводности теплоизоляции не должен превышать 0,05 Вт/м К.

4.3 ИСПЫТАНИЯ СМОНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ

4.3.1 Общие требования к испытаниям

В соответствии со СНиП 3.05.01, по завершении монтажных работ монтажными организациями должны быть выполнены:

- испытания систем отопления, теплоснабжения, внутреннего холодного и горячего водоснабжения гидростатическим или манометрическим методом с составлением акта (см. приложение 9), а также промывка систем
- тепловое испытание систем отопления на равномерный прогрев отопительных приборов;
- индивидуальные испытания смонтированного оборудования с составлением акта (см. приложение 10)

4.3.2 Гидравлические испытания систем отопления

После выполнения монтажных работ проводится испытание системы на герметичность при давлении, превышающем рабочее в 1,5 раза, но не менее 6 бар, при постоянной температуре воды.

Перед испытанием необходимо снять предохранительную или регулировочную арматуру (клапана, редукторы), значение настройки которых менее 6 бар. Вместо снятой арматуры устанавливаются заглушки или трубные вставки («катушки»).

К системе подключается манометр с точностью измерения не более 0,1 бар.

Система заполняется водой постепенно, при открытых воздухопускных устройствах во избежание образования воздушных пробок.

Гидравлические испытания проводятся при постоянной температуре в два этапа:

Первый этап - в течение 30 мин дважды поднимать давление до расчетной величины через каждые 10 мин. В последующие 30 мин падение давления в системе не должно превышать 0,6 бар;

Второй этап - в последующие 2 ч падение давления (от давления, достигнутого на первом этапе) не должно быть больше, чем на 0,2 бар.

Гидравлическое испытание системы напольного отопления необходимо проводить до заливки трубопроводов бетоном (раствором).

Если в ходе испытания обнаружена течь в обжимном соединении, допускается подтягивание накидной гайки не более, чем на 0,5 оборота. Если и в этом случае течь не прекратится, необходимо выполнить новое соединение, обрезав замятый конец трубы.

4.3.3 Тепловые испытания систем отопления

Тепловое испытание систем отопления при положительной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре воды в подающих магистралях систем не менее 60°C. При этом все отопительные приборы должны прогреваться равномерно.

Тепловое испытание систем отопления при отрицательной температуре наружного воздуха должно производиться при температуре теплоносителя в подающем трубопроводе, соответствующей температуре наружного воздуха во время испытания по отопительному температурному графику, но не менее 50°C, и величине

циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

Тепловое испытание систем отопления следует производить в течение 7 ч, при этом проверяется равномерность прогрева отопительных приборов (на ощупь).

Тепловое испытание напольных систем отопления из металлополимерных труб следует осуществлять после того, как бетон окончательно затвердеет, т.е. через 20-28 дней. Испытания следует начинать с температуры теплоносителя 25°C с ежедневным увеличением температуры на 5°C до тех пор, пока она не будет соответствовать проектной величине.

4.3.4 Гидравлические 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 сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре и утечки воды через смывные устройства.

4.3.5 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.

4.4 Взаимозаменяемость труб

При замене стальных или медных труб на металлопластиковые трубы необходимо учитывать изменение их пропускной способности. Пропускную способность труб рекомендуется сравнивать по условному коэффициенту пропускной способности K_{vu} , показывающий, какой расход воды вызовет снижение давления в 1 бар на 1 погонном метре трубопровода (Эквивалентная шероховатость труб принята по СНиП 2.04.05 п. 3.29 - новые стальные трубы 0,2 мм, пластиковые трубы - 0,01 мм, медные трубы - 0,11 мм)

Металлопластиковая труба		Медная труба		Стальная труба	
Диаметр	$K_{vu}, \text{м}^3/\text{час}$	Диаметр	$K_{vu}, \text{м}^3/\text{час}$	Диаметр	$K_{vu}, \text{м}^3/\text{час}$
16x2	4,5	12x1	2,1	1/2" (Ду15)	5,71
20x2	9,3	15x1	4,2	3/4" (Ду20)	12,1
26x3	16,2	18x1	7,3	1" (Ду25)	22
32x3	31,2	22x1	13,1	1 1/4" (Ду32)	42
40x3,5	56	28x1,2	25,6	1 1/2" (Ду40)	73
-	-	35x1,5	43,8	2" (Ду50)	130
-	-	42x1,5	73	-	-

4.5 Техника безопасности

При заготовке и монтаже систем из металлопластиковых труб не допускается производить сварочные работы ближе, чем 2 м от труб. Если же по технологическим условиям сварка необходима, то трубы следует укрыть асбестовой тканью и листом кровельной стали.

Металлопластиковые трубы относятся к категории горючих, трудновоспламеняемых материалов. Для тушения загоревшихся труб следует использовать воду, пену, песок, кошму.

Металлопластиковые трубы **Valpex** и **Valtec Super** в процессе монтажа и эксплуатации не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают вредного влияния на организм человека

при непосредственном контакте.

При работе с металлопластиковыми трубами следует принять меры против попадания на них органических растворителей.

В случае некачественно выполненного соединения металлопластиковых труб на обжимных или пресс-фитингах, обжатый или запрессованный участок трубы надлежит обрезать на расстоянии не менее 8 см от фитинга. Повторное обжатие одного и того же участка трубы может привести к аварии трубопровода.

К монтажу металлопластиковых труб допускаются работники, прошедшие специальное обучение и знакомые со спецификой данного вида труб.

5. КОНСТРУИРОВАНИЕ СЕТЕЙ

5.1. Водопровод холодной и горячей воды

При выборе вариантов схемы прокладки водопроводных сетей обычно руководствуются оценкой следующих факторов:

- эксплуатационные свойства, оцениваемые по влиянию друг на друга одновременно открытых приборов, удобству обслуживания и компактности;
- затраты на монтаж, которые можно оценить по количеству выполняемых соединений и протяженности трубопроводов;
- экономичность, определяемая по стоимости материалов, затраченных на монтаж.

Оценка различных вариантов систем разводки сведена в таблицу, при этом за 100% приняты данные по тройниковой (традиционной) разводке. При конструировании систем трубопроводную арматуру следует устанавливать в соответствии с требованиями строительных норм и правил (см. приложение 14).

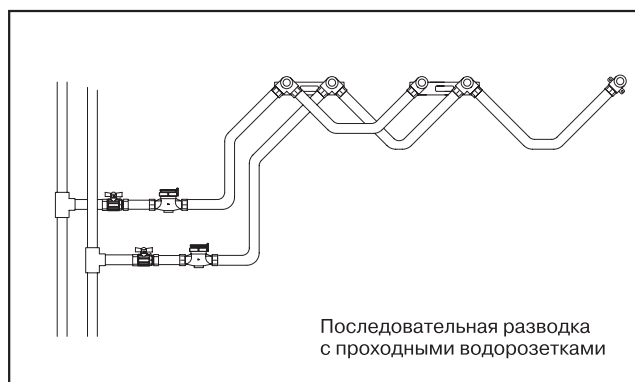
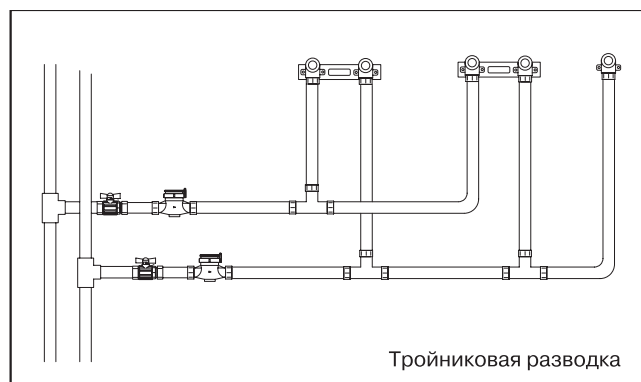
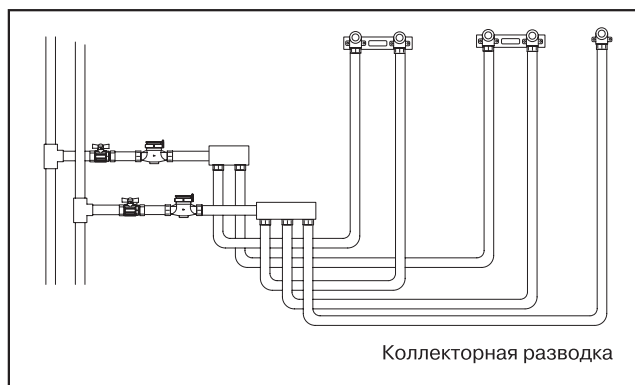


Таблица сравнения вариантов разводок

№	Схема разводки	Количество соединений	Длина труб	Стоимость материалов	Трудовые затраты	Эксплуатационные характеристики
1	Тройниковая	100%	100%	100%	100%	Неравномерное давление по приборам
2	Коллекторная	71%	150%	126%	88%	Равномерное давление по приборам
3	Последовательная, с применением проходных водорозеток	57%	80%	70%	52%	Неравномерное давление по приборам

Количество устанавливаемых санитарно-технических приборов и водоразборной арматуры определяется технологической частью проекта и техническим заданием заказчика.

В случае, если при определении расчетных расходов воды на участках водопроводной сети (в соответствии с разделом 6.1.) значение вероятности P превышает единицу, количество водоразборных приборов не обеспечивает подачу нормативных расходов. Количество точек водоразбора в данной ситуации требует увеличения.

При определении мест установки водоразборной

арматуры следует придерживаться рекомендаций СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические системы», приведенных в таблице (если иное не предусмотрено паспортом на устанавливаемый прибор).

Расстояния между осями умывальников при групповой установке следует принимать не менее 650 мм, писсуаров - не менее 700 мм.

В соответствии с п.3.1а СНиП 2.08.01 на вводе в квартиру в качестве первичного средства пожаротушения следует устанавливать кран со штуцером для присоединения шланга.

Прибор, арматура	Высота установки, мм	Пункт СНиП 3.05.01
Кран или смеситель раковины	250 от борта раковины	3.11
Кран или смеситель мойки	200 от борта мойки	
Кран или смеситель умывальника	200 от борта умывальника	
Смеситель ванны	800 от чистого пола	
Водоразборный кран в бане	800 от чистого пола	
Общий смеситель для ванны и умывальника	1000 от чистого пола	
Кран для мытья полов	600 от чистого пола	
Смеситель для душа	1200 от чистого пола	
Сетка душевая	2150 от чистого пола	
Умывальник	800 от чистого пола до борта	3.15
Умывальник в школах	700 от чистого пола до борта	
Умывальник в детских дошкольных учреждениях	500 от чистого пола до борта	
Раковина и мойка	850 от чистого пола до борта	
Раковина и мойка в школах	800 от чистого пола до борта	
Раковина и мойка в детских дошкольных учреждениях	500 от чистого пола до борта	
Ванна	600 от чистого пола до борта	
Писсуар	650 от чистого пола до борта	

5.2. Системы радиаторного отопления

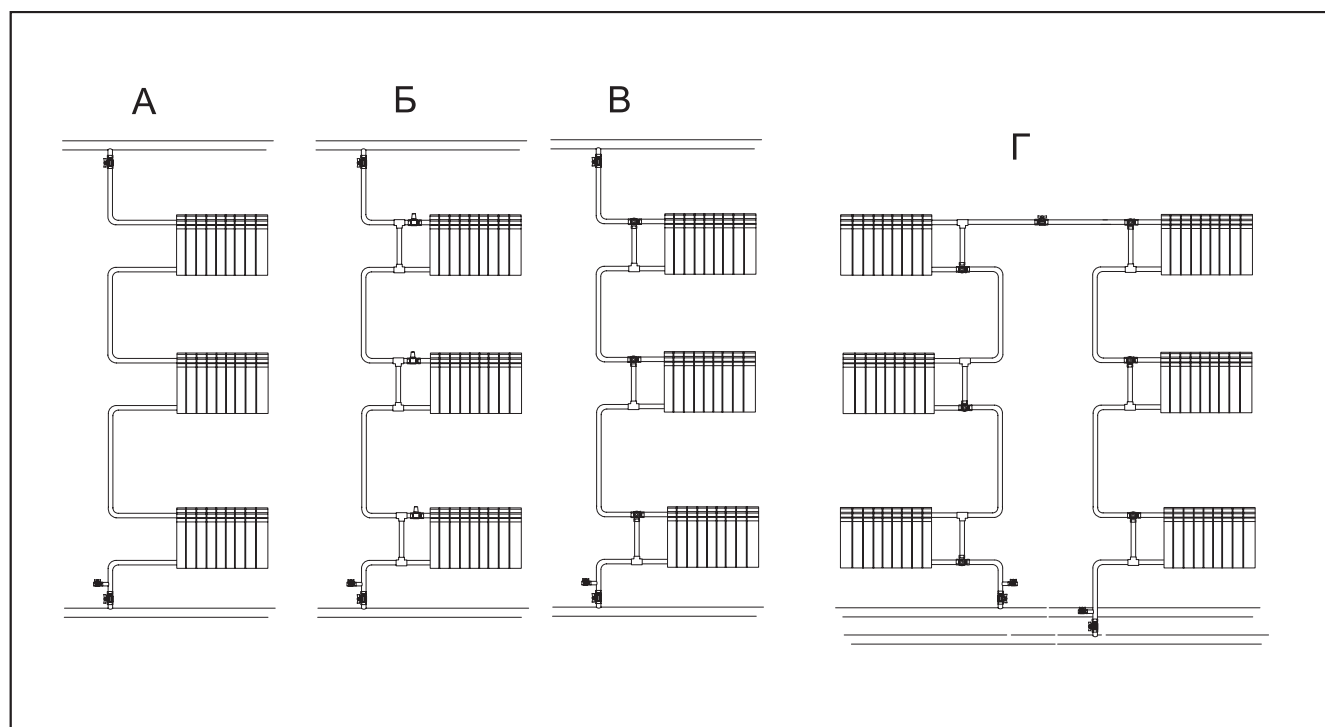
В настоящее время большинство российских отопительных систем являются однотрубными с верхней или нижней разводкой. Причины этого следует искать в экономической сфере.

В 60-е – 70-е годы прошлого века шла всесоюзная борьба за экономию металла при крайне низкой «политической» стоимости электроэнергии. Огромными темпами развивалось типовое панельное строительство, требующее дешевых унифицированных узлов и заготовок. О поквартирном учете тепла речь не шла – все платили за тепло «с

прописанной души».

Но и сейчас при новом строительстве однотрубные системы количественно преобладают в силу своей дешевизны. Однако, с ужесточением требований по установке на отопительные приборы регуляторов и поквартирном учете тепла, однотрубные системы будут все больше вытесняться другими видами разводок.

Выбор наиболее эффективной системы радиаторного отопления упростится, если ознакомиться с достоинствами и недостатками той или иной схемы.



Однотрубная система с верхней разводкой без замыкающих участков. (Схема А)

Самый экономичный вид системы, в основном, только для отопления лестничных клеток жилых и общественных зданий. Возможность регулировки отопительных приборов полностью отсутствует. Расчетный перепад температур в радиаторе $\Delta T_p = \Delta T / N$, где ΔT - расчетная разница температур между прямой и обратной магистралью; N – количество этажей. По сравнению с двухтрубной системой расход теплоносителя в стояке больше в N раз. Температура теплоносителя в верхнем приборе выше, чем в нижнем, что требует использования на нижних этажах отопительных приборов с большей поверхностью нагрева.

Однотрубная система с верхней разводкой с замыкающими участками с радиаторными терморегуляторами. (Схема Б)

Наиболее распространенный вид системы. В качестве терморегуляторов могут использоваться клапана **VT 31, 32**. Регулировка любого из радиаторов системы приводит к гидравлической и температурной разбалансировке всего стояка. Расчетный перепад температур в радиаторе $\Delta T_p = \Delta T / N$. По сравнению с двухтрубной системой расход теплоносителя в стояке больше в N раз. Температура теплоносителя в верхнем

приборе выше, чем в нижнем, что требует использования на нижних этажах отопительных приборов с большей поверхностью нагрева.

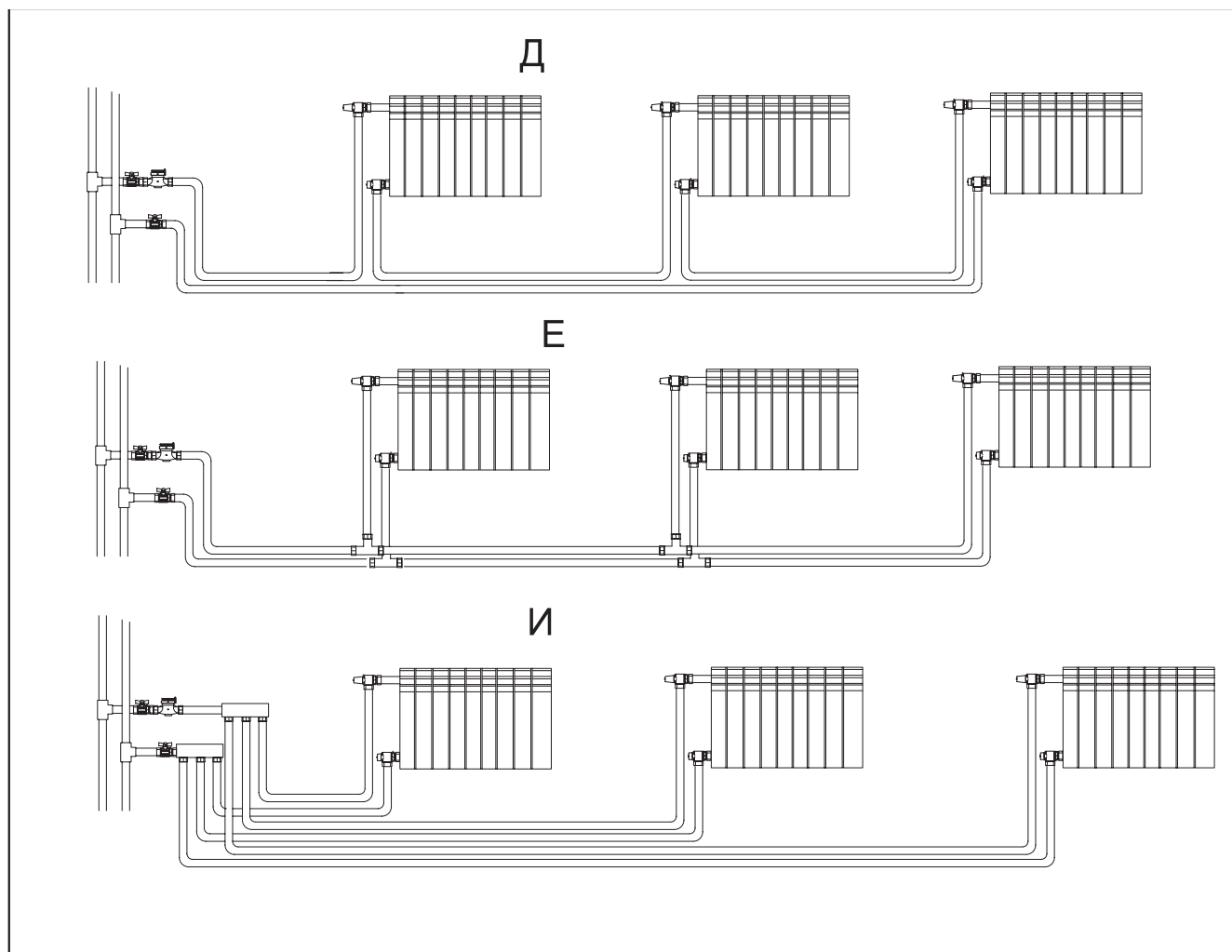
Однотрубная система с верхней разводкой с терморегуляторами на замыкающих участках (Схема В).

В качестве терморегуляторов используются трехходовые клапана **VT600**. Регулировка каждого прибора сохраняет общие гидравлические характеристики стояка. В остальном, сохраняются недостатки однотрубных систем.

П-образные однотрубные стояки с нижней разводкой и терморегуляторами на замыкающих участках. (Схема Г).

В качестве терморегуляторов используются трехходовые клапана **VT600**. Регулировка каждого прибора сохраняет общие гидравлические характеристики стояка. Расчетный перепад температур в радиаторе $\Delta T_p = \Delta T / 2N$. По сравнению с двухтрубной системой расход теплоносителя в стояке больше в $2N$ раз. Температура теплоносителя снижается от первого радиатора к последнему, что требует использования постепенного увеличения поверхности нагрева отопительных приборов.





Система с двухтрубными стояками и горизонтальной однотрубной разводкой (Схема Д).

Регулировка радиаторов может осуществляться клапанами **VT225** (50%). Использование клапанов **VT 31, 32** приводит к тому, что регулировка одного из радиаторов приводит к изменению температуры в последующих приборах. Расчетный перепад температур в радиаторе $\Delta T_p = \Delta T / P$, где P – число последовательно соединенных радиаторов. Расход теплоносителя через горизонтальную магистраль в P раз больше, чем при двухтрубной системе. Схема позволяет оборудовать узел поквартирного учета тепловой энергии.

Система с двухтрубными стояками и горизонтальной двухтрубной разводкой (схема Е).

Регулировка приборов может осуществляться термостатическими клапанами **VT 31, 32, VT225** (100%). Регулировка отдельно взятого прибора не приводит к снижению температуры в остальных приборах. Горизонтальная магистраль рассчитывается

на пропуск суммарного расхода теплоносителя для всех расположенных по ходу теплоносителя приборов. Схема позволяет оборудовать узел поквартирного учета тепловой энергии

Система с двухтрубными стояками и лучевой коллекторной разводкой (схема И).

Регулировка приборов может осуществляться термостатическими клапанами **VT 31, 32, VT225** (100%), как расположенными на отопительных приборах, так и клапанами **VT 31, 32**, расположенными на патрубках коллектора. В этом случае клапана оборудуются сервоприводом и регулируются по команде комнатных термостатов. Система является самой удобной в отношении возможностей регулировки, а значит, и наиболее экономичной в эксплуатации. Каждая подводка к прибору рассчитывается на пропуск теплоносителя только для одного конкретного прибора. Схема является весьма удобной для организации поквартирного учета тепловой энергии.

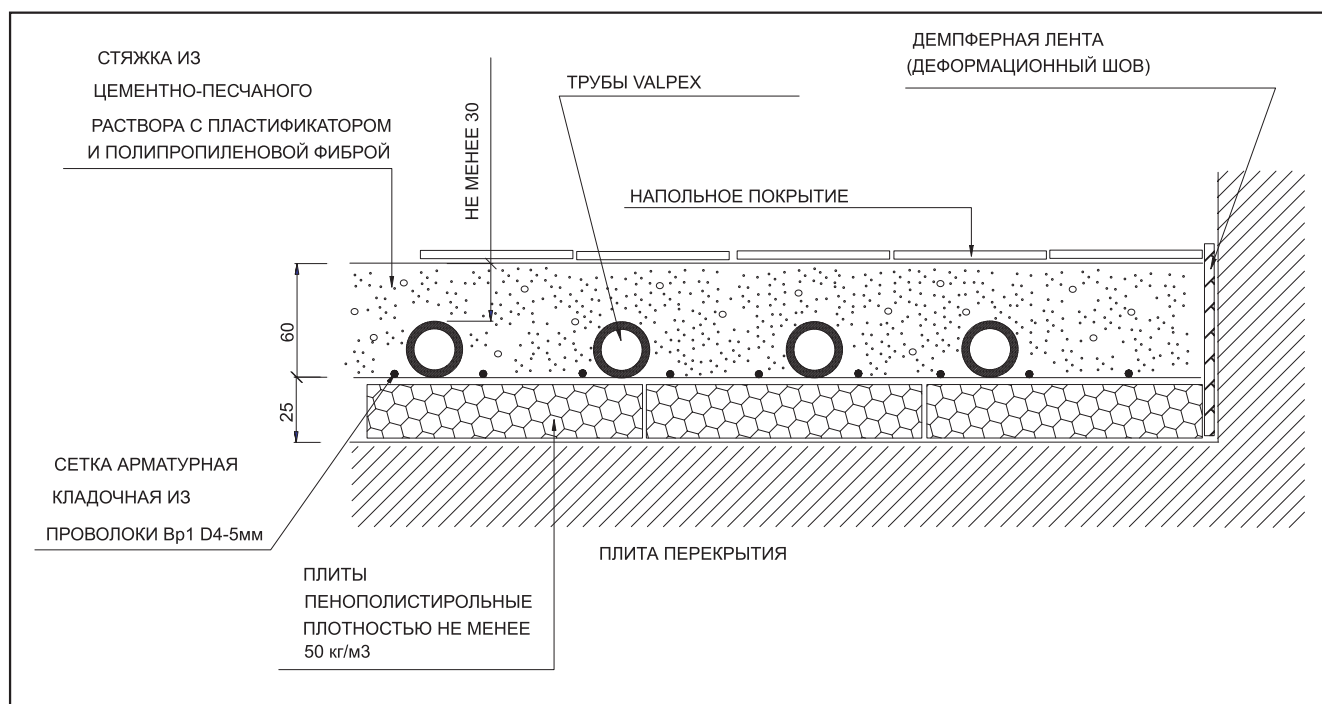
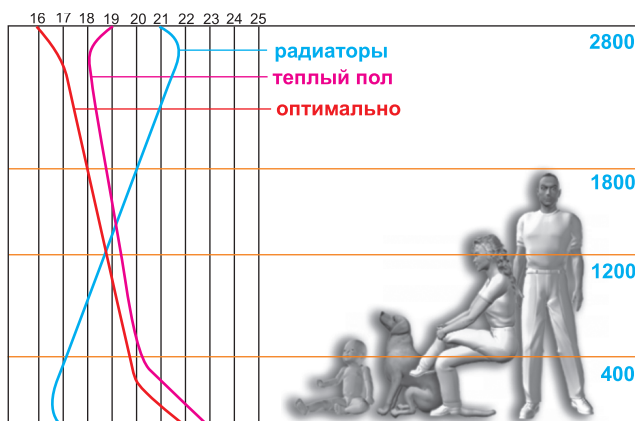
5.3. Системы напольного отопления

Водяные теплые полы прочно вошли в арсенал инженерного оборудования дома благодаря созданию ими максимально комфортного для человека и домашних животных температурного режима в помещениях. Основным фактором, который обеспечивает надежность и эффективность системы теплого пола – это использование комплектной системы, поставляемой одним производителем, что гарантирует полную совместимость всех элементов и возможность точного расчета температурных режимов.

Практика показывает, что устройство теплых полов «на глазок» обходится заказчику в 1,5-2,3 раза дороже, чем грамотно спроектированная и налаженная система.

Для возможности выполнения системы напольного отопления необходимо, чтобы помещение имело резерв по высоте для размещения «пирога» теплого пола. Минимально требуемая высота конструкции теплого пола составляет 85 мм (без учета покрытия пола).

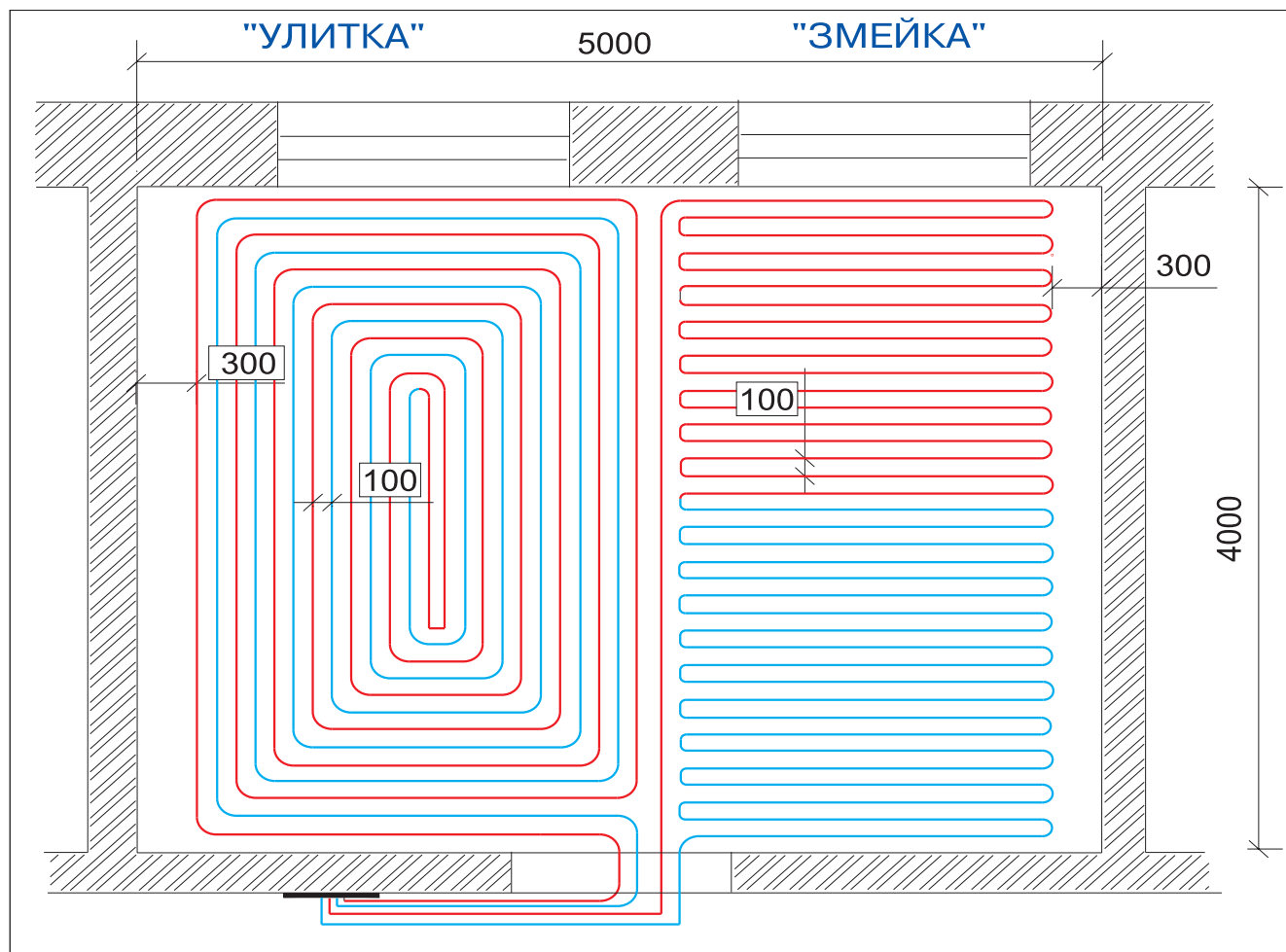
Графики распределения температуры по высоте помещения



Существует несколько способов раскладки петель теплого пола по помещению. Наиболее предпочтительным вариантом является укладка «улиткой». По сравнению с раскладкой «змейкой» первый вариант дает 10-15% экономии в количестве трубы и значительно выигрывает по гидравлическим характеристикам из-за малого количества «калачей».

Сравнение вариантов укладки петель

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	« улитка»	«змейка»
Количество трубы, м.п.	96	108
Прогрев поверхности пола	Равномерно по всей площади	Снижается к концу петли
Сумма коэффициентов местных сопротивлений	26	40
Потери давления на преодоление местных сопротивлений, Па	1629	2506
Линейные потери давления для труб Valpex	15072	16956
Общие потери давления в петле	16701	19462



На практике применяются следующие способы подключения систем теплых полов:

- непосредственно от теплогенератора (котла) через смесительно-регулирующий узел;
- от системы радиаторного отопления через теплообменник с созданием собственного контура;
- от контура горячего водоснабжения через термостатический узел;
- от обратного трубопровода системы радиаторного отопления через термостатический узел (данный способ пока не утвержден российскими строительными нормами).

Конструирование систем водяных теплых полов не представляет особой трудности, если помнить некоторые основные правила:

- для равномерной теплоотдачи трубы теплого пола следует укладывать параллельно друг другу;

- наращивать петли допускается только с применением пресс-фитингов (при этом сопротивление фитингов включается в гидравлический расчет);

- после укладки труб следует выполнить исполнительную схему, где указать точную привязку осей труб. Это необходимо, чтобы при дальнейших работах не повредить трубу. Для крепления строительных конструкций к полу, в стяжке нужно устанавливать пробки, дюбели или закладные детали;

- деформационные швы следует устраивать в следующих местах:

- вдоль стен и перегородок;
- при размере пола свыше 40 м²;
- при длине пола свыше 8 м;
- в местах входящих углов.
- к одному коллектору надо стараться присоединять петли примерно равной длины.

5.4. Системы настенного отопления

Настенное водяное отопление по сравнению с остальными способами передачи тепла в помещения имеет ряд неоспоримых преимуществ.

1. Передача тепла от теплых стен в помещение происходит на 85% за счет лучистого теплообмена. При теплообмене излучением человек и домашние животные чувствуют себя комфортно, если температура в помещении на 1,5-2,5°C ниже, чем при конвективном теплообмене. Напомним, что конвективная составляющая теплообмена преобладает при отоплении радиаторами и теплыми полами. Таким образом,

поддерживая температуру в помещении 17,5-18,5°C вместо 20-21°C система теплых стен дает возможность сэкономить за сезон 8-11% топлива для отопительного теплогенератора (котла).

2. Снижение до минимума конвективного потока при настенном отоплении уменьшает, а во многих случаях и полностью прекращает циркуляцию по помещению пыли. Это создает благоприятные условия для дыхания.

3. Если напольное отопление может компенсировать теплотери помещения до 100-120 Вт/м² (площади пола), то при помощи системы теплых стен удельный

показатель теплового потока, приведенный к площади пола может достигать 150-180 Вт/м². Такая возможность создается благодаря тому, что перепад температур между подающей и обратной линией в системе теплых полов может достигать 15°C (для теплых полов этот показатель ограничен 10°C). Кроме того, в обычных помещениях (кроме залых) площадь стен в 2-3 раза больше площади пола.

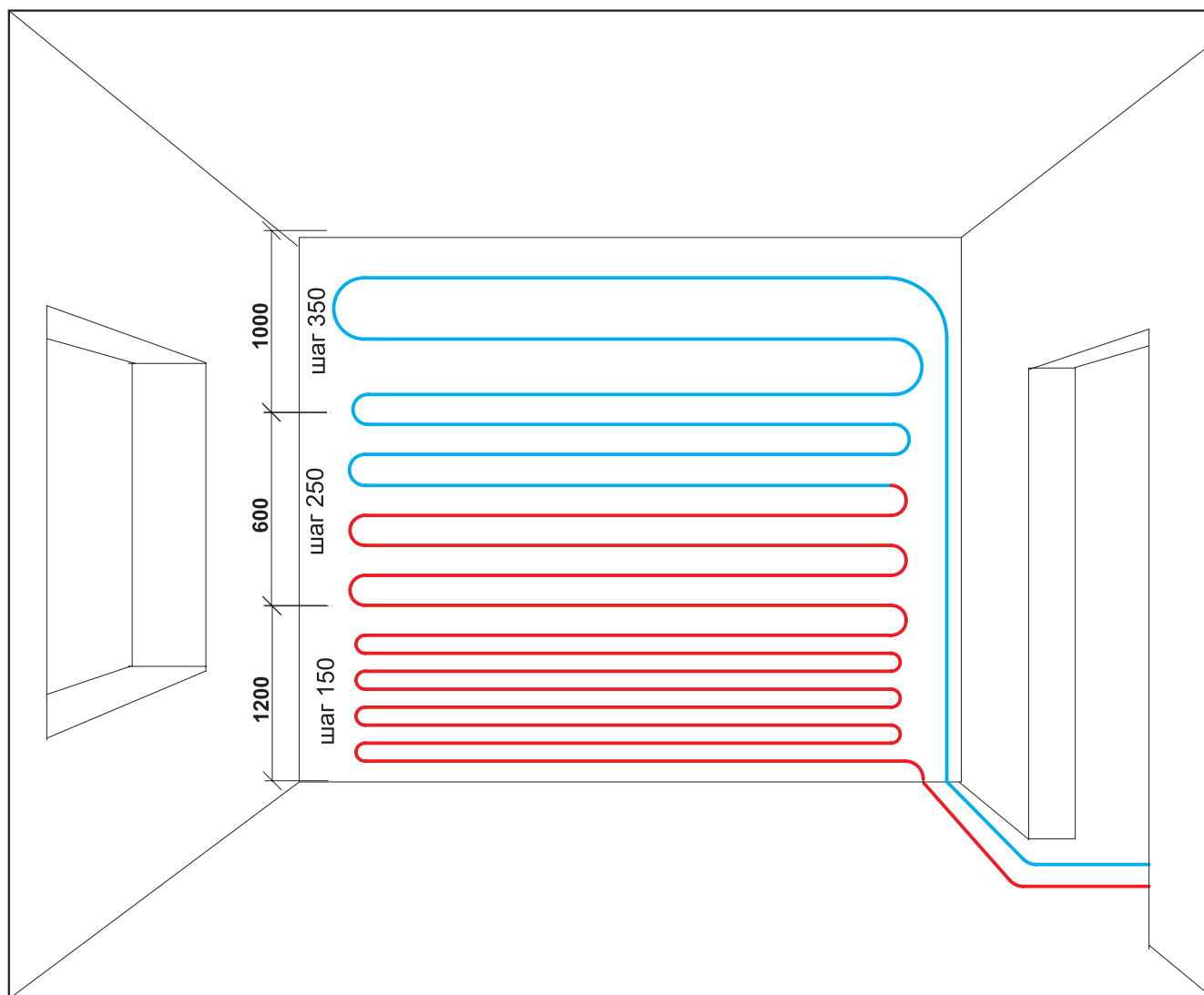
4. По сравнению с напольным отоплением, система теплых стен может обходиться циркуляционными насосами меньшей производительности, что опять же обусловлено повышенной разностью температур между прямым и обратным трубопроводом.

5. В помещениях, где планируется работа принудительной вентиляции, теплоотдача системы теплых стен может быть повышена по сравнению с расчетной на 15-20% за счет увеличения коэффициента теплопередачи поверхности стен.

6. В отличие от напольного отопления, шаг укладки трубопроводов системы настенного отопления ничем не ограничивается, так как оно допускает наличие температурных перепадов между соседними участками поверхности стены. Такие перепады никак не сказываются на ощущениях человека, находящегося в помещении.

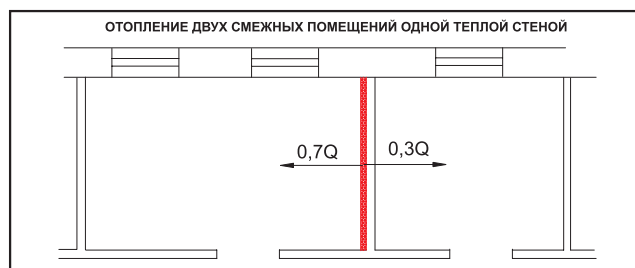
7. Используя переменный шаг укладки трубопроводов системы теплых стен можно добиться распределения тепла в помещении, близкого к идеальному. Обычно для этого на участке 1-1,2 м от пола металлопластиковые трубы укладываются с шагом 10-15 см; на участке 1,2-1,8 м от пола – шаг увеличивается до 20-25 см, а выше 1,8 м – в зависимости от расчетных данных по теплотерям, шаг труб может достигать 30-40 см.

При этом направление движения теплоносителя всегда принимается от пола к потолку.

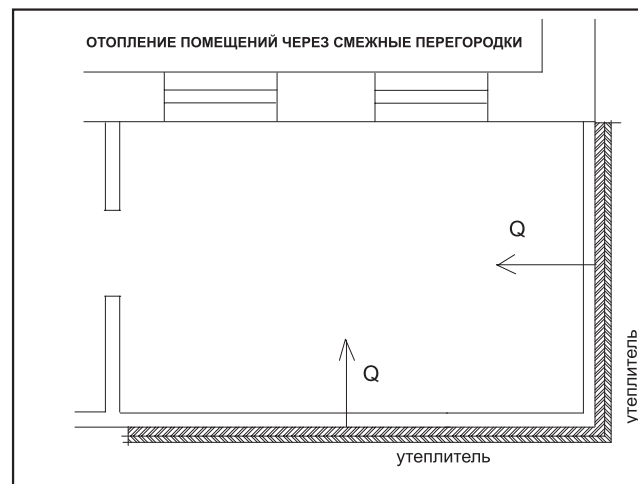


8. Поскольку система теплых стен является системой лучистого теплообмена, ее не рекомендуется размещать на участках стен, которые в процессе эксплуатации будут закрыты мебелью.

9. При использовании системы теплых стен с укладкой петель по перегородкам, выполненным из материала с относительно низким сопротивлением теплопередаче (кирпич, железобетон), можно одной петлей отапливать два смежных помещения.



10. Применяя систему теплых стен можно отапливать помещение, размещая сами трубопроводы в соседних помещениях. Такие схемы отопления зачастую бывают единственно возможными при ремонте и реставрации старых зданий. Встречаются случаи, когда подобное решение используется и при новом строительстве, когда полезная площадь второстепенных помещений приносится в жертву ради сохранения площади основного помещения.



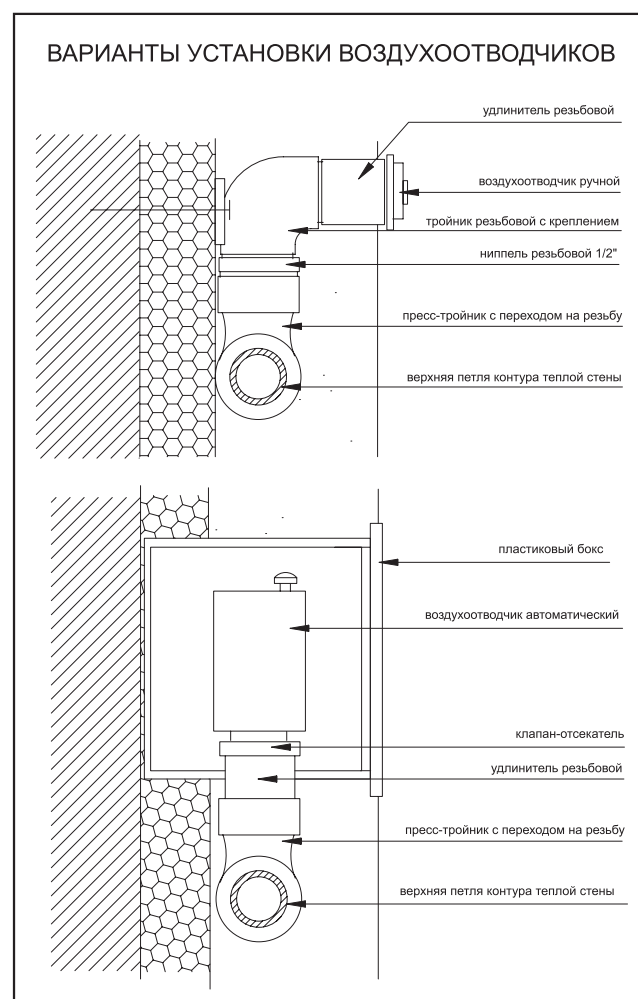
Как и любая другая система отопления, система теплых стен требует от конструкторов и монтажников учета ряда ее специфических особенностей:

1. Скорость воды в трубах настенного отопления не должна быть ниже 0,25 м/с. Именно при такой скорости и выше обеспечивается гарантированное вымывание потоком возможных воздушных скоплений в трубах. Если в системе напольного отопления проблема удаления воздуха решается путем установки воздухоотводчика на коллекторе, как в самой высшей точке для всех петель контура, то при настенном отоплении высшей точкой контура является верхняя петля – именно здесь возможно скопление воздуха при снижении скорости теплоносителя в трубах.

2. Регулирование теплового потока от системы настенного отопления должно осуществляться без снижения массового расхода теплоносителя. Оперативное управление тепловым потоком может производиться либо повышением температуры обратного потока, либо общим пропорциональным снижением температуры теплоносителя. Данное ограничение также связано с опасностью за-воздушивания.

3. При устройстве теплых стен не рекомендуется укладка петель «улиткой», так как эта схема препятствует нормальному вымыванию воздушных скоплений в трубопроводах.

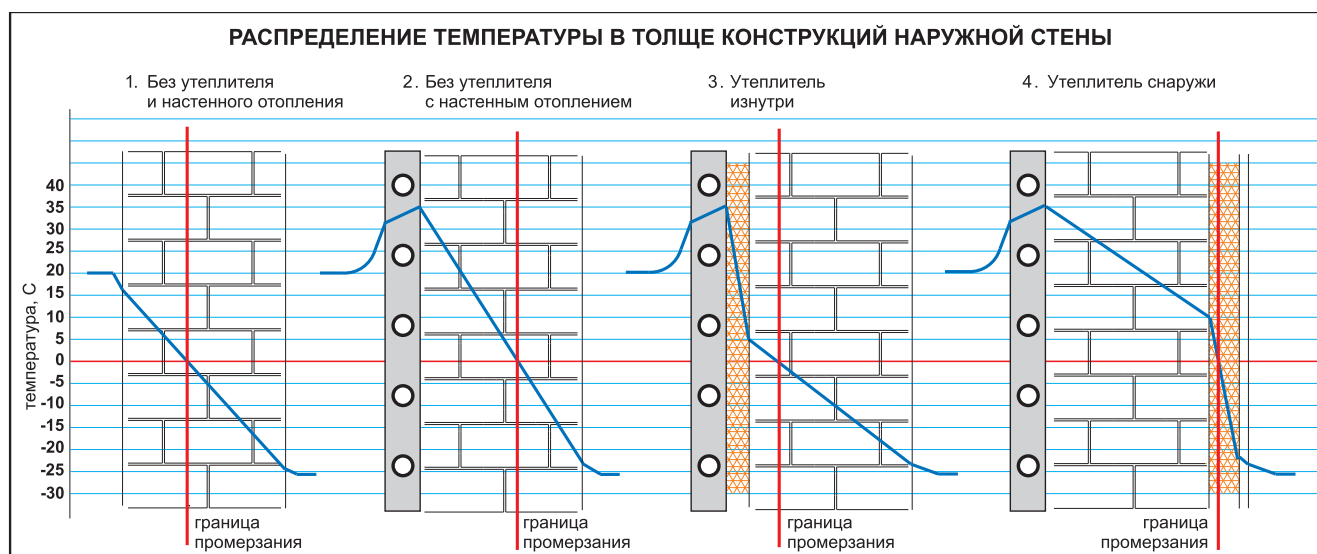
В случаях, когда соблюдение ограничений по скорости движения теплоносителя является экономически нецелесообразным, система теплых стен допускает установку на петлях воздухоотводчиков.



Перечисленные особенности системы теплых стен определяют те сферы ее возможного применения, где данный способ отопления может дать максимальный экономический и потребительский эффект

№	Вариант системы отопления	Оптимальные условия применения	Примеры применения
1	Теплые стены	Помещения с малым количеством мебели и пристенного оборудования	Спальни, офисные помещения, аудитории, коридоры, холлы, рекреации
2	Теплые стены	Помещения, где свободной площади пола недостаточно для размещения теплого пола	Санузлы, бассейны, гаражи, автомастерские, венткамеры
3	Теплые стены	Помещения с повышенной влажностью пола, где использование теплого пола неэффективно из-за высоких энергозатрат на испарение воды	Ванные комнаты, бани, бассейны, мойки, прачечные, помещения насосных станций
4	Теплые стены + теплые полы	При недостаточной мощности одной отдельной системы	Любые помещения
5	Теплые стены + теплые полы	Теплые стены, как дополнение к теплым полам для компенсации повышенных теплопотерь через оконные проемы	Теплые стены, как дополнение к теплым полам для компенсации повышенных теплопотерь через оконные проемы
6	Теплые стены + радиаторы	Радиаторы используются для быстрого достижения комфортной температуры и на период времени, когда температура наружного воздуха ниже расчетной	Помещения повышенной комфортности, гостиничные номера, апартаменты, представительские офисы
7	Теплые стены + теплые полы + радиаторы	Помещения с повышенным уровнем теплопотерь	При реконструкции старых зданий

При конструировании настенного отопления особого внимания требует расчет температурных режимов наружных стен. Здесь конструктор может столкнуться с вопросом, где и какой толщины должен быть утепляющий слой.

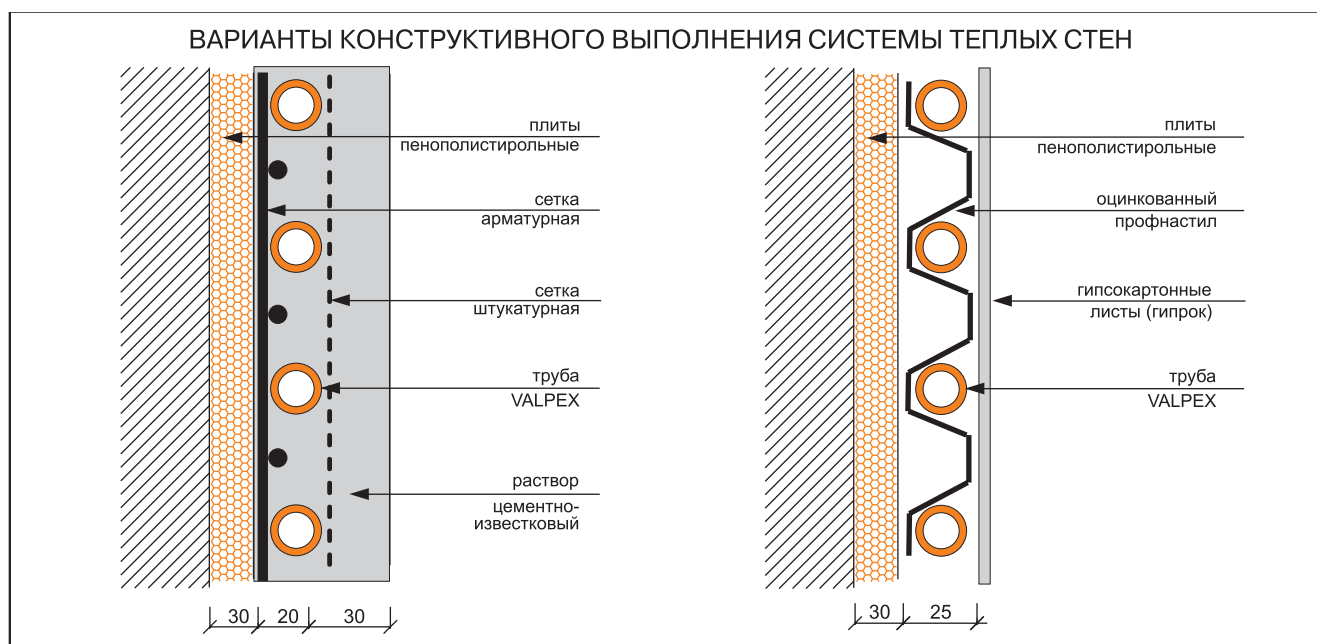


При новом строительстве экономически целесообразным может оказаться вариант, когда утеплитель расположен со стороны улицы (4). В этом случае точка промерзания смещена в толщу утеплителя, поэтому ограждающие конструкции могут выполняться из неморозостойких материалов. Минусом такого решения является то, что кроме энергозатрат на непосредственное отопление помещений, существенная доля тепловой энергии тратится на прогревание ограждающих конструкций.

Вариант размещения слоя утеплителя со стороны помещения (3) приводит к смещению точки промерзания стены по направлению к внутренней грани. Такое решение требует использования

морозостойких стеновых материалов и оперативного, малоинерционного регулирования средней температуры теплоносителя. В противном случае возможно полное промораживание стены с неизбежным появлением конденсата.

Такие же требования предъявляются и при настенном отоплении без использования утеплителя (2). В этом случае ошибочный расчет или задержка в регулировании теплового потока может привести к значительным тепловым потерям через наружные стены. В конструктивном отношении исполнение системы теплых стен не представляет серьезных трудностей для специалистов, знакомых с устройством водяных теплых полов.



При выполнении настенного отопления важно помнить некоторые технологические правила, которые помогут избежать наиболее распространенных ошибок:

- создание штукатурного слоя лучше всего производить в два этапа. Первый слой наносится по каркасу из арматурной проволоки, к которой крепятся металлопластиковые трубы. После достижения этим слоем достаточной прочности, к нему крепится штукатурная сетка и наносится финишный штукатурный слой;
- поверх финишного штукатурного слоя обязательно должен быть нанесен слой сетки «Строби» или эластичной подбойной бумаги. Такие меры необходимы для предотвращения растрескивания выравнивающего слоя;
- толщина слоя цементно-известкового раствора над металлопластиковой трубой должна лежать в пределах 20-30 мм;

- до начала работ по устройству теплых стен рекомендуется заранее установить монтажные и распределительные коробки для электрических и слаботочных проводов. Сами проводки выполняются после окончательного оштукатуривания в толще верхнего слоя штукатурки;

- перед и в процессе нанесения штукатурных слоев металлопластиковые трубы системы настенного отопления должны быть опрессованы полутонным рабочим давлением;

- подача теплоносителя в трубы настенного отопления допускается после окончательного высыхания штукатурных слоев;

- во избежание последующего механического повреждения трубопроводов настенного отопления, рекомендуется выполнять его исполнительную схему с привязкой осей труб.

5.5. Системы отопления теплиц и открытых площадок

В последнее время достаточно широкое распространение получило использование систем металлопластиковых труб для подогрева грунта в теплицах и парниках, открытых площадок, футбольных полей и т.п.

Подогрев грунта в теплицах позволяет на 2-3 недели уменьшить срок вегетации растений и повышает урожайность на 30-40%, при этом равномерно

развивается как корневая система, так и надземная часть растений. При прогреве грунта наблюдается эффект активного улучшения состава почвы.

Подогрев футбольных полей позволяет использовать спортивные площадки круглогодично.

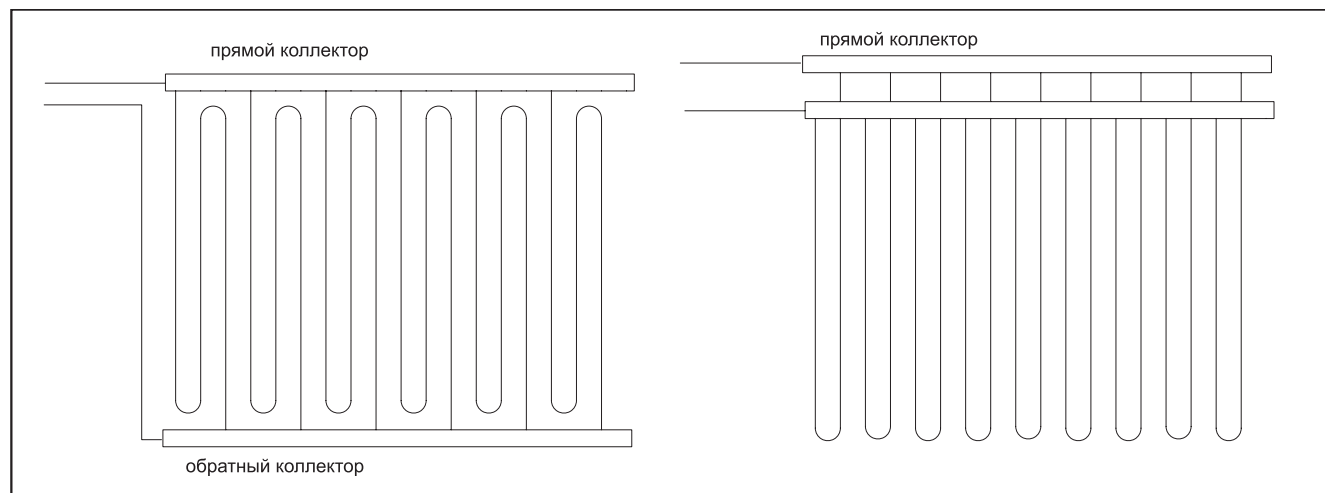
При устройстве систем подогрева грунта и открытых площадок с помощью металлопластиковых труб следует соблюдать ряд основных технологических

правил:

- внутренний диаметр труб обогревательных петель желательно принимать не менее 20 мм;
- глубину укладки труб следует принимать не менее 30 см, при минимальном шаге 20-30 см;
- трубопроводы следует укладывать на слой дренирующего засыпного утеплителя типа песка или

шлака толщиной не менее 30 см;

- в качестве теплоносителя необходимо использовать незамерзающие жидкости на основе пропиленгликоля;
- в качестве распределительных коллекторов рекомендуется использовать стальные трубы диаметром не менее 50 мм.



6. РАСЧЕТЫ

6.1. Определение расчетных расходов холодной и горячей воды

6.1.1. Основные принципы расчета водопровода

Расчет водопроводных сетей сводится к подбору диаметров труб на участках, основного и вспомогательного оборудования и арматуры (насосов, счетчиков, фильтров, клапанов и т.п.) обеспечивающих подачу расчетных расходов воды с заданными параметрами (давление, температура) к водопотребляющей арматуре и приборам. Расчет сетей начинается с определения расчетных расходов на каждом участке водопровода. По установленным расходам подбираются диаметры труб и арматуры, после чего производится гидравлический расчет системы, позволяющий установить гидравлические потери на расчетных участках.

6.1.2 Определение расчетных расходов по СНиП 2.04.01

Определение расчетных расходов на участках сети в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01-85* ведется вероятностным методом в следующем порядке:

1. По таблице **приложения 12** устанавливаются группы потребителей для различных участков (жилые помещения, офисы, магазины и т.п.)
2. На основании технологической части проекта устанавливается количество потребителей **U** (жители, работники, условное блюдо в час и т.п.).
3. По технологической части проекта определяется количество **N** и вид водопотребляющей арматуры.

Определение расчетных расходов для одной группы потребителей

4. По таблице **приложения 12** определяются усредненный секундный (q_0 , л/сек) и усредненный часовой расход ($q_{0,hr}$, л/час) для одного прибора.

Для жилых и общественных зданий эти показатели можно принимать по следующей таблице:

Показатель	Обозначение	Ед. изм.	Значение
Усредненный секундный расход прибором общий (горячей и холодной воды)	q_0^{tot}	л/сек	0,3
Усредненный секундный расход прибором холодной воды	q_0^c	л/сек	0,2
Усредненный секундный расход прибором горячей воды	q_0^h	л/сек	0,2
Усредненный часовой расход прибором общий (горячей и холодной воды)	$q_{0,hr}^{tot}$	л/час	300
Усредненный часовой расход прибором холодной воды	$q_{0,hr}^c$	л/час	200
Усредненный часовой расход прибором горячей воды	$q_{0,hr}^h$	л/час	200

5. По таблице **приложения 12** находится норма расхода воды в час наибольшего потребления $q_{hr,u}$ (л/час).
6. Определяется вероятность действия приборов:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}.$$

6. По таблице **приложения 13** находится коэффициент, являющийся функцией от P и N .

Коэффициент α с некоторой долей погрешности может быть рассчитан по формуле:

$$\alpha = 0,2 + 0,777(NP - 0,015)^{0,686}, \text{ при } NP < 0,015 \alpha = 0,2.$$

8. Находится расчетный секундный расход для группы потребителей:

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0, \text{ л/сек.}$$

Этот показатель позволяет определить диаметр подводящего трубопровода на участке, производительность насоса и используется для гидравлического расчета.

9. Определяется вероятность использования приборов:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}}.$$

10. По таблице **приложения 13** находится коэффициент α , являющийся функцией от P_{hr} и N .

11. Находится максимальный расчетный часовой расход для группы потребителей:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr}, \text{ м}^3/\text{час.}$$

Часовой расход требуется для подбора водосчетчиков, водонагревателей, фильтров.

12. По технологической части проекта устанавливается период суточного водопотребления T , час. Это могут быть 24 часа (для жилых зданий), продолжительность смены (для предприятий и организаций).

13. По таблице **приложения 12** находится норма расхода воды в сутки наибольшего водопотребления q_u , л/сутки.

14. Средний часовой расход в течение суток определяется по формуле:

$$q_T = \frac{q_u \cdot U}{1000 \cdot T}, \text{ м}^3/\text{час.}$$

Средний часовой расход необходим для подбора водосчетчика и составления паспорта системы.

Определение расчетных расходов для разных групп потребителей

(например: жилой дом со встроенным магазином).

15. Расчетные расходы по каждой отдельной группе находятся в соответствии с пп. 4 – 14.

16. Определяется вероятность действия приборов для системы в целом:

$$P = \frac{\sum N_i \cdot P_i}{\sum N_i}.$$

17. Рассчитывается усредненный секундный расход одним прибором для системы в целом:

$$q_0 = \frac{\sum N_i \cdot P_i \cdot q_{0,i}}{\sum N_i \cdot P_i}$$

18. По таблице **приложения 13** находится коэффициент, являющийся функцией от P и N .

19. Находится расчетный секундный расход для группы потребителей:

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0, \text{ л/сек.}$$

20. Определяется часовой расход одним прибором для системы в целом:

$$q_{0,hr} = \frac{\sum N_i \cdot P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}}{\sum N_i \cdot P_{hr,i}}, \text{ л/час.}$$

21. Находится вероятность использования приборов для системы в целом:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}}.$$

22. По таблице **приложения 13** находится коэффициент α , являющийся функцией от P_{hr} и N .

23. Находится максимальный расчетный часовой расход для системы в целом:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr}, \text{ м}^3/\text{час}$$

24. Средний часовой расход в течение суток для системы в целом определяется по формуле:

$$q_T = \frac{\sum q_{u,i} \cdot U_i}{1000 \cdot T}.$$

Определение расчетного расхода циркуляционной воды ГВС.

25. В соответствии с рекомендациями **раздела 6.2** определяются потери тепла трубами циркуляционного кольца Q_{cir} , кВт.

26. Расчетный циркуляционный расход ГВС определяется по формуле:

$$q_{cir} = \beta \sum \frac{Q_{hr}}{4,2 \Delta t}, \text{ л/сек,}$$

где коэффициент разбалансировки можно принять равным 1, а $\Delta t = 10^\circ\text{C}$.

27. Для участка подающего трубопровода ГВС от теплового узла (нагревателя) до первого водоразборного стояка расчетный секундный расход ГВС с учетом циркуляции определяется по формуле:

$$q^{h,cir} = q^h (1 + k_{cir}), \text{ л/сек, } \beta$$

где коэффициент k_{cir} можно принимать по таблице в зависимости от соотношения q^h/q^{cir} .

$\frac{q^h}{q^{cir}}$	K_{cir}	$\frac{q^h}{q^{cir}}$	K_{cir}
1,2	0,57	1,7	0,36
1,3	0,48	1,8	0,33
1,4	0,43	1,9	0,25
1,5	0,40	2,0	0,12
1,6	0,38	2,1 и более	0,00

Для остальных участков сети ГВС общий расчетный расход: $q^{h,cir} = q^h$.

Пример:

Имеется участок сети, который обслуживает жилую квартиру и офисное помещение.

В квартире установлены: унитаз, ванна, умывальник, мойка. Количество жильцов – 5 человек.

В офисе установлены три унитаза и два умывальника. Число работающих в офисе – 26 человек.

Требуется определить:

- расчетные расходы холодной воды на участках 1,2,3.

Решение:

Участок 1. Участок 1 обслуживает жилую квартиру (4 прибора, 5 жителей).

1. По таблице **приложения 12** находим:

- усредненный секундный расход ХВ прибором $q_0 = 0,2$ л/сек;

- усредненный часовой расход воды прибором $q_{0,hr} = 200$ л/час;

- норма расхода ХВ в час наибольшего потребления $q_{hr,u} = 9,1$ л/час;

- норма расхода ХВ в сутки наибольшего потребления $q_u = 270$ л/сутки.

2. Определяем секундную вероятность действия приборов группы:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600} = (9,1 \times 5) / (0,2 \times 4 \times 3600) = 0,016;$$

$$PN = 0,016 \times 4 = 0,064$$

3. По **приложению 13** находим значение $\alpha = 0,295$.

4. Расчетный секундный расход на участке 1 составит

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0 = 5 \times 0,295 \times 0,2 = 0,295 \text{ л/сек.}$$

5. Определяем вероятность использования приборов:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} = (3600 \times 0,016 \times 0,2) / 200 = 0,058;$$

$$P_{hr} N = 0,058 \times 4 = 0,232$$

6. По **приложению 13** находим значение $\alpha = 0,48$.

7. Максимальный часовой расход на участке составит:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr} = 0,005 \times 0,48 \times 200 = 0,48 \text{ м}^3/\text{час}$$

8. Определяем средний часовой расход в течение суток:

$$q_T = \frac{q_u \cdot U}{1000 \cdot T} = (270 \times 5) / (1000 \times 24) = 0,056 \text{ м}^3/\text{час}$$

Участок 2. Участок 2 обслуживает офис (5 приборов, 26 работников, смена 8 часов).

9. По таблице **приложения 12** находим:

- усредненный секундный расход ХВ прибором $q_0 = 0,1$ л/сек;

- усредненный часовой расход воды прибором $q_{0,hr} = 60$ л/час;

- норма расхода ХВ в час наибольшего потребления $q_{hr,u} = 2$ л/час;

- норма расхода ХВ в сутки наибольшего потребления $q_u = 9$ л/сутки.



10. Определяем секундную вероятность действия приборов группы:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600} = (2 \times 26) / (0,1 \times 5 \times 3600) = 0,029;$$

$$PN = 0,029 \times 5 = 0,145$$

11. По **приложению 13** находим значение $\alpha = 0,394$.

12. Расчетный секундный расход на участке 2 составит

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0 = 5 \times 0,394 \times 0,1 = 0,197 \text{ л/сек.}$$

13. Определяем вероятность использования приборов:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} = (3600 \times 0,029 \times 0,1) / 60 = 0,174$$

14. По **приложению 13** находим значение $\alpha = 0,7$.

15. Максимальный часовой расход на участке составит:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr} = 0,005 \times 0,7 \times 60 = 0,21 \text{ м}^3/\text{час.}$$

16. Определяем средний часовой расход в течение суток:

$$q_T = \frac{q_u \cdot U}{1000 \cdot T} = (9 \times 26) / (1000 \times 8) = 0,029 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Участок 3. Участок 3 обслуживает жилую квартиру и офис (9 приборов).

17. Находим вероятность действия приборов для системы в целом:

$$P = \frac{\sum N_i \cdot P_i}{\sum N_i} = (4 \times 0,016 + 5 \times 0,029) / (4 + 5) = 0,023;$$

$$PN = 0,023 \times 9 = 0,207$$

18. Ищем секундный расход прибором для системы в целом:

$$q_0 = \frac{\sum N_i \cdot P_i \cdot q_{0,i}}{\sum N_i \cdot P_i} = (4 \times 0,016 \times 0,2 + 5 \times 0,029 \times 0,1) / (4 \times 0,016 + 5 \times 0,029) = 0,131 \text{ л/сек.}$$

19. По **приложению 13** находим значение $\alpha=0,45$.

20. Расчетный секундный расход на участке 3:

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0 = 5 \times 0,45 \times 0,131 = 0,294 \text{ л/сек.}$$

21. Часовой расход холодной воды одним прибором для системы в целом:

$$q_{0,hr} = \frac{\sum N_i \cdot P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}}{\sum N_i \cdot P_{hr,i}} = (4 \times 0,058 \times 200 +$$

$+ 5 \times 0,174 \times 60) / (4 \times 0,058 + 5 \times 0,174) = 89,5 \text{ л/час.}$

22. Вероятность использования приборов для системы в целом:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} = (3600 \times 0,023 \times 0,131) / 89,5 = 0,121;$$

23. По **приложению 13** находим значение $\alpha=0,98$.

24. Расчетный часовой расход для участка 3 составит:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr} = 0,005 \times 0,98 \times 89,5 = 0,439 \text{ м}^3/\text{час}$$

25. Средний часовой расход в течение суток составит:

$$q_T = \frac{\sum q_{u,i} \cdot U_i}{1000 \cdot T} = (270 \times 5 + 9 \times 26) / (1000 \times 24) = 0,066 \text{ м}^3/\text{час.}$$

6.1.3. Ускоренный метод определения расчетных расходов

С достаточной степенью точности расчетные секундные расходы холодной и горячей воды для жилых и административных зданий можно определить следующим упрощенным способом:

1. По таблице **приложения 11** определяются секундные расходы каждым прибором $q_{0,i}$ (л/сек).

2. Определяется суммарный секундный расход от всех приборов, обслуживаемых данным участком:

$$q_{\sum 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i \text{ л/сек.}$$

По таблице определяется расчетный расход q , л/сек:

$q_{\sum 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i$	q , л/сек	$q_{\sum 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i$	q , л/сек	$q_{\sum 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i$	q , л/сек
0,1	0,1	4,6	1,22	20	2,48
0,2	0,2	4,8	1,24	21	2,54
0,3	0,3	5,0	1,27	22	2,61
0,4	0,36	5,5	1,32	23	2,67
0,5	0,38	6,0	1,38	24	2,72
0,6	0,4	6,5	1,42	25	2,78
0,7	0,43	7,0	1,48	26	2,85
0,8	0,48	7,5	1,55	27	2,91
0,9	0,50	8,0	1,6	28	2,96
1,0	0,55	8,5	1,64	29	3,02
1,1	0,58	9,0	1,69	30	3,07
1,2	0,60	9,5	1,74	32	3,18
1,3	0,63	10,0	1,78	34	3,29
1,4	0,65	10,5	1,82	36	3,40
1,5	0,67	11,0	1,88	38	3,51
1,6	0,70	11,5	1,92	40	3,62
1,7	0,73	12,0	1,95	45	3,88
1,8	0,75	12,5	1,99	50	4,12
1,9	0,78	13,0	2,04	55	4,38
2,0	0,80	13,5	2,06	60	4,62
2,2	0,83	14,0	2,09	65	4,86
2,4	0,86	14,5	2,13	70	5,08
2,6	0,91	15,0	2,17	80	5,54
2,8	0,93	15,5	2,2	90	5,98
3,0	0,98	16,0	2,24	100	6,42
3,2	1,02	16,5	2,28	110	6,85
3,4	1,05	17,0	2,3	120	7,27
3,6	1,07	17,5	2,33	130	7,69
3,8	1,10	18,0	2,38	140	8,10
4,0	1,12	18,5	2,4	150	8,5
4,2	1,15	19,0	2,42	160	8,91
4,4	1,18	19,5	2,26	170	9,31

Пример ускоренного расчета:

Квартира оборудована унитазом, умывальником, ванной, мойкой и стиральной машиной. Требуется определить расчетный расход холодной воды на вводе в квартиру.

По таблице определяем секундные нормативные расходы приборами. Суммарный секундный расход подсчитываем в табличной форме:

Прибор	Нормативные секундные расходы каждым прибором, q_{0i} (л/сек)	Количество приборов, N, шт	Суммарный секундный расход, $q_{\Sigma 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i$ л/сек
Унитаз	0,1	1	0,71
Умывальник	0,09	1	
Ванна	0,18	1	
Кухонная мойка	0,09	1	
Стиральная машина	0,25	1	

Для суммарного расхода 0,71 по таблице находим значение расчетного расхода $q = 0,43$ л/сек.

6.2. Определение потерь тепла трубами

При расчете систем отопления и горячего водоснабжения из металлопластиковых труб следует учитывать потери тепла самими трубами. Это необходимо для правильного подбора отопительных приборов, изоляции и расчетных расходов циркуляционного трубопровода.

Удельные тепловые потери одним погонным метром трубопровода в общем случае рассчитываются по формуле:

$$q = \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{нгр}})}{\frac{1}{\pi \cdot d_{\text{т.нгр}} \cdot \alpha_1} + \frac{\ln \frac{d_{\text{и.нгр.}}}{d_{\text{т.нгр.}}}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{из.}}} + \frac{\ln \frac{d_{\text{т.нгр.}}}{d_{\text{т.вн.}}}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{тр.}}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{и.нгр.}} \cdot \alpha_2}}, \text{ Вт/м.п.}$$

где: $t_{\text{вн}}$ – температура транспортируемой среды, °C;
 $t_{\text{нгр}}$ – температура окружающей среды (помещения), °C;
 $d_{\text{т.нгр.}}$ – наружный диаметр трубопровода, м;
 $d_{\text{и.нгр.}}$ – наружный диаметр изоляции, м;
 $d_{\text{т.вн.}}$ – внутренний диаметр трубы, м;
 $\lambda_{\text{из.}}$ – коэф. теплопроводности изоляции, Вт/м·°C, (для вспененного полиэтилена – 0,033);
 $\lambda_{\text{тр.}}$ – коэффициент теплопроводности стенок трубы, Вт/м·°C, (для труб Valpex и Valtec Super – 0,43);
 α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи соответственно поверхности трубы и поверхности изоляции, Вт/м²·°C, принимаются по следующей таблице:

Изолируемый объект	В закрытом помещении		На открытом воздухе при скорости ветра ³ , м/с		
	Покрытия с малым коэффициентом излучения ¹	Покрытия с высоким коэффициентом излучения ²			
			5	10	15
Горизонтальные трубопроводы	7	10	20	26	35
Вертикальные трубопроводы, оборудование, плоская стенка	8	12	26	35	52
1. Кожухи из оцинкованной стали, листов алюминиевых сплавов и алюминия с оксидной пленкой.					
2. Штукатурки, асбестоцементные покрытия, стеклопластики, различные окраски (кроме краски с алюминиевой пудрой)					
3. При отсутствии сведений о скорости ветра принимают значения, соответствующие скорости 10 м/с.					
4. Коэффициент α_1 при наличии плотно прилегающей изоляции принимается равным $0,5 \times \alpha_2$.					

Величину тепловых потерь для труб **Valpex** и **Valtec Super** допускается определять, пользуясь следующими таблицами:

Труба	Линейные теплотери трубами ГВС (60°C) при температуре окружающей среды 20°C, Вт/м							
	Неизолированные		Изолированные изоляцией Thermaflex, толщиной, мм					
			6		9		13	
	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.
16x2	15,42	19,08	4,35	5,05	4,04	4,62	3,81	4,30
20x2	19,30	23,88	5,28	6,13	4,87	5,55	4,47	5,01
26x3	24,57	30,26	6,63	7,67	6,06	6,89	5,50	6,15
32x3	30,28	37,31	7,99	9,24	7,25	8,23	6,54	7,29
40x3,5	37,51	46,11	9,77	11,29	8,81	9,99	7,87	8,76

Труба	Линейные теплотери трубами отопления (90°C) при температуре окружающей среды 20°C, Вт/м							
	Неизолированные		Изолированные изоляцией Thermaflex, толщиной, мм					
			6		9		13	
	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.
16x2	33,38	39,67	11,80	12,93	10,49	11,32	9,32	9,92
20x2	41,79	49,66	14,18	16,18	12,48	13,45	10,96	11,67
26x3	53,00	62,61	17,54	19,19	15,27	16,43	13,26	14,08
32x3	65,3	77,24	21,01	22,98	18,12	19,50	15,59	16,54
40x3,5	80,7	95,27	25,49	27,88	21,81	23,45	18,59	19,71

При прочих параметрах воздуха (T_B) и теплоносителя (T_T), потери тепла металлопластиковыми трубами можно определить по формуле:

$$q = q_{70} \cdot \left(\frac{T_T - T_B}{70} \right)^{1,2}, \text{ Вт/м.п., где } q_{70} - \text{табличное}$$

значение потерь для труб отопления.

При расчете отопительных приборов, как правило, требуется определить снижение температуры теплоносителя в трубах. Зная расчетный расход теплоносителя G , кг/сек, и определив величину тепловых потерь на участке $Q = L \cdot q$, Вт, можно найти снижение температуры:

$$\Delta t = Q / (G \cdot 4187), ^\circ\text{C}.$$

При прокладке горизонтальных труб под потолком рекомендуется учитывать 70-80 % их расчетного теплового потока.

Тепловой поток вертикальных труб снижается в среднем:

- при экранировании открытого стояка из полимерных труб металлическим экраном на 25%;
- при скрытой прокладке в глухой борозде на 50%;
- при скрытой прокладке в вентилируемой борозде на 10%.

Общий тепловой поток от одиночных труб, замоноличенных в междуэтажных перекрытиях отапливаемых помещений и во внутренних перегородках из тяжелого бетона ($\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$,

$\rho_{\text{бет}} \geq 2000 \text{ кг/м}^3$), увеличивается в среднем в 2,0 раза (при оклейке стен обоями - в 1,8 раза).

Общий тепловой поток от одиночных труб в наружных ограждениях из тяжелого бетона ($\lambda_{\text{бет}} \geq 1,8 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$,

$\rho_{\text{бет}} \geq 2000 \text{ кг/м}^3$) увеличивается в среднем

в 1,6 раза (при оклейке стен обоями - в 1,4 раза).

При скрытой прокладке одиночных труб, замоноличенных в легком бетоне с пластификатором, расчетный тепловой поток увеличивается в 1,1-1,15 раза.

При прокладке труб в стандартных штробах, полностью заполненных самотвердеющей пенистой изоляцией, тепловой поток труб снижается в случае размещения в наружных стенах на 15-20%, во внутренних перегородках - на 5-10%.

Пример:

Горизонтальная подводка к радиатору длиной $L=12 \text{ м}$, выполнена из металлопластиковой трубы Valpex 16x2, температура теплоносителя на входе в распределительный коллектор составляет $T_m=82,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Труба не изолирована. Расход теплоносителя в подводящей трубе - $G=0,015 \text{ кг/сек}$. Требуется найти температуру теплоносителя на входе в радиатор.

1. По таблице находим потери тепла неизолированной трубой 16x2

$$q_{70} = 33,38 \text{ Вт/м}.$$

2. Определяем погонные потери тепла при реальной температуре входящего теплоносителя:

$$q = 33,38 \cdot ((82,4 - 20) / 70)^{1,2} = 29,08 \text{ Вт/м}.$$

3. Находим общие потери тепла подводящим трубопроводом

$$Q = 12 \times 29,08 = 348,96 \text{ Вт}.$$

4. Рассчитываем снижение температуры теплоносителя от коллектора до радиатора:

$$\Delta t = 348,96 / (0,015 \times 4187) = 5,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Температура на входе в радиатор будет составлять $T = 82,4 - 5,5 = 76,9^\circ\text{C}$

6.3. Расчет на образование конденсата

Конденсат на металлопластиковых трубопроводах появляется, когда температура поверхности трубы ниже, чем точка росы при данной температуре и влажности в помещении.

При оценке возможности выпадения конденсата на поверхности трубы необходимо определить температуру наружной стенки трубы t_c и сопоставить ее с температурой точки росы T_p :

$$t_c = t_{\text{нар}} + \frac{q}{\pi \cdot d_{\text{т.нар}} \cdot \alpha_1}, \text{ все обозначения в}$$

данной формуле такие же, как и в п.6.2.

Выпадения конденсата не будет при условии $t_c > T_p$.

Температура точки росы определяется по i-d диаграмме или по таблице:

Температура воздуха, $^\circ\text{C}$	Тр при относительной влажности, $^\circ\text{C}$		
	40%	60%	80%
20	6,5	12	17
25	10,5	16,5	21,5
30	15,4	21,3	26,5

ПРИМЕР:

Холодная вода с температурой $t_{\text{вн}} = +10^\circ\text{C}$ течет по вертикальной металлопластиковой трубе 16x2. Температура воздуха в помещении $t_{\text{нар}} = +20^\circ\text{C}$, влажность $W=60\%$. Требуется оценить вероятность выпадения конденсата.

Решение:

По таблице п. 6.2. определяем тепловой поток для неизолированной отопительной трубы 16x2: $q_{70}=39,67 \text{ Вт/м}$.

Определяем реальный тепловой поток:

$$q = q_{70} \cdot \left(\frac{T_T - T_B}{70} \right)^{1,2} = 39,67 \cdot ((10 - 20) / 70)^{1,2} = -3,84 \text{ Вт/м}.$$

Знак «минус» обозначает, что тепловой поток направлен со стороны помещения внутрь трубы.

Определяем температуру наружной стенки трубы:

$$t_c = t_{\text{нар}} + \frac{q}{\pi \cdot d_{\text{т.нар}} \cdot \alpha_1} = 20 - 3,84 / (3,14 \times 0,016 \times 12) = 13,6^\circ\text{C}.$$

Температура точки росы при заданных параметрах составляет 12°C . Защиты от конденсата не требуется. Для стальной трубы при тех же заданных параметрах температура стенки составила бы $10,6^\circ\text{C}$, что потребовало бы защиту от конденсата.

6.4. Гидравлический расчет трубопроводов

Потери давления в трубопроводах Valpex и Valtec Super можно рассчитать, пользуясь формулой:

$\Delta p = Rl + Z$, (Па), где R - удельная линейная потеря давления на 1 м длины, Па/м, (определяется по таблицам приложения 15);

l - длина трубопровода в метрах;

Z - потеря давления на местное сопротивление, Па/м.

Для определения потерь давления на местное сопротивление, коэффициенты местных сопротивлений каждого элемента участка (повороты, отводы, фитинги, приборы, арматура) складываются. Сумма коэффициентов местных сопротивлений умножается на

динамическое давление, в результате чего формула для определения Z принимает вид:

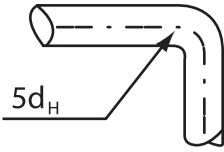
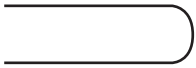
$$Z = \sum \zeta \frac{V^2}{2} \rho, \text{ (Па)},$$

где $\sum \zeta$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке трубопровода;

V - скорость теплоносителя в трубопроводе, м/с;

ρ - плотность жидкости при температуре теплоносителя, кг/м³.

Коэффициенты местных сопротивлений для не прямых участков трубопровода можно определять по таблице:

N п.п.	Элемент	Эскиз	Значение коэффициента местного сопротивления
1	Отвод с радиусом закругления $\geq 5d$: 90° 45°		0,3-0,5
2	Отступ, "утка"		0,5
3	Обвод		1,0
4	Калач		1,0
5	Прямой соединитель		Приложение 5
6	Тройник		Приложение 4
7	Крестовина		Приложение 6
8	Арматура и приборы		По техническим описаниям на изделия*
9	Коллектор без кранов и регуляторов		1,5
10	Коллектор с регулирующими или отсекающими кранами		3

*В ряде технических описаний вместо коэффициента местного сопротивления на изделие приводится коэффициент пропускной способности K_v (м³/час). Взаимосвязь между этими двумя показателями следующая:

$$\zeta = \frac{16 \cdot 10^8 \cdot d^4}{K_v^2},$$

где K_v - коэффициент пропускной способности в м³/час;
 d - внутренний диаметр в м.

6.5. Расчет теплого пола

Принцип приблизительного расчета теплого пола рассмотрим на конкретном примере:

Исходные данные:

Требуемая температура внутреннего воздуха в помещении. Для жилых помещений эта величина обычно составляет 20°C.

Площадь помещения. Определяется по архитектурно-строительным чертежам или по результатам обмеров. Для нашего примера примем помещение размерами 5 м х 4 м, площадью $S = 20 \text{ м}^2$. Учитывая, что вдоль внутренних стен, где будет располагаться мебель, нужно оставить краевые участки шириной 300 мм, активная площадь пола составит:
 $20 - (5 + 4 + 4) \times 0,3 = 16,1 \text{ м}^2$.

Конструкция пола. Для рассматриваемого примера (см. п. 5.3.) в расчет принимается толщина цементно-песчаной стяжки 70 мм и покрытие пола из керамической плитки толщиной 15 мм.

Теплопотери помещения. Определяются на основании теплотехнического расчета и учитывают:

- потери тепла через ограждающие конструкции (стены, полы, потолки, оконные и дверные проемы);
- затраты тепла на нагрев воздуха, поступающего в помещения через неплотности ограждающих

конструкций (инфильтрация);

- затраты тепла на нагрев воздуха, поступающего в результате работы вентиляции;
- поступления тепла за счет нагрева солнечными лучами (инсоляция);
- поступления тепла от работающего оборудования, электроосвещения, оргтехники, бытовых приборов и прочих источников тепла;
- тепловыделения от находящихся в помещении людей и животных.

Использование различных укрупненных показателей, как правило, дает весьма значительную погрешность, так как разброс теплотерь даже для жилых помещений может составлять от 40 Вт/м² (для зданий с эффективными ограждающими конструкциями и стеклопакетами) до 250-300 Вт/м² (для коттеджей с кирпичными неутепленными стенами и большим количеством проемов).

В нашем примере теплопотери помещения составляют $Q = 1288 \text{ Вт}$. То есть удельные теплопотери помещения составляют $q = 1288 / 16,1 = 80 \text{ Вт/м}^2$

Предварительно принятые решения:

Определение диаметра трубы и шага между осями труб. Зная удельные теплопотери, зададимся диаметром трубы и шагом между осями труб, используя график.

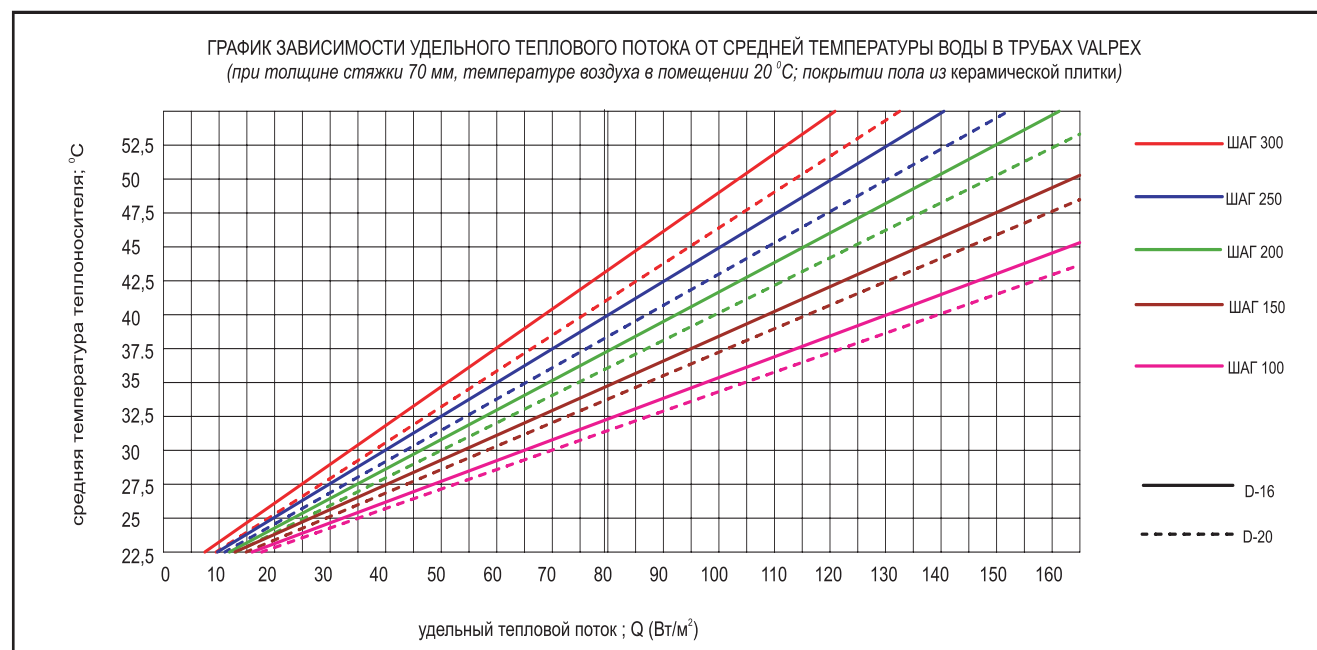


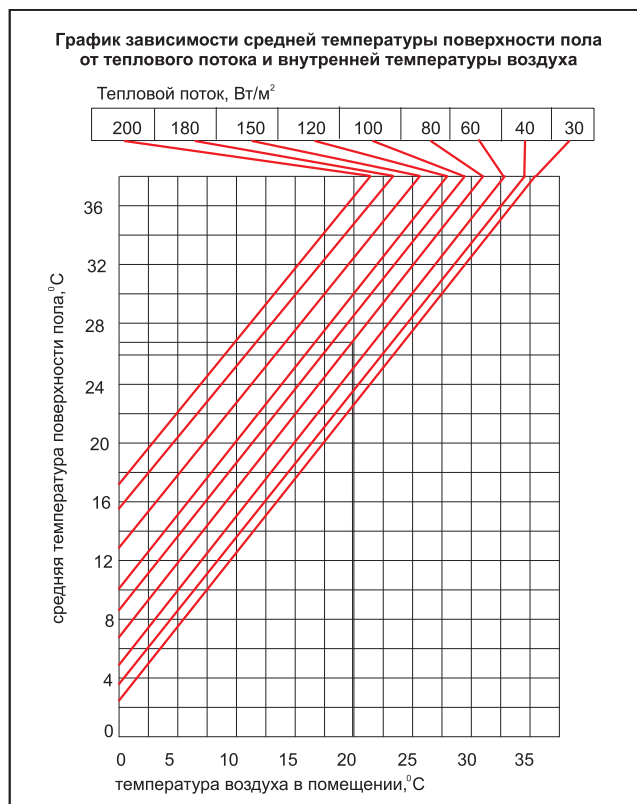
График показывает, что для достижения требуемого теплового потока 80 Вт/м² можно использовать несколько вариантов, сведенных в таблицу

Шаг, см	Диаметр, мм	Средняя температура теплоносителя °C	Количество трубы на 1 м ² , м.п.	Количество трубы на 20 м ² , м.п.
10	20	31,5	10	200
	16	32,5		
15	20	33,5	6,7	134
	16	35		
20	20	36,5	5	100
	16	37,5		
25	20	38,5	4	80
	16	40		
30	20	41,5	3,4	68
	16	43,4		

Для выбора наиболее оптимального варианта необходимо произвести дополнительные расчеты.

Расчетные данные:

Определение средней температуры поверхности пола.
Среднюю температуру поверхности пола при известном тепловом потоке и температуре воздуха в помещении определяем по графику:



Для нашего примера средняя температура поверхности пола составит 26,9°C.

Средняя температура пола не превышает допустимых значений, представленных в таблице:

Предназначение помещения или его части	Максимальная температура поверхности пола, °C
Жилая зона	29
Зона повышенного обогрева (50 см от наружных стен)	35
Влажные помещения (ванны, санузлы, бассейны)	33
При покрытии пола из паркета	27

Температура по поверхности пола распределяется неравномерно – над трубой она максимальная, а между труб – минимальная. Примем полученную среднюю температуру 26,9°C за максимальную ($T_{пол}$) и рассчитаем, какую среднюю температуру должен иметь теплоноситель (T_{cp}).

Определение средней температуры теплоносителя.
На этом этапе расчета можно пренебречь теплопотерями в стенках трубы и на ее внутренней поверхности (тепловосприятие).

Расчет ведем по формуле:

$$T_{cp} = T_{пол} + q \delta_{пл} / \lambda_{пл} + q \delta_{ст} / \lambda_{ст} = 26,9 + 80 \times 0,015 / 1,5 + 80 \times 0,07 / 0,93 = 33,42^\circ\text{C};$$

где: q – удельный тепловой поток (80 Вт/м²);

$\delta_{пл}$ – толщина плитки (0,015м);

$\lambda_{пл}$ – коэффициент теплопроводности плитки (1,5 Вт/м °K);

$\delta_{ст}$ – толщина стяжки (0,07м);

$\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности стяжки (0,93 Вт/м °K).

Окончательный выбор шага труб.

Возвращаясь к графику, становится ясно, что из условия неперевышения максимально допустимой температуры поверхности пола надо принимать шаг труб 100 мм (трубы Valpex благодаря своей гибкости и способности сохранять приданную форму идеально подходят для такого шага).

Определение количества контуров.

Так как расход трубы для шага 100 мм составит порядка 200 м, принимаем решение разбить помещение на две петли, чтобы не превысить экономически целесообразные предельные длины петель, указанные в таблице:

Наружный диаметр трубы Valpex, мм	Максимальная длина петли, м
16	100
20	120

Определение тепловой нагрузки на одну петлю.

Тепловая нагрузка на каждую петлю составит:

$$Q_1 = Q/2 = 1688/2 = 844 \text{ Вт.}$$

Определение перепада температур Δt .

Оптимальный перепад температур для теплых полов составляет $\Delta t = 5^\circ\text{C}$. При этом перепаде прогрев пола идет наиболее равномерно. Допускается перепад до 10°C , но в этом случае босая ступня человека может ощущать неравномерность нагрева пола. В нашем примере задаемся $\Delta t = 5^\circ\text{C}$.

Определение температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе.

Температура теплоносителя в прямом трубопроводе:

$$T_1 = T_{cp} + \Delta t/2 = 33,42 + 5/2 = 35,9^\circ\text{C}.$$

Температура в обратном трубопроводе:

$$T_2 = T_{cp} - \Delta t/2 = 33,42 - 5/2 = 30,9^\circ\text{C}.$$

Определение расхода теплоносителя в петле.

Расход теплоносителя в петле (G) рассчитывается для подбора окончательного диаметра труб и вычисления гидравлических потерь.

$$G = Q_1 / (4187 \times \Delta t) = 844 / (4187 \times 5) = 0,04 \text{ кг/с.}$$

Определение скорости движения теплоносителя.

Максимальная скорость движения теплоносителя в трубах теплого пола должна лежать в пределах от 0,15 до 1 м/с.

Определим скорости воды в трубах диаметрами 16мм и 20мм (внутренние диаметры $D_{вн}$ – 12мм и 16мм):

$$V_{16} = 1,274 \times G / (D_{вн}^2 \times \rho) = 1,274 \times 0,04 / (0,012^2 \times 1000) = 0,354 \text{ м/с};$$

$$V_{20} = 1,274 \times 0,04 / (0,016^2 \times 1000) = 0,199 \text{ м/с.}$$

Обе трубы удовлетворяют допустимым интервалам скоростей. Принимаем трубу с наружным диаметром 16.

как менее дорогую. На практике, порой выгоднее принимать большее значение диаметра, чтобы снизить гидравлические потери в системе.

Определение длин петель.

Длину петель определяем на основании чертежа раскладки труб. Сравнение вариантов раскладки и значения суммы коэффициентов местных сопротивлений для рассматриваемого примера приведены в п. 5.3.

Определение потерь давления в петлях.

Потери давления в петлях теплого пола определяются для подбора насосного оборудования и расчета предварительной настройки регулировочных вентилей коллектора. Общие потери в петле складываются из линейных (от трения) потерь и потерь давления на преодоление местных сопротивлений (изменение направления, диаметра, характеристик потока).

Линейные потери в петлях находим на основании полученного значения скорости теплоносителя (0,354 м/с) и выбранного диаметра трубы (16мм) по гидравлическим таблицам (приложение 15).

Перемножив полученные удельные потери (167 Па/м) на длину трубы получим линейные потери давления : $167 \times 96 = 16032$ Па.

Сумму коэффициентов местных сопротивлений Z определяем как произведение количества отводов («качал» считается за два отвода) на 0,5 (КМС отвода). Для нашего примера («улитка») $Z = 52 \times 0,5 = 26$. (Потери в присоединительных фитингах условно не учитываются).

Потери на местные сопротивления определяются по формуле:

$$\Delta P = \rho \times Z \times V_{16}^2 / 2 = 1000 \times 26 \times 0,354^2 / 2 = 1629 \text{ Па.}$$

Суммируя линейные и местные потери получаем полное гидравлическое сопротивление петли: $16032 + 1629 = 17661$ Па.

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ОДНОЙ ПЕТЛЕ НЕ ДОЛЖНЫ ПРЕВЫШАТЬ 20 000 Па.

При соблюдении данного ограничения не возникнет опасность появления «запертой» петли, когда увеличение мощности насоса пропорционально увеличивает гидравлические потери, что вновь вызывает необходимость повышения мощности насоса и так далее... После определения потерь давления по каждой из петель, можно приступить к выбору насоса и составлению таблицы предварительной настройки коллекторных вентилей. Для прочих вариантов конструкций пола можно использовать нижеприведенные графики.

Графики теплового потока для различных вариантов покрытий

ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ОТ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В ТРУБАХ VALPEX
(при толщине стяжки 30мм, температуре воздуха в помещении 20 °С; покрытие пола из керамической плитки)

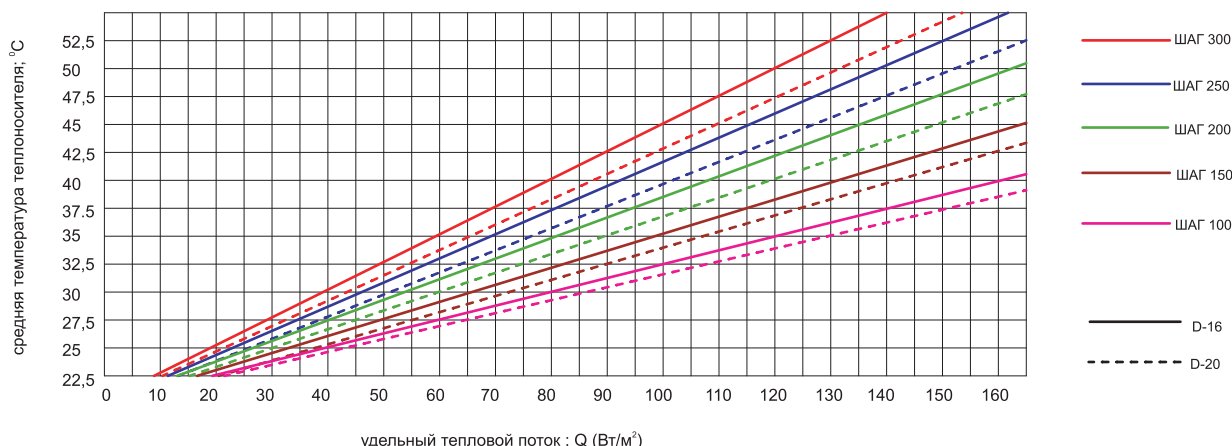
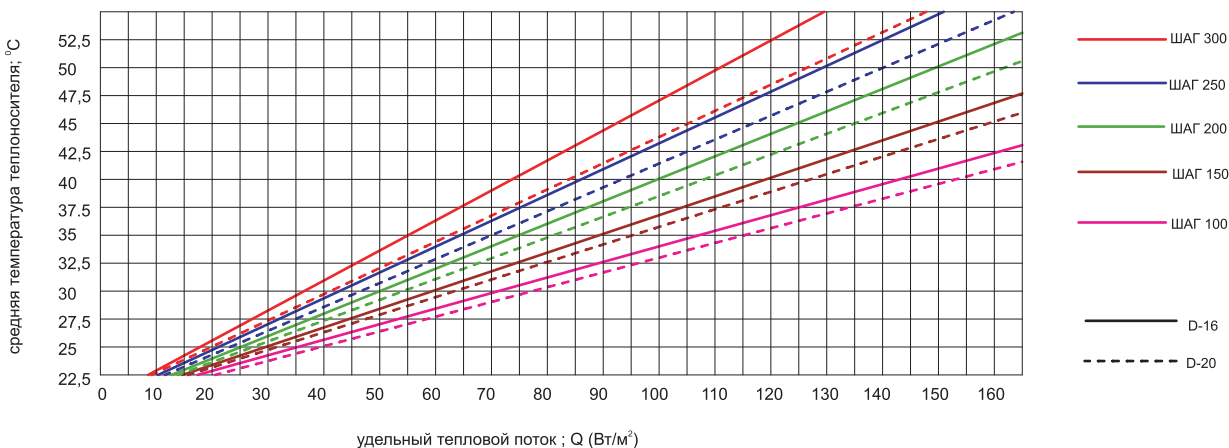
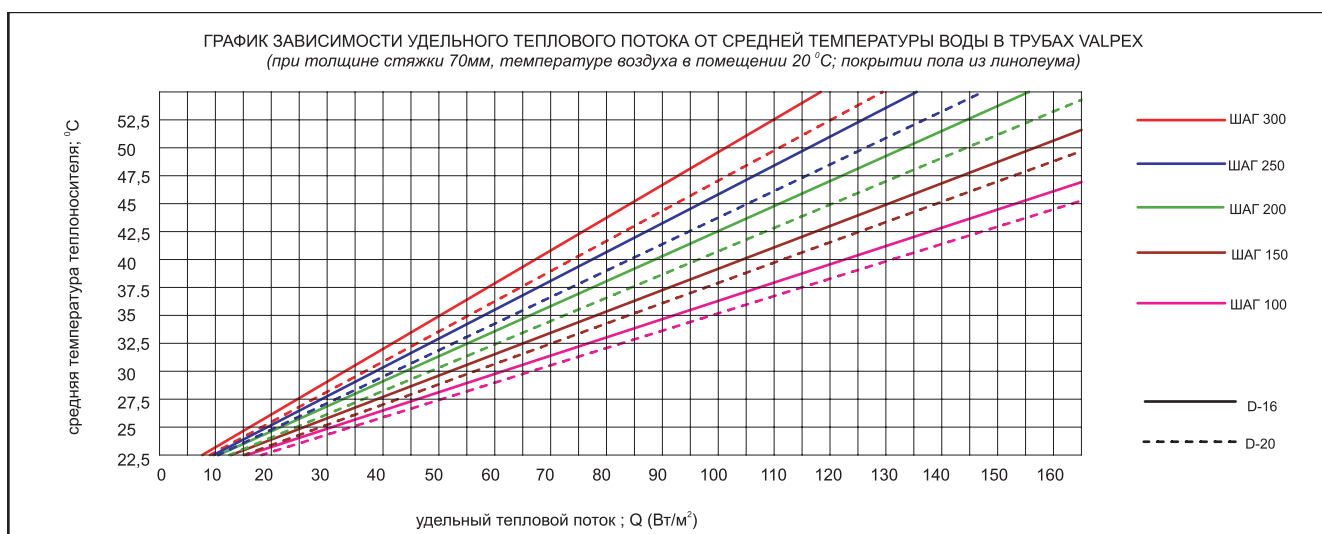
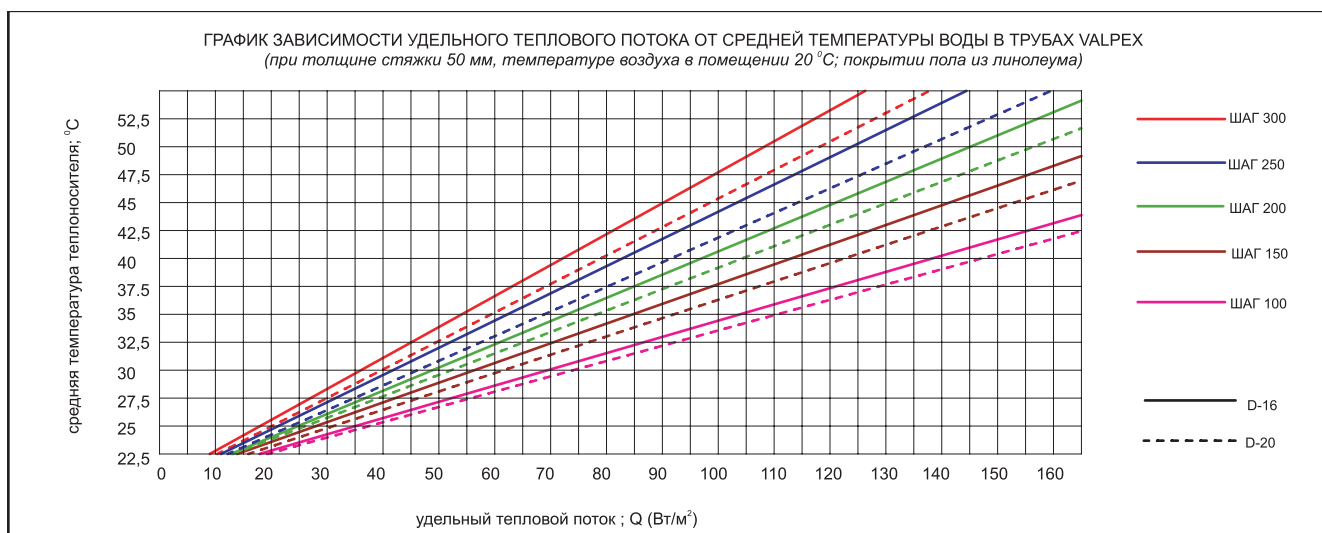
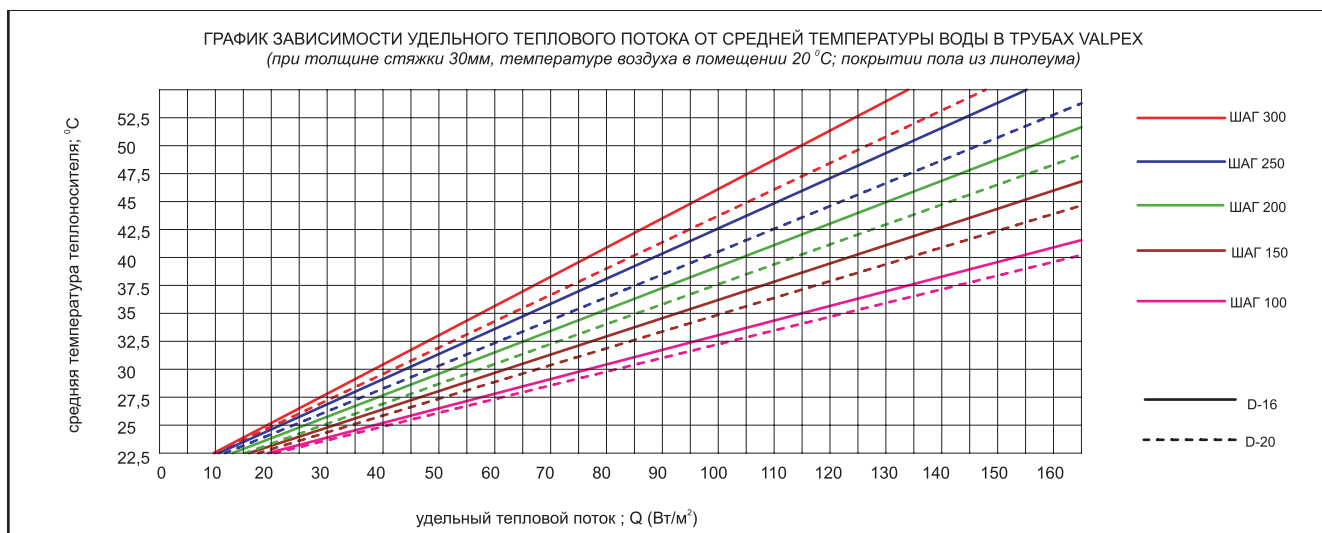


ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ УДЕЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ОТ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В ТРУБАХ VALPEX
(при толщине стяжки 50мм, температуре воздуха в помещении 20 °С; покрытие пола из керамической плитки)





Для точного расчета систем напольного отопления следует использовать программный расчетный комплекс VALTEC PRG.RUS, распространяемый компанией «Веста-Трейдинг».

6.6. Расчет настенного отопления

Для подбора шага труб напольного отопления и средней температуры теплоносителя по известному удельному тепловому потоку с 1 м² стены можно воспользоваться следующим графиком:

Пример расчета:

В помещении площадью 20 м² площадь стен, доступных для устройства настенного отопления составляет 39 м². Общие теплопотери помещения - 1600 Вт. Удельные теплопотери помещения составляют 80 Вт/м² площади пола, или 1600:39=41 Вт/м² площади стен. Примем среднюю температуру теплоносителя 35°C. Всю площадь стен поделим на три зоны: до отметки +120см - 18м² (S₁), до отметки +180см - 6м² (S₂), до

потолка (отм. +280см)(S₃) - 15м².

В верхней зоне удельный тепловой поток может составлять порядка 50% от среднего, то есть примерно 20 Вт/м². По графику 1 находим, что этому условию может удовлетворять труба D20 с шагом 300мм. Удельный поток от нее составит 18 Вт/м².

В средней зоне удельный тепловой поток примем в размере 75% от среднего - 30 Вт/м². По графику 1 принимаем трубу D20 с шагом 200мм и удельным потоком 31 Вт/м².

Теперь задача сводится к определению удельного потока в нижней зоне: $q_3 = (Q - q_1 S_1 - q_2 S_2) / S_3 = (1600 - 18 \times 15 - 31 \times 6) / 18 = 63,6$ Вт/м². По графику 1 принимаем трубу D20 с шагом 100 мм.

6.7. Определение теплопотерь

Для расчета систем отопления необходимо определить тепловой баланс для каждого помещения, который включает:

- теплопотери через ограждающие конструкции;
- потери тепла на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха. Инфильтрация происходит в основном, через окна и балконные двери, и, в незначительной мере, через стыки панели и неплотности конструкций;
- потери тепла на нагревание поступающего при естественной вентиляции холодного воздуха. Обычно, потери на инфильтрацию и естественную вентиляцию, учитываются в размере нормативного воздухообмена для жилых помещений и кухонь.

Зная, что нормативный воздухообмен составляет N = 3 м³ на 1 м² помещения в час, данный вид потерь можно рассчитать по формуле:

$Q_v = N \times \rho \times c \times (t_v - t_n) \times S$, где

ρ - плотность воздуха, 1,2 кг/м³;

c - теплоемкость воздуха, 1 кДж/кг;

t_v - температура воздуха в помещении;

t_n - расчетная температура наружного воздуха;

S - площадь помещения;

В среднем, эти теплопотери для жилых помещений составляют 50 Вт/м². При этом надо иметь в виду, что эти потери учитываются только при вентиляции с естественным побуждением. При наличии механических вентиляционных систем, теплота, расходуемая на нагрев приточного воздуха включается в расчет вентиляционного калорифера;

- теплопоступления от людей, оборудования и техники. В практике, для жилых зданий, эти теплопоступления не учитываются, так как они носят временный характер и компенсируются термостатическими устройствами нагревательных приборов. Теплопотери через ограждающие конструкции рассчитываются по формуле:

$$Q = A(t_v - t_n)(1 + \sum \beta) n K \text{ Вт, где}$$

A - площадь ограждающей конструкции, м²;

β - коэффициент добавочных теплопотерь, определяемый по таблице:

Коэффициент добавочных теплопотерь β

№	Ограждающие конструкции	Коэффициент
1	Вертикальные и наклонные окна, стены, двери, обращенные на С;В;СВ;СЗ	0,1
2	Вертикальные и наклонные окна, стены, двери, обращенные на ЮВ,ЮЗ	0,05
3	В угловых помещениях дополнительно на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на С;В;СВ;СЗ	0,05
4	В угловых помещениях в других случаях	0,1
5	Тройные двери с двумя тамбурами при отсутствии завесы	0,2Н (Н-высота здания до карниза)
6	Двойные двери с тамбуром при отсутствии завесы	0,27Н
7	Двойные двери без тамбура при отсутствии завесы	0,34Н
8	Одинарные двери при отсутствии завесы	0,22Н
9	Ворота при отсутствии завесы и тамбура	3
10	Ворота при отсутствии завесы, с тамбуром	1

n – коэффициент положения ограждающей конструкции, определяемый по таблице:

№	Ограждающая конструкция	Коэффициент n
1	Наружные стены и покрытия (в том числе вентилируемые наружным воздухом), перекрытия чердачные (с кровлей из штучных материалов) и над проездами; перекрытия над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	1
2	Перекрытия над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытия чердачные (с кровлей из рулонных материалов); перекрытия над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	0,9
3	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5	Перекрытия над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

K – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, определяемый по формуле:

$$K = \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum R + \frac{1}{\alpha_v} \right)^{-1}, \text{ Вт/м}^2 \text{ К},$$

где α_n, α_v – коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности и тепловосприятия внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемые по таблице:

№	Конструкция	$\alpha_v \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$	$\alpha_n \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$
1	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне	23	
2	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне	17	
3	Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом	12	
4	Перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенных выше уровня земли, и над неотапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	6	
5	Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию α между гранями соседних ребер $\frac{h}{\alpha} \leq 0,3$		8,7
6	Потолков с выступающими ребрами при отношении $\frac{h}{\alpha} > 0,3$		7,6
7	Зенитных фонарей		9,9

R – термическое сопротивление конструкции; $R = \delta / \lambda$, м² К/Вт, где:

δ – толщина конструкции или слоя, м;

λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м К, принимаемый по таблице:

Коэффициенты теплопроводности материалов

№	Наименование материала, конструкции	Коэффициент теплопроводности, λ Вт / м К
1	Алюминий	221
2	Асбесто-цементные листы	0,52
3	Асфальтобетон	1,05
4	Бетон	1,86
5	Газо- и пенобетон 1000кг/м ³	0,47
6	Газо- и пенобетон 800кг/м ³	0,37
7	Газо- и пенобетон 600кг/м ³	0,26
8	Газо- и пенобетон 400кг/м ³	0,15
9	Гипсовые блоки	0,47
10	Гипсокартонные листы (гипрок)	0,21
11	Гранит	3,49
12	ДВП	0,16
13	ДСП	0,29
14	Дуб (поперек волокон)	0,41
15	Железобетон	2,04
16	Известняк	1,05
17	Керамзитобетон 1200кг/м ³	0,52
18	Керамзитовый гравий	0,23
19	Кирпич глиняный сплошной	0,81
20	Кирпич глиняный пустотный	0,64
21	Кирпич силикатный	0,87
22	Ковролин	0,07
23	Линолеум многослойный	0,38
24	Линолеум на тканевой основе	0,23
25	Медь	407
26	Минвата	0,06
27	Мрамор	2,91
28	Паркет	0,2
29	Пенополистирол	0,052
30	Пенополиуретан	0,041
31	Песок	0,58
32	Плитка керамическая	1,0
33	Плитка ПВХ	0,23
34	Раствор цементно-известковый	0,87
35	Раствор цементно-песчаный	0,93
36	Рубероид	0,17
37	Сосна (поперек волокон)	0,18
38	Сосна (вдоль волокон)	0,35
39	Сталь	58
40	Стекло	0,76
41	Фанера	0,18
42	Чугун	50

Для оконных и балконных заполнений, значения приведенного термического сопротивления принимаются по таблице:

Приведенное сопротивление теплопередаче оконных заполнений

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$	
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
1. Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	-
2. Двойное остекление в отдельных переплетах	0,44	0,34*
3. Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм:		
194 x 194 x 98	0,31 (без переплета)	
244 x 244 x 98	0,33 (без переплета)	
4. Профильное стекло коробчатого сечения	0,31 (без переплета)	
5. Двойное из органического стекла для зенитных фонарей	0,36	-
6. Тройное из органического стекла для зенитных фонарей	0,52	-
7. Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,55	0,46
8. Однокамерный стеклопакет из стекла:		
обычного	0,38	0,34
с твердым селективным покрытием	0,51	0,43
с мягким селективным покрытием	0,56	0,47
9. Двухкамерный стеклопакет из стекла:		
обычного (с межстекольным расстоянием 6 мм)	0,51	0,43
обычного (с межстекольным расстоянием 12 мм)	0,54	0,45
с твердым селективным покрытием	0,58	0,48
с мягким селективным покрытием	0,68	0,52
с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,65	0,53
10. Обычное стекло и однокамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:		
обычного	0,56	-
с твердым селективным покрытием	0,65	-
с мягким селективным покрытием	0,72	-
с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,69	-
11. Обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в отдельных переплетах из стекла:		
обычного	0,68	-
с твердым селективным покрытием	0,74	-
с мягким селективным покрытием	0,81	-
с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном	0,82	-
12. Два однокамерных стеклопакета в спаренных переплетах	0,70	-
13. Два однокамерных стеклопакета в отдельных переплетах	0,74	-
14. Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	-
* в стальных переплетах		

Для ориентировочных расчетов, определение теплотерь через ограждающие конструкции можно определять по таблице:

Усредненные удельные теплотери через ограждающие конструкции

Конструкция наружных стен	Коэф. Теплопередачи, Вт/м² К	Удельные теплотери через ограждающие конструкции, Вт/м² площади пола			
		Рядовое помещение	Добавлять для первого этажа	Добавлять для верхнего этажа	Добавлять для углового помещения
1. КИРПИЧНЫЕ СТЕНЫ					
Стена 1,5 кирпича , оштукатуренная с двух сторон	1,39	86	29	18	63
Стена 2 кирпича, оштукатуренная с двух сторон	1,136	78	29	18	41
Стена 2,5 кирпича, оштукатуренная с двух сторон	0,961	72	29	18	35
Кладка 1,5 кирпича под расшивку с утеплением изнутри минватой 50 мм и гипроком	0,695	64	29	18	25
Кладка 2 кирпича под расшивку с утеплением изнутри минватой 50 мм и гипроком	0,596	61	29	18	21
Кладка 2,5 кирпича под расшивку с утеплением изнутри минватой 50 мм и гипроком	0,544	59	29	18	20
2. СТЕНЫ ИЗ БРУСА					
Брус 150 мм, обшитый с двух сторон вагонкой	0,863	69	29	18	31
Брус 200 мм, обшитый с двух сторон вагонкой	0,696	63	29	18	26
Брус 150 мм, снаружи -вагонка, изнутри -минвата 50 мм с вагонкой	0,502	57	29	18	19
Брус 200 мм, снаружи - вагонка, изнутри -минвата 50 мм с вагонкой	0,441	55	29	18	16
Брус 150 мм, снаружи -вагонка, изнутри -минвата 50 мм с гипроком	0,509	58	29	18	18
Брус 200 мм, снаружи -вагонка, изнутри -минвата 50 мм с гипроком	0,446	56	29	18	16
3. ГАЗОБЕТОН					
Толщина 200 мм, штукатурка с двух сторон	0,905	70	29	18	33
Толщина 250 мм, штукатурка с двух сторон	0,771	66	29	18	28
Толщина 300 мм, штукатурка с двух сторон	0,671	63	29	18	24
Толщина 400 мм, штукатурка с двух сторон	0,534	58	29	18	20
4. КЕРАМЗИТОБЕТОН					
Панель 300 мм	1,10	77	29	18	40
Панель 350 мм	0,991	73	29	18	36
Панель 400 мм	0,905	70	29	18	33

Данные приведены для $T_{в}=20^{\circ}\text{C}$, $T_{н}= - 26^{\circ}\text{C}$. Для других температур табличные данные умножать на коэффициент $K1= (T_{в}-T_{н})/46$.

Для автоматизированного расчета теплотерь можно использовать программный расчетный комплекс VALTEC PRG.RUS, который позволяет выводить результаты расчета с пояснениями на стандартном бланке проекта.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица химической стойкости труб **Valpex** и **Valtec Super**

Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Адипиновая кислота	Н	HOOC -(CH ₂) ₄ -COOH	☒	☒	☒	☒
Азотная кислота	25%	HNO ₃	☒	☒	-	-
Азотная кислота	50%	HNO ₃	-	-	-	-
Акролеин		C ₃ H ₄ O	-	-	-	-
Алифатические углеводороды			☒	☒	☒	☒
Аллиловый спирт	96%	H ₂ C=CH-CH ₂ -OH	☒	-	-	-
Амилацетат	100%	CH ₃ COO(CH ₂) ₅	☒	-	☒	-
Аминобензол	100%	C ₆ H ₅ NH ₂	☒	☒	☒	☒
Аммиак	Г 100%	NH ₃	☒	☒	☒	☒
Аммиак	100%	NH ₃	☒	☒	☒	☒
Ананасовый сок			☒	☒	☒	☒
Анилин	100%	C ₆ H ₅ NH ₂	☒	☒	☒	☒
Арсеновая кислота	Н	H ₃ AsO ₄	☒	☒	☒	☒
Ацетат свинца	Н	Pb(CH ₃ COO) ₂ ·3H ₂ O	☒	-	☒	-
Ацетальдегид		C ₂ H ₄ O	☒	-	-	-
Ацетат серебра	Н	AgCH ₃ COO	☒	☒	☒	☒
Ацетон	100%	C ₃ H ₆ O	-	-	-	-
Ацетонитрил		C ₂ H ₃ N	-	-	-	-
Бензальдегид	100%	C ₆ H ₅ CHO	☒	-	☒	-
Бензойная кислота	Н	C ₆ H ₅ COOH	☒	☒	☒	☒
Бензол	100%	C ₆ H ₆	-	-	-	-
Бензин			☒	-	☒	-
Бензоат натрия	Н	C ₆ H ₅ COONa	☒	☒	☒	☒
Бертолетова соль	Н	KClO ₃	☒	☒	☒	☒
Бикарбонат калия	Н	KHCO ₃	☒	☒	☒	☒
Бикарбонат натрия	Н	NaHCO ₃	☒	☒	☒	☒
Бисульфат калия	Н	KHSO ₄	☒	☒	☒	☒
Бисульфит натрия	Р	NaHSO ₃	☒	☒	☒	☒
Бихромат калия	Н	K ₂ Cr ₂ O ₇	☒	☒	☒	☒
Борная кислота	Н	H ₃ BO ₃	-	-	-	-

Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Бром -газ	100%	Br ₂	-	-	-	-
Бром -жидкость	100%	Br	-	-	-	-
Бромат калия	Н	KBrO ₃	☒	☒	☒	☒
Бромид калия	Н	KBr	☒	☒	☒	☒
Бромид натрия	Н	NaBr	☒	☒	☒	☒
Бромистоводородная кислота	100%	HBr	☒	☒	☒	☒
Бромистый этил	100%	C ₂ H ₅ Br	☒	-	☒	-
Бура	Н	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	☒	☒	☒	☒
Бутадиен-1,3		C ₄ H ₆	-	-	-	-
Бутан -газ	100%	C ₄ H10	☒	☒	☒	☒
Бутанол	100%	CH ₃ (CH ₂)3ОН	☒	☒	☒	☒
2-Бутанон	100%	C4H8O	☒	-	☒	-
Бутиловый спирт	100%	CH3(CH ₂) ₃ ОН	☒	☒	☒	☒
Бутилен	100%	C ₂ H ₅ CH=CH ₂	-	-	-	-
Вино			☒	☒	☒	☒
Вода	100%	H ₂ O	☒	☒	☒	
Водород	100%	H ₂	☒	☒	☒	☒
Гептан	100%	C ₇ H ₁₇	☒	-	-	-
Гидроокись калия	Н	KОН	☒	☒	☒	☒
Гидроокись натрия	40%	NaОН	☒	☒	☒	-
Гидроокись натрия	Н	NaОН	☒	-	-	-
Гидроксиуксусная кислота	Н	HOCH ₂ COОН	☒	☒	☒	☒
Гидрохинон	Н	C ₂ H ₄ (ОН) ₂	☒	☒	☒	☒
Гипохлорит натрия	15%	NaClО	☒	-	-	-
Глауберова соль	Н	Na ₂ SO ₄	☒	☒	☒	☒
Гликолевая кислота	Н	HOCH ₂ COОН	☒	☒	☒	☒
Глицерин	100%	HOCH ₂ CH(ОН)CH ₂ ОН	☒	☒	☒	☒
Глюкоза	Н	C ₆ H ₁₂ O ₆	☒	☒	☒	☒
Двуокись углерода	100%	CO ₂	☒	☒	☒	☒
Декагидронафталин	100%	C ₁₀ H ₁₈	-	-	-	-
Декалин	100%	C ₁₀ H ₁₈	-	-	-	-
Декстрин	Р	(C ₆ H ₁₀ O ₅)n	☒	☒	☒	☒

Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Диизобутилкетон		C ₉ H ₁₈ O				
Диизопропиловый эфир		C ₆ H ₁₄ O				
Диметиламин		C ₂ H ₇ N				
Диметилсульфат		C ₂ H ₆ O ₄ S				
Диметилформаид		C ₃ H ₇ NO				
Диоксан	100%	C ₄ H ₈ O ₂	☒	☒	☒	☒
Дисульфид углерода	100%	CS ₂	-	-	-	-
Дихлорметан	100%	CH ₂ Cl ₂	-	-	-	-
Дихлорэтан		C ₂ H ₄ Cl				
Дихлорэтилен	100%		-	-	-	-
Диэтилкетон		C ₅ H ₁₀ O				
Диэтиловый эфир		C ₄ H ₁₀ O				
Дрожжи	ПР		☒	-	☒	-
Едкое кали	Н	KOH	☒	☒	☒	☒
Железистосинеродный калий	Н	K ₃ [Fe(CH) ₆]	☒	☒	☒	☒
Железосинеродистый калий	Н	K ₄ [Fe(CH) ₆]	☒	☒	☒	☒
Желтая кровяная соль	Н	K ₄ [Fe(CH) ₆]	☒	☒	☒	☒
Изоамилацетат		C ₇ H ₁₄ O ₂				
Изопропиловый спирт		C ₃ H ₈ O				
Каломель	Н	Hg ₂ Cl ₂	☒	☒	☒	☒
Камфора		C-(CH ₃) ₃ O	-	-	-	-
Карбонат бария	Н	BaCO ₃	☒	☒	☒	☒
Карбонат калия	Н	K ₂ CO ₃	☒	☒	☒	☒
Карбонат кальция	Н	CaCO ₃	☒	☒	☒	☒
Карбонат магния	Н	MgCO ₃	☒	☒	☒	☒
Карбонат натрия	Н	Na ₂ CO ₃	☒	☒	☒	☒
Карбонат цинка	Н	ZnCO ₃	☒	☒	☒	☒
Касторовое масло			-	-	-	-
Керосин	100%		-	-	-	-
Кетен		C ₂ H ₂ O				
Кислород	100%	O ₂	☒	-	☒	-
Красная кровяная соль	Н	K ₃ [Fe(CH) ₆]	☒	☒	☒	☒

Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Крезоловая кислота	100%	C ₆ H ₄ (OH)CH ₃	-	-	-	-
Ксилен	100%		-	-	-	-
Ксилол	100%	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	-	-	-	-
Лимонная кислота	Н	HOCC(OH)(CH ₂ COOH) ₂	☒	☒	☒	☒
Ляпис	Н	AgNO ₃	☒	☒	☒	☒
Малеиновая кислота	Н	HOCHC=CHCOOH	☒	☒	☒	☒
Масла и жиры			☒	-	☒	-
Масляная кислота	100%		☒	-	-	-
Медный купорос	Н	CuSO ₄ ·5H ₂ O	☒	☒	☒	☒
Меласса	ПР		☒	☒	☒	☒
Метанол	100%	CH ₃ OH	☒	-	☒	-
Метилакрилат		C ₄ H ₆ O ₂				
Метилметакрилат		C ₅ H ₈ O ₂				
Метил бромистый		CH ₃ Br				
Метилбензойная кислота	100%	C ₆ H ₅ CH ₃	-	-	-	-
Метиловый спирт	100%	CH ₃ OH	☒	-	☒	-
Метилформиат		C ₂ H ₄ O ₂				
Метилциклогексан		C ₇ H ₁₄				
Метилэтилкетон	100%	C ₄ H ₈ O	☒	-	☒	-
Минеральные масла			☒	-	☒	-
Молоко			☒	☒	☒	☒
Молочная кислота	100%	CH ₃ CH(OH)COOH	☒	☒	☒	☒
Монохлорбензол	100%	C ₆ H ₅ Cl	-	-	-	-
Моча	100%		☒	☒	☒	☒
Мочевина	Р	CO(NH ₂) ₂	☒	☒	☒	☒
Муравьиная кислота	100%	CH ₂ O ₂	☒	☒	☒	☒
Мышьяковая кислота	Н	H ₃ AsO ₄	☒	☒	☒	☒
Нашатырный спирт	100%	NH ₃	☒	☒	☒	☒
Никотиновая кислота	20%		☒	-	☒	-
Нитрат аммония	Н	(NH ₄)NO ₃	☒	☒	☒	☒
Нитрат железа	Р	Fe(NO ₃) ₂ ; Fe(NO ₃) ₃ ;	☒	☒	☒	☒
Нитрат калия	Н	KNO ₃	☒	☒	☒	☒

Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Нитрат кальция	Н	Ca(NO ₃) ₂	☒	☒	☒	☒
Нитрат магния	Н	Mg(NO ₃) ₂	☒	☒	☒	☒
Нитрат меди	Н	Cu(NO ₃) ₂	☒	☒	☒	☒
Нитрат натрия	Н	NaNO ₃	☒	☒	☒	☒
Нитрат никеля	Н	Ni(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	☒	☒	☒	☒
Нитрат ртути	Р	Hg(NO ₃) ₂	☒	☒	☒	☒
Нитрат серебра	Н	AgNO ₃	☒	☒	☒	☒
Нитробензол	100%	C ₆ H ₅ NO ₂	☒	-	☒	-
Озон	100%	O ₃	-	-	-	-
Оксид углерода	100%	CO	☒	☒	☒	☒
Оксид цинка	Н	ZnO	☒	☒	☒	☒
Ортофосфат калия	Н	K ₃ PO ₄	☒	☒	☒	☒
Ортофосфат натрия	Н	Na ₃ PO ₄				
Ортофосфорная кислота	50%	H ₃ PO ₄	☒	☒	-	-
Ортофосфорная кислота	95%	H ₃ PO ₄	☒	-	-	-
Пентанол	96%	C ₅ H ₁₁ OH	☒	-	-	-
Пергидронафталин	100%	C ₁₀ H ₁₈	-	-	-	-
Перикись водорода	30%	H ₂ O ₂	☒	☒	☒	-
Перикись водорода	60%	H ₂ O ₂	☒	-	-	-
Перманганат калия	20%	KMnO ₄	☒	☒	☒	☒
Персульфат калия	Н	K ₂ S ₂ O ₈	☒	☒	☒	☒
Перхлорат калия	Н	KClO ₃	☒	☒	☒	☒
Пиво			☒	☒	☒	☒
Пикриновая кислота	Н	C ₆ H ₂ (NO ₂) ₃ OH	☒	-	-	-
Пиридин	100%	C ₅ H ₅ N	☒	-	-	-
Пропиленгликоль	100%	C ₃ H ₈ O ₂	☒	☒	☒	☒
Пропиловый спирт		C ₃ H ₈ O				
Пропионовая кислота	100%	C ₂ H ₅ COOH	☒	☒	☒	☒
Ртуть	100%	Hg	☒	☒	☒	☒
Салициловая кислота	Н	C ₆ H ₄ (OOCCH ₃)COOH	☒	☒	☒	☒
Селитра аммиачная	Н	(NH ₄)NO ₃	☒	☒	☒	☒
Селитра калиевая	Н	KNO ₃	☒	☒	☒	☒

Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Селитра кальциевая	Н	Ca(NO ₃) ₂	☒	☒	☒	☒
Селитра натриевая	Н	NaNO ₃	☒	☒	☒	☒
Селитра чилийская	Н	NaNO ₃	☒	☒	☒	☒
Серная кислота	50%	H ₂ SO ₄	☒	☒	☒	-
Серная кислота	98%	H ₂ SO ₄	☒	-	-	-
Серная кислота (дымящаяся)	>98%	H ₂ SO ₄	-	-	-	-
Сернистая кислота	30%	H ₂ SO ₃	☒	☒	☒	-
Сернистый ангидрид	100%	SO ₂	☒	☒	☒	☒
Серный ангидрид	10%	SO ₃	-	-	-	-
Сероводород		H ₂ S				
Сероуглерод	100%	CS	-	-	-	-
Синильная кислота	10%	HCN	☒	☒	☒	☒
Скипидар			☒	-	☒	-
Сода каустическая	40%	NaOH	☒	☒	☒	-
Сода пищевая	Н	NaHCO ₃	☒	☒	☒	☒
Соляная кислота	80%	HCl	☒	☒	☒	☒
Стеариновая кислота	100%	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	☒	-	☒	-
Стирол		C ₈ H ₈				
Сульфат алюминия	Н	Al ₂ (SO ₄) ₃	☒	☒	☒	☒
Сульфат бария	Н	BaSO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфат аммония	Н	(NH ₄) ₂ SO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфат железа 2	Н	FeSO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфат железа 3	Н	Fe ₂ (SO ₄) ₃	☒	☒	☒	☒
Сульфат калия	Н	K ₂ SO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфат кальция	Н	CaSO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфат меди 2	Н	CuSO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфат натрия	Н	Na ₂ SO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфат никеля	Н	NiSO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфат цинка	Н	ZnSO ₄	☒	☒	☒	☒
Сульфид аммония	Р	(NH ₄) ₂ S	☒	☒	☒	☒
Сульфид калия	Р	K ₂ S	☒	☒	☒	☒
Сульфид кальция	Н	CaS	☒	☒	☒	☒

Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Сульфид натрия	Н	Na ₂ S	☒	☒	☒	☒
Сульфид углерода	100%	CS	☒	☒	☒	☒
Терпентинное масло (скипидар)			☒	-	☒	-
Тетрагидрофуран		C ₄ H ₈ O				
Тионилхлорид		SOCl ₂	-	-	-	-
Толуол	100%	C ₆ H ₅ CH ₃	-	-	-	-
Треххлористый фосфор	100%	PCl ₃	☒	-	-	-
Тринитрофенон	Н	C ₆ H ₂ (NO ₂) ₃ OH	☒	-	-	-
Трихлорэтилен	100%	CCl ₂ =CHCl	-	-	-	-
Триэтиламин	Р	(C ₂ H ₅) ₃ N	☒	-	-	-
Угарный газ	100%	CO	☒	☒	☒	☒
Угольный ангидрид	100%	CO ₂	☒	☒	☒	☒
Уксус пищевой			☒	☒	☒	☒
Уксусная кислота (ледяная)	96%	C ₂ H ₄ O ₂	☒	-	-	-
Уксуснокислый свинец	Н	Pb(CH ₃ COO) ₂ ·3H ₂ O	☒	-	☒	-
Уксусный альдегид	100%	CH ₃ CHO	☒	-	-	-
Фениламин	100%	C ₆ H ₅ NH ₂	☒	☒	☒	☒
Фенол	Н	C ₆ H ₆ O	-	-	-	-
Феррицианид калия	Н	K ₄ [Fe(CH) ₆]	☒	☒	☒	☒
Феррицианид натрия	Н	Na ₄ [Fe(CH) ₆]	☒	☒	☒	☒
Ферроцианид калия	Н	K ₃ [Fe(CH) ₆]	☒	☒	☒	☒
Ферроцианид натрия	Н	Na ₃ [Fe(CH) ₆]	☒	☒	☒	☒
Формальдегид	40%	CH ₂ O	☒	☒	☒	☒
Фосген		COCl ₂				
Фосфин		PH ₃				
Фосфорная кислота	95%	H ₃ PO ₄	☒	-	-	-
Фотопроявители	ПР		☒	☒	☒	☒
Фтор	100%	F ₂	-	-	-	-
Фтористоводородная кислота	40%	HF	☒	☒	-	-
Фтористоводородная кислота	60%	HF	☒	-	-	-
Фтористоводородная кислота	100%	HF	☒	-	-	-
Фтористый натрий	Н	NaF	☒	☒	☒	☒

Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Фтористый алюминий	Н	AlF ₃	☒	☒	☒	☒
Фтористый аммоний	Н	NH ₄ F	☒	☒	☒	☒
Фтористый водород	40%	HF	☒	☒	-	-
Фтористый калий	Н	KF	☒	☒	☒	☒
Фурфуриловый спирт	100%	C ₅ H ₆ O ₂	☒	-	-	-
Фурфурол		C ₅ H ₄ O				
Хлор (водный раствор)	Н	Cl	-	-	-	-
Хлор -газ-сухой	100%	Cl ₂	☒	☒	-	-
Хлорат калия	Н	KClO ₃	☒	☒	☒	☒
Хлорат кальция	Н	CaClO ₃	☒	☒	☒	☒
Хлорат натрия	Н	NaClO ₃	☒	☒	☒	☒
Хлорид тионила	100%	SOCl ₂	-	-	-	-
Хлористая медь	Н	Cu ₂ Cl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлористая ртуть	Н	Hg ₂ Cl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлористая сурьма 3	90%	SbCl ₃	☒	☒	☒	-
Хлористое железо 2	Н	FeCl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлористое железо 3	Н	FeCl ₃	☒	☒	☒	☒
Хлористое олово 2	Н	SnCl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлористое олово 4	Н	SnCl ₄	☒	☒	☒	☒
Хлористый алюминий	Н	AlCl ₃	☒	☒	☒	☒
Хлористый аммоний	Н	NH ₄ Cl	☒	☒	☒	☒
Хлористый барий	Н	BaCl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлористый винил		C ₂ H ₃ Cl				
Хлористый калий	Н	KCl	☒	☒	☒	☒
Хлористый кальций	Н	CaCl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлористый магний	Н	MgCl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлористый метил	100%	CH ₃ Cl	-	-	-	-
Хлористый метилен	100%	CH ₂ Cl ₂	-	-	-	-
Хлористый натрий	Н	NaCl	☒	☒	☒	☒
Хлористый никель	Н	NiCl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлористый цинк	Н	ZnCl ₂	☒	☒	☒	☒
Хлороводородная кислота	80%	HCl	☒	☒	☒	☒

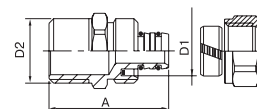
Наименование вещества	Концентрация раствора	Химическая формула	Valpex		Valtec Super	
			Температура			
			20°C	60°C	20°C	60°C
Хлоропрен	100%	CH ₂ =CH CCl=CH ₂	-	-	-	-
Хлороформ	100%	CHCl ₃	-	-	-	-
Хлорсульфоновая кислота	100%	HOSO ₂ Cl	-	-	-	-
Хлортоифторэтилен		C ₂ ClF ₃				
Хромат калия	H	K ₂ CrO ₄	☒	☒	☒	☒
Хромовая кислота	50%	H ₂ CrO ₄	☒	-	-	-
Царская водка	30%	HNO ₃ (1 объем) и соляной HCl (3 объема)	-	-	-	-
Цианистая ртуть	H	Hg(CN) ₂	☒	☒	☒	☒
Цианистое серебро	H	Ag(CN) ₂	☒	☒	☒	☒
Цианистый калий	P	KCN	☒	☒	☒	☒
Цианистый натрий	H	NaCN	☒	☒	☒	☒
Циклогексанон	100%	C ₆ H ₁₀ O	-	-	-	-
Циклотексанол	100%	C ₆ H ₁₁ OH	-	-	-	-
Четыреххлористый углерод	100%	CCl ₄	☒	☒	☒	☒
Этанодиол (этиленгликоль)	100%	HOCH ₂ CH ₂ OH	☒	☒	☒	☒
Этанол	40%	C ₂ H ₅ OH	☒	-	☒	-
Этилацетат	100%	C ₄ H ₈ O ₂	☒	-	☒	-
Этилбензол		C ₈ H ₁₀				
Этилен		C ₂ H ₄				
Этиленгликоль	100%	HOCH ₂ CH ₂ OH	☒	☒	☒	☒
Этиленхлорогидрин		C ₂ H ₅ ClO				
Этиловый спирт	40%	C ₂ H ₅ OH	☒	-	☒	-
Этиловый эфир	100%	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	-	-	-	-

Номенклатура и габаритные размеры обжимных фитингов.

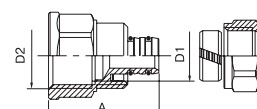
Приложение 2

VTm 301**Соединитель с переходом на наружную резьбу**

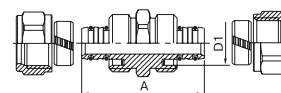
D1, мм	D2, мм	A, мм	К.М.С.1	К.М.С.2
16	1/2"	38,2	1,99	3,31
16	3/4"	39	2,46	9,65
20	1/2"	40	0,75	0,67
20	3/4"	42	1,27	2,03
26	3/4"	48	0,64	0,64
26	1"	50,5	1,05	1,61
32	1"	55	0,56	0,43

**VTm 302****Соединитель с переходом на внутреннюю резьбу**

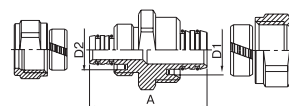
D1, мм	D2, мм	A, мм	К.М.С.1	К.М.С.2
16	1/2"	35	1,99	3,31
16	3/4"	38,5	2,46	9,65
20	1/2"	40	0,75	0,67
20	3/4"	42	1,27	2,03
26	3/4"	45	0,64	0,64
26	1"	49	1,05	1,61
32	1"	51,5	0,56	0,43

**VTm 303****Соединитель**

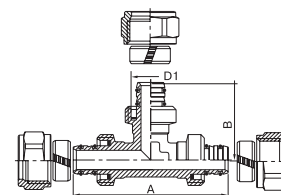
D1, мм	A, мм	К.М.С.
16	45	1,94
20	49,7	1,16
26	64,5	0,90
32	64,6	0,69

**VTm 303A****Соединитель переходной**

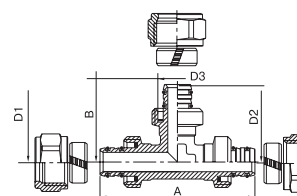
D1, мм	D2, мм	A, мм	К.М.С.1	К.М.С.2
20	16	48	5,36	1,55
26	16	54	11,96	2,18
26	20	55	2,61	0,99
32	20	59,5	6,75	1,40
32	26	62,5	2,28	0,80

**VTm 331****Тройник**

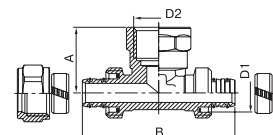
D1, мм	A, мм	B, мм	К.М.С.
16	65	32	Смотри прим. 1
20	77	38,5	
26	88	44	
32	105	52,5	

**VTm 331A****Тройник переходной**

D1	D2	D3	A, мм	B, мм	К.М.С.
20	26	16	82,5	35,5	смотри прим. 1
16	26	20	82,5	38,5	
32	32	16	105	40,5	
20	20	16	77	35,5	
20	16	16	75	35,5	
20	16	20	75	38,5	
16	16	20	65	38,5	
26	20	26	81	45	
26	20	20	84,5	41,5	
26	26	20	88,5	41,5	
26	20	20	85	46	
26	26	16	88	41	
32	32	20	105	52,5	
32	32	26	105	52,5	
32	26	26	98,5	46	
26	26	32	99	52,5	
32	26	32	102	52,5	
32	32	26	105	49,5	
32	26	26	102	49,5	

**VTm 332****Тройник с переходом на внутреннюю резьбу**

D1, мм	D2, мм	A, мм	B, мм	К.М.С.
16	1/2"	64	27,5	Смотри примечание
20	3/4"	77	31,5	
26	3/4"	88	36,5	
26	1"	88	41,5	
32	1"	105	44,5	

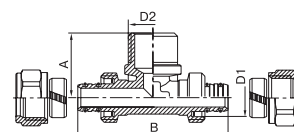


Примечание: Таблицы коэффициентов местных сопротивлений переходных тройников и крестовин полностью приведены на сайте: www.vesta-trading.ru

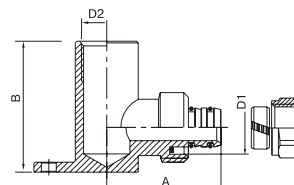
Приложение 2. Номенклатура и габаритные размеры обжимных фитингов

VTm 333**Тройник с переходом на наружную резьбу**

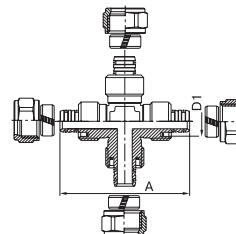
D1, мм	D2, мм	A, мм	B, мм	К.М.С.
16	1/2"	65	27,5	смотри сайт www.vesta-trading.ru
20	3/4"	77	31,5	
26	3/4"	88	35	
26	1"	88	39	
32	1"	105	42	

**VTm 334****Тройник с переходом на внутреннюю резьбу и креплением**

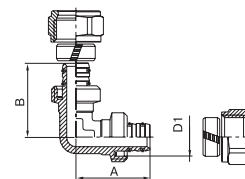
D1, мм	D2, мм	A, мм	B, мм	К.М.С.
16	1/2"	34,5	39,5	смотри сайт www.vesta-trading.ru
20	1/2"	40,5	43,5	

**VTm 341****Крестовина**

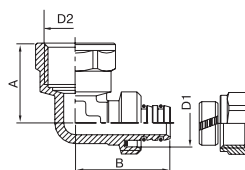
D1, мм	A, мм	К.М.С.
16	65	Смотри примечание
20	77	

**VTm 351****Угольник 90°**

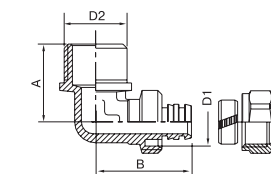
D1, мм	A, мм	B, мм	К.М.С.
16	32	36	4,91
20	38,5	38,5	3,3
26	44	44	2,63
32	52,5	52,5	2,29

**VTm 352****Угольник с переходом на внутреннюю резьбу**

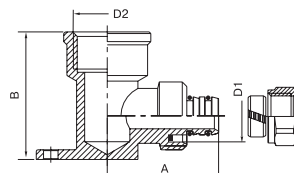
D1, мм	D2, мм	A, мм	B, мм	К.М.С.1	К.М.С.2
16	1/2"	26,5	32	9,49	4,52
16	3/4"	32	35	29,2	4,99
20	1/2"	38,5	28,5	2,12	2,62
20	3/4"	38,5	32	6,6	3,14
26	3/4"	45,5	35	2,22	2,22
26	1"	44	39	5,47	2,63
32	1"	53,5	43	1,65	1,99

**VTm 353****Угольник с переходом на наружную резьбу**

D1, мм	D2, мм	A, мм	B, мм	К.М.С.1	К.М.С.2
16	1/2"	26,5	32	9,49	4,52
16	3/4"	32	35	29,2	4,99
20	1/2"	38,5	28,5	2,12	2,62
20	3/4"	38,5	32	6,6	3,14
26	3/4"	45,5	35	2,22	2,22
26	1"	44	39	5,47	2,63
32	1"	53,5	43	1,65	1,99

**VTm 354****Угольник с переходом на внутреннюю резьбу и креплением**

D1, мм	D2, мм	A, мм	B, мм	К.М.С.
16	1/2"	34,5	39,5	4,52
20	1/2"	40,5	43,5	2,62
20	3/4"	45	46,5	3,14

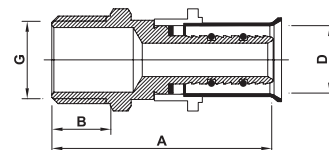


Примечание: Таблицы коэффициентов местных сопротивлений переходных тройников и крестовин полностью приведены на сайте: www.vesta-trading.ru

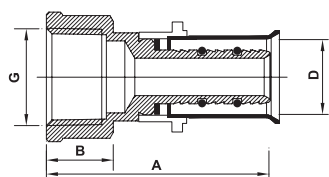
Приложение 3. Номенклатура и габаритные размеры пресс-соединителей VTm 200

VTm 201**Соединитель прямой с переходом на наружную резьбу**

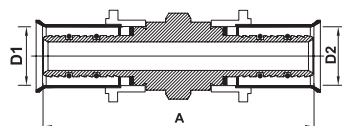
Обозначение	D мм	G мм	A мм	B мм	KMC▶	◀KMC
16x1/2"	16	1/2"	53	13	1,72	2,92
16x3/4"	16	3/4"	54	14	2,14	8,23
20x1/2"	20	1/2"	53	13	0,91	0,79
20x3/4"	20	3/4"	54	14	1,38	2,22
26x3/4"	26	3/4"	56	14	0,72	0,72
26x1"	26	1"	58	16	1,04	1,62
32x1"	32	1"	60	16	0,51	0,47

**VTm 202****Соединитель прямой с переходом на внутреннюю резьбу**

Обозначение	D мм	G мм	A мм	B мм	KMC▶	◀KMC
16x1/2"	16	1/2"	51	16	1,72	2,92
16x3/4"	16	3/4"	52	18	2,14	8,23
20x1/2"	20	1/2"	52	18	0,91	0,79
20x3/4"	20	3/4"	52	18	1,38	2,22
26x3/4"	26	3/4"	55	20	0,72	0,72
26x1"	26	1"	59	24	1,04	1,62
32x1"	32	1"	60	25	0,51	0,47

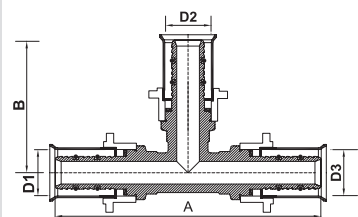
**VTm 203****Соединитель прямой**

Обозначение	D1 мм	D2 мм	A мм	KMC▶	◀KMC
16	16	16	75	1,96	1,96
20	20	20	75	1,46	1,46
26	26	26	76	0,98	0,98
32	32	32	79	0,73	0,73
20 x 16	20	16	75	4,79	1,54
26 x 16	26	16	76	10,11	1,86
26 x 20	26	20	76	2,98	1,18
32 x 16	32	16	78	25,77	2,24
32 x 20	32	20	78	7,32	1,54
32 x 26	32	26	78	2,42	0,89

**VTm 231****Тройник**

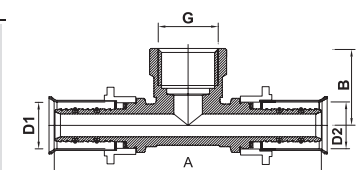
Обозначение	D1 мм	D2 мм	D3 мм	A мм	B мм	KMC
16	16	16	16	94	47	
20	20	20	20	100	50	
26	26	26	26	106	53	
32	32	32	32	112	56	
16x20x16	16	20	16	94	50	
16x16x20	16	16	20	100	50	
20x16x20	20	16	20	100	50	
16x20x20	16	20	20	96	50	
20x26x20	20	26	20	106	53	
26x16x26	26	16	26	106	53	
26x16x20	26	16	20	106	53	
26x20x20	26	20	20	106	53	
26x26x20	26	26	20	106	53	
26x20x16	26	20	16	106	53	
26x20x26	26	20	26	106	53	
32x16x32	32	16	32	112	56	
32x20x32	32	20	32	112	56	
32x26x32	32	26	32	112	56	
32x32x26	32	32	26	111	56	
32x32x20	32	32	20	111	56	
32x20x26	32	20	26	111	56	
26x32x26	26	32	26	111	56	

Таблицы KMC приведены на сайте
www.vesta-trading.ru

**VTm 232****Тройник с переходом на внутреннюю резьбу**

Обозначение	D1 мм	G мм	D2 мм	A мм	B мм	KMC
16x1/2"x16	16	1/2"	16	94	27	
20x1/2"x20	20	1/2"	20	100	31	
20x3/4"x20	20	3/4"	20	100	31	
26x1/2"x26	26	1/2"	26	106	35	
26x3/4"x26	26	3/4"	26	106	36	
26x1"x26	26	1"	26	106	41	
32x3/4"x32	32	3/4"	32	112	42	
32x1"x32	32	1"	32	112	44	

Таблицы KMC
приведены на сайте
www.vesta-trading.ru



KMC - коэффициент местного сопротивления

KMC▶ - коэффициент местного сопротивления для сужения потока

◀KMC - коэффициент местного сопротивления для расширения потока

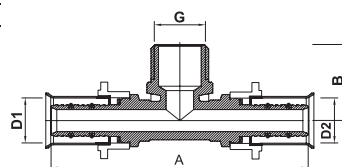
Таблицы KMC приведены на сайте www.vesta-trading.ru

Приложение 3. Номенклатура и габаритные размеры пресс-соединителей VTm 200

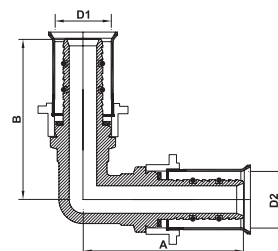
VTm 233**Тройник с переходом на наружную резьбу**

Обозначение	D1 мм	G мм	D2 мм	A мм	B мм	КМС
16x1/2"x16	16	1/2"	16	94	27	
20x1/2"x20	20	1/2"	20	100	31	
20x3/4"x20	20	3/4"	20	100	31	
26x1/2"x26	26	1/2"	26	106	35	
26x3/4"x26	26	3/4"	26	106	35	
26x1"x26	26	1"	26	106	39	
32x3/4"x32	32	3/4"	32	112	42	
32x1"x32	32	1"	32	112	42	

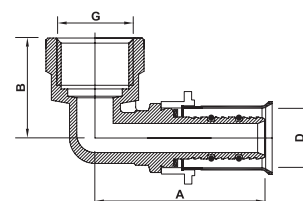
Таблицы КМС
приведены на сайте
www.besta-trading.ru

**VTm 251****Угольник**

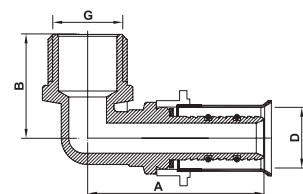
Обозначение	D1	D2	A мм	B мм	КМС
16	16	16	46	46	4,22
20	20	20	46	46	3,51
26	26	26	54	54	2,67
32	32	32	56	56	2,21

**VTm 252****Угольник с переходом на внутреннюю резьбу**

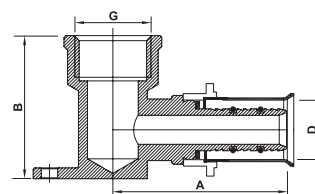
Обозначение	D мм	G мм	A мм	B мм	КМС▶	◀КМС
1/2"x16	16	1/2"	47	27	4,02	3,94
3/4"x16	16	3/4"	47	31	10,39	4,33
3/4"x20	20	3/4"	50	32	3,22	3,46
1/2"x20	20	1/2"	50	30	1,49	3,03
3/4"x26	26	3/4"	53	36	1,36	2,46
1"x32	32	1"	55	44	1,14	2,05
1"x26	26	1"	53	43	2,74	2,75

**VTm 253****Угольник с переходом на наружную резьбу**

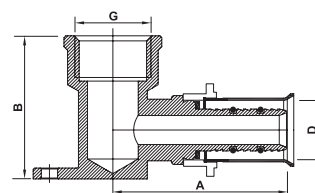
Обозначение	D мм	G мм	A мм	B мм	КМС▶	◀КМС
1/2"x16	16	1/2"	47	27	4,02	3,94
3/4"x16	16	3/4"	47	31	10,39	4,33
3/4"x20	20	3/4"	50	32	3,22	3,46
1/2"x20	20	1/2"	50	30	1,49	3,03
3/4"x26	26	3/4"	53	36	1,36	2,46
1"x32	32	1"	55	44	1,14	2,05
1"x26	26	1"	53	43	2,74	2,75

**VTm 254****Угольник с переходом на внутреннюю резьбу и креплением**

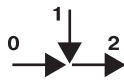
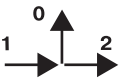
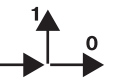
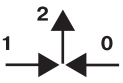
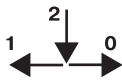
Обозначение	D мм	G мм	A мм	B мм	КМС
1/2"x16	16	1/2"	46	39	3,94
1/2"x20	20	1/2"	51	44	3,03
3/4"x20	20	3/4"	55	46	3,46

**VTm 234****Тройник с переходом на внутреннюю резьбу и креплением**

Обозначение	D1 мм	D2 мм	G мм	A мм	B мм
1/2"x16	16	16	1/2"	59	45

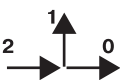
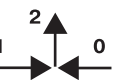
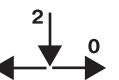


Приложение 4. Коэффициенты местных сопротивлений тройников

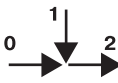
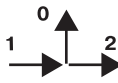
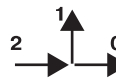
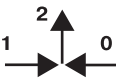
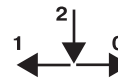
Диаметры ¹	Отношение Q1/Q2, Л/сек						
		Проход 0-2	Ответвление 1-2	Проход 1-2	Ответвление 2-1	Слияние 1-2	Деление 2-1
Тройник VTm 231,331							
16-16-16	0,1	2,81	2,37	3,4	3,3	4,42	3,72
	0,2	2,93	2,58	3,35	3,4	4,21	3,8
	0,3	3,07	2,72	3,3	3,48	4,05	3,9
	0,4	3,15	2,89	3,26	3,6	3,94	4
	0,5	3,22	3,08	3,22	3,73	3,92	4,11
	0,6	3,26	3,22	3,2	3,87	3,94	4,2
	0,7	3,29	3,4	3,19	4	4,05	4,25
	0,8	3,29	3,7	3,24	4,2	4,21	4,26
	0,9	3,28	3,98	3,31	4,47	4,45	4,22
	1	3,22	4,3	3,4	4,7	4,7	4,15
20-20-20	0,1	1,69	2,25	2,25	2,44	3,29	2,58
	0,2	1,8	2,2	2,2	2,55	3,06	2,65
	0,3	1,92	2,16	2,11	2,63	2,89	2,77
	0,4	2,0	2,12	2,08	2,75	2,8	2,86
	0,5	2,08	2,08	2,04	2,88	2,79	2,96
	0,6	2,1	2,05	2,03	3,01	2,8	3,04
	0,7	2,23	2,04	2,1	3,18	2,9	3,1
	0,8	2,23	2,1	2,18	3,36	3,08	3,11
	0,9	2,22	2,18	2,18	3,62	3,3	3,08
	1	2,08	2,23	2,23	3,88	3,55	3,0
26-26-26	0,1	1,3	0,86	1,85	3,4	1,23	2,19
	0,2	1,42	1,03	1,8	3,35	1,41	2,25
	0,3	1,53	1,2	1,76	3,3	1,6	2,37
	0,4	1,62	1,38	1,72	3,27	1,75	2,48
	0,5	1,7	1,52	1,69	3,22	1,9	2,58
	0,6	1,73	1,7	1,65	3,2	2,8	2,64
	0,7	1,77	1,9	1,66	3,19	2,28	2,7
	0,8	1,76	2,22	1,7	3,24	2,52	2,7
	0,9	1,75	2,44	1,78	3,31	2,82	2,68
	1	1,7	2,78	1,85	3,39	3,15	2,6
32-32-32	0,1	1,08	0,55	1,54	1,75	2,6	1,89
	0,2	1,1	0,71	1,5	1,86	2,38	1,94
	0,3	1,21	0,9	1,45	1,94	2,22	2,05
	0,4	1,3	1,05	1,42	2,05	2,12	2,15
	0,5	1,37	1,2	1,38	2,18	2,1	2,25
	0,6	1,4	1,38	1,33	2,32	2,12	2,33
	0,7	1,43	1,57	1,34	2,45	2,2	2,39
	0,8	1,43	1,82	1,4	2,67	2,36	2,4
	0,9	1,42	2,12	1,47	2,9	2,6	2,36
	1	1,38	2,43	1,54	3,18	2,85	2,3



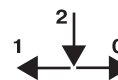
Приложение 4. Коэффициенты местных сопротивлений тройников

Диаметры ¹	Отношение Q1/Q2, Л/сек						
		Проход 0-2	Ответвление 1-2	Проход 1-2	Ответвление 2-1	Слияние 1-2	Деление 2-1
Тройник VTm 231,331							
20-36-16	0,1	3,06	-1,18	4,82	9,61	17,42	5,9
	0,2	3,46	3,47	4,63	14,99	16,76	5,98
	0,3	3,79	10,09	4,5	19,73	16,28	6,08
	0,4	4,06	18,76	4,41	25,67	16	6,18
	0,5	4,26	29,2	4,34	30,47	15,91	6,29
	0,6	4,41	41,8	4,22	35,84	16	6,38
	0,7	4,49	55,9	4,15	41,85	16,28	6,43
	0,8	4,51	72,56	4,35	50,7	16,76	6,44
	0,9	4,45	90,9	4,56	63,97	17,42	6,4
	1	4,34	111,4	4,82	78,8	23,92	6,33
32-32-16	0,1	1,08	0,7	1,54	8,31	13,04	5,32
	0,2	1,1	2,48	1,5	13,17	12,44	5,4
	0,3	1,21	19,69	1,45	17,45	12,02	5,5
	0,4	1,3	47	1,42	22,8	11,75	5,6
	0,5	1,37	82,9	1,38	27,16	11,67	5,71
	0,6	1,4	186,25	1,33	32	11,75	5,8
	0,7	1,43	217,6	1,34	37,4	12,02	5,85
	0,8	1,43	329,01	1,4	45,44	12,44	5,86
	0,9	1,42	415,5	1,47	57,44	13,04	5,82
	1	1,38	511,7	1,54	70,86	13,81	5,75
16-26-20	0,1	12,8	7,61	16,38	3,78	8,07	3,57
	0,2	13,66	7,56	16	5,17	7,4	3,64
	0,3	14,33	7,52	15,75	6,31	6,93	3,76
	0,4	14,86	7,48	15,56	7,73	6,65	3,85
	0,5	15,27	7,44	15,4	8,93	6,56	3,95
	0,6	15,5	7,41	15,18	10,48	6,65	4,03
	0,7	15,7	7,4	15,05	12,31	6,93	4,09
	0,8	17,02	7,46	15,43	13,96	7,4	4,1
	0,9	15,65	7,54	15,8	16,99	8,07	4,07
	1	15,44	7,59	16,38	20,94	8,93	3,99
20-20-16	0,1	1,69	-1,18	2,25	5,77	11,84	5,27
	0,2	1,8	3,47	2,2	7,98	11,05	5,35
	0,3	1,92	10,09	2,11	9,85	10,49	5,45
	0,4	2,0	18,76	2,08	12,47	10,15	5,55
	0,5	2,08	29,2	2,04	15,36	10,04	5,66
	0,6	2,1	41,8	2,03	19,03	10,15	5,75
	0,7	2,23	55,9	2,1	24,84	10,49	5,8
	0,8	2,23	72,56	2,18	32,15	11,05	5,81
	0,9	2,22	90,9	2,18	40,95	11,84	5,77
	1	2,08	111,4	2,23	50,32	12,85	5,7

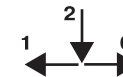
Приложение 4. Коэффициенты местных сопротивлений тройников

Диаметры ¹	Отношение Q1/Q2, Л/сек						
		Проход 0-2	Ответвление 1-2	Проход 1-2	Ответвление 2-1	Слияние 1-2	Деление 2-1
Тройник VTm 231,331							
20-16-20	0,1	2,28	2,25	5,09	4,85	12,06	4,13
	0,2	2,91	2,2	4,79	4,95	10,14	4,2
	0,3	3,07	2,16	4,58	5,03	8,82	4,32
	0,4	3,87	2,12	4,43	5,15	8,01	4,41
	0,5	4,21	2,08	4,33	5,28	7,76	4,51
	0,6	4,43	2,05	4,13	5,42	8,01	4,59
	0,7	4,56	2,04	4,03	5,55	8,82	4,65
	0,8	4,58	2,1	4,33	5,75	10,14	4,66
	0,9	4,51	2,18	4,68	6,02	12,06	4,63
	1	4,33	2,23	5,09	6,25	14,47	4,55
16-16-20	0,1	2,81	7,61	3,4	3,3	12,06	4,13
	0,2	2,93	7,56	3,35	3,4	10,14	4,2
	0,3	3,07	7,52	3,3	3,48	8,82	4,32
	0,4	3,15	7,48	3,26	3,6	8,01	4,41
	0,5	3,22	7,44	3,22	3,73	7,76	4,51
	0,6	3,26	7,41	3,2	3,87	8,01	4,59
	0,7	3,29	7,4	3,19	4	8,82	4,65
	0,8	3,29	7,46	3,24	4,2	10,14	4,66
	0,9	3,28	7,54	3,31	4,47	12,06	4,63
	1	3,22	7,59	3,4	4,7	14,47	4,55
20-20-26	0,1	1,69	3,47	2,25	4,39	8,94	4,8
	0,2	1,8	3,64	2,2	4,34	7,52	4,86
	0,3	1,92	2,75	2,11	4,29	6,54	4,98
	0,4	2,0	3,98	2,08	4,26	5,94	5,09
	0,5	2,08	3,07	2,04	4,21	5,76	5,19
	0,6	2,1	4,31	2,03	4,19	5,94	5,26
	0,7	2,23	4,51	2,1	4,18	6,54	5,31
	0,8	2,23	4,83	2,18	4,23	7,52	5,31
	0,9	2,22	5,05	2,18	4,3	8,94	5,29
	1	2,08	4,33	2,23	4,38	10,71	5,21
26-20-20	0,1	1,53	-0,916	3,61	2,44	3,29	2,58
	0,2	2	1,05	3,38	2,55	3,06	2,65
	0,3	2,39	3,45	3,24	2,63	2,89	2,77
	0,4	2,71	6,43	3,12	2,75	2,8	2,86
	0,5	2,95	9,9	3,05	2,88	2,79	2,96
	0,6	3,12	14,16	2,9	3,01	2,8	3,04
	0,7	3,22	18,79	2,82	3,18	2,9	3,1
	0,8	3,24	23,48	3,05	3,36	3,08	3,11
	0,9	3,18	28,63	3,31	3,62	3,3	3,08
	1	3,05	35	3,61	3,88	3,55	3,0

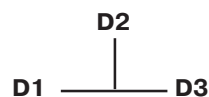
Приложение 4. Коэффициенты местных сопротивлений тройников

Диаметры ¹	Отношение Q1/Q2, Л/сек						
		Проход 0-2	Ответвление 1-2	Проход 1-2	Ответвление 2-1	Слияние 1-2	Деление 2-1
Тройник VTm 231,331							
26-26-20	0,1	1,3	-0,916	1,85	3,78	8,07	3,57
	0,2	1,42	1,05	1,8	5,17	7,4	3,64
	0,3	1,53	3,45	1,76	6,31	6,93	3,76
	0,4	1,62	6,43	1,72	7,73	6,65	3,85
	0,5	1,7	9,9	1,69	8,93	6,56	3,95
	0,6	1,73	14,16	1,65	10,48	6,65	4,03
	0,7	1,77	18,79	1,66	12,31	6,93	4,09
	0,8	1,76	23,48	1,7	13,96	7,4	4,1
	0,9	1,75	28,63	1,78	16,99	8,07	4,07
	1	1,7	35	1,85	20,94	8,93	3,99
26-26-16	0,1	1,3	5,71	1,85	9,61	17,42	5,9
	0,2	1,42	47,7	1,8	14,99	16,76	5,98
	0,3	1,53	114,4	1,76	19,73	16,28	6,08
	0,4	1,62	202,2	1,72	25,67	16	6,18
	0,5	1,7	315,9	1,69	30,47	15,91	6,29
	0,6	1,73	454,3	1,65	35,84	16	6,38
	0,7	1,77	530,9	1,66	41,85	16,28	6,43
	0,8	1,76	802,9	1,7	50,7	16,76	6,44
	0,9	1,75	1014	1,78	63,97	17,42	6,4
	1	1,7	1249	1,85	78,8	23,92	6,33
32-32-20	0,1	1,08	-4,7	1,54	3,39	11,67	3,98
	0,2	1,1	-0,89	1,5	3,71	11,09	4,05
	0,3	1,21	3,12	1,45	4,27	10,66	4,17
	0,4	1,3	7,52	1,42	4,82	10,4	4,26
	0,5	1,37	11,6	1,38	4,99	10,32	4,36
	0,6	1,4	16,02	1,33	5,33	10,4	4,44
	0,7	1,43	20,78	1,34	5,82	10,66	4,5
	0,8	1,43	25,35	1,4	6,56	11,09	4,51
	0,9	1,42	29,8	1,47	7,93	11,67	4,48
	1	1,38	35,4	1,54	9,7	12,46	4,4
32-32-26	0,1	1,08	-1,6	1,54	3,4	7,22	2,99
	0,2	1,1	-2,62	1,5	4,65	6,62	3,05
	0,3	1,21	0,75	1,45	5,68	6,19	3,17
	0,4	1,3	2,02	1,42	6,97	5,93	3,28
	0,5	1,37	3,09	1,38	8,05	5,85	3,38
	0,6	1,4	4,23	1,33	9,45	5,93	3,44
	0,7	1,43	5,33	1,34	11,1	6,19	3,5
	0,8	1,43	6,34	1,4	12,59	6,62	3,5
	0,9	1,42	7,39	1,47	15,34	7,22	3,48
	1	1,38	8.4	1,54	18,91	7,99	3,4

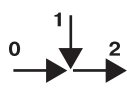
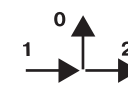
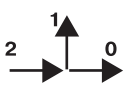
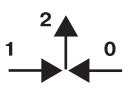
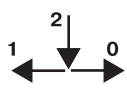
Приложение 4. Коэффициенты местных сопротивлений тройников

Диаметры ¹	Отношение Q1/Q2, Л/сек						
		Проход 0-2	Ответвление 1-2	Проход 1-2	Ответвление 2-1	Слияние 1-2	Деление 2-1
Тройник VTm 231,331							
32-26-26	0,1	2,69	-1,6	4,27	3,4	1,23	2,19
	0,2	3,05	-2,62	4,1	3,35	1,41	2,25
	0,3	3,35	0,75	3,99	3,3	1,6	2,37
	0,4	3,59	2,02	3,91	3,27	1,75	2.48
	0,5	3,77	3,09	3,85	3,22	1,9	2,58
	0,6	3,91	4,23	3,73	3,2	2,8	2,64
	0,7	3,97	5,33	3,67	3,19	2,28	2,7
	0,8	3,99	6,34	3,85	3,24	2,52	2,7
	0,9	3,95	7,39	4,05	3,31	2,82	2,68
	1	2,69	-1,6	4,27	3,4	1,23	2,19
26-26-32	0,1	1,3	0,55	1,85	4,2	7,54	4,17
	0,2	1,42	0,71	1,8	4,15	6,34	4,22
	0,3	1,53	0,9	1,76	4.1	5,52	4,33
	0,4	1,62	1,05	1,72	4,07	5,01	4,43
	0,5	1,7	1,2	1,69	4.02	4,85	4,53
	0,6	1,73	1,38	1,65	4	5,01	4,61
	0,7	1,77	1,57	1,66	3,99	5,52	4,67
	0,8	1,76	1,82	1,7	4,04	6,34	4,68
	0,9	1,75	2,12	1,78	4,11	7,54	4.64
	1	1,7	2,43	1,85	4,19	9,03	4,58
32-26-32	0,1	2,69	0,55	4,27	4,2	7,54	1,89
	0,2	3,05	0,71	4,1	4,15	6,34	1,94
	0,3	3,35	0,9	3,99	4.1	5,52	2,05
	0,4	3,59	1,05	3,91	4,07	5,01	2,15
	0,5	3,77	1,2	3,85	4.02	4,85	2,25
	0,6	3,91	1,38	3,73	4	5,01	2,33
	0,7	3,97	1,57	3,67	3,99	5,52	2,39
	0,8	3,99	1,82	3,85	4,04	6,34	2,4
	0,9	3,95	2,12	4,05	4,11	7,54	2,36
	1	3,85	2,43	4,27	4,19	9,03	2,3

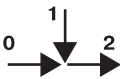
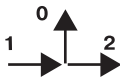
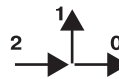
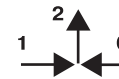
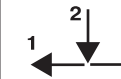
1 – обозначение диаметров тройников принято слева по часовой стрелке



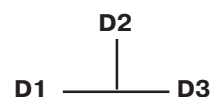
Приложение 4. Коэффициенты местных сопротивлений тройников

Диаметры ¹	Отношение Q1/Q2, Л/сек						
		Проход 0-2	Ответвление 1-2	Проход 1-2	Ответвление 2-1	Слияние 1-2	Деление 2-1
Тройник с переходом на резьбу VTm 232, 233,332, 333							
16-1/2"-16	0,1	2,81	3,19	3,4	3,4	4,52	4,54
	0,2	2,93	3,4	3,35	3,5	4,31	4,62
	0,3	3,07	3,54	3,3	3,58	4,15	4,72
	0,4	3,15	3,71	3,26	3,7	4,04	4,82
	0,5	3,22	3,9	3,22	3,83	4,02	4,93
	0,6	3,26	4,04	3,2	3,97	4,04	5,02
	0,7	3,29	4,22	3,19	4,1	4,15	5,07
	0,8	3,29	4,52	3,24	4,3	4,31	5,08
	0,9	3,28	4,8	3,31	4,57	4,55	5,04
	1	3,22	5,12	3,4	4,8	4,8	4,97
20-3/4"-20	0,1	1,69	2,46	2,25	2,55	3,39	2,79
	0,2	1,8	2,41	2,2	2,66	3,17	2,86
	0,3	1,92	2,37	2,11	2,73	2,99	2,98
	0,4	2,0	2,33	2,08	2,86	2,91	3,07
	0,5	2,08	2,29	2,04	2,99	2,89	3,17
	0,6	2,1	2,26	2,03	3,12	2,91	3,25
	0,7	2,23	2,25	2,1	3,29	3	3,31
	0,8	2,23	2,31	2,18	3,47	3,19	3,32
	0,9	2,22	2,39	2,18	3,73	0,36	3,29
	1	2,08	2,44	2,23	3,99	3,65	3,21
26-3/4"-26	0,1	1,3	0,86	1,85	3,4	1,23	2,19
	0,2	1,42	1,03	1,8	3,35	1,41	2,25
	0,3	1,53	1,2	1,76	3,3	1,6	2,37
	0,4	1,62	1,38	1,72	3,27	1,75	2,48
	0,5	1,7	1,52	1,69	3,22	1,9	2,58
	0,6	1,73	1,7	1,65	3,2	2,8	2,64
	0,7	1,77	1,9	1,66	3,19	2,28	2,7
	0,8	1,76	2,22	1,7	3,24	2,52	2,7
	0,9	1,75	2,44	1,78	3,31	2,82	2,68
	1	1,7	2,78	1,85	3,39	3,15	2,6
26-1"-26	0,1	1,3	1,07	1,85	3,5	1,33	2,39
	0,2	1,42	1,23	1,8	3,45	1,51	2,46
	0,3	1,53	1,4	1,76	3,4	1,7	2,58
	0,4	1,62	1,59	1,72	3,37	1,85	2,68
	0,5	1,7	1,73	1,69	3,32	2,0	2,79
	0,6	1,73	1,9	1,65	3,3	2,9	2,85
	0,7	1,77	2,1	1,66	3,29	2,38	2,91
	0,8	1,76	2,4	1,7	3,34	2,62	2,91
	0,9	1,75	2,65	1,78	3,41	2,92	2,88
	1	1,7	2,99	1,85	3,49	3,26	2,81

Приложение 4. Коэффициенты местных сопротивлений тройников

Диаметры ¹	Отношение Q1/Q2, Л/сек						
		Проход 0-2	Ответвление 1-2	Проход 1-2	Ответвление 2-1	Слияние 1-2	Деление 2-1
Тройник с переходом на резьбу VTm 232, 233,332, 333							
32-1"-32	0,1	1,08	0,51	1,54	1,73	2,58	1,85
	0,2	1,1	0,67	1,5	1,84	2,36	1,9
	0,3	1,21	0,86	1,45	1,92	2,2	2,01
	0,4	1,3	1,01	1,42	2,03	2,1	2.11
	0,5	1,37	1,16	1,38	2,16	2,08	2,21
	0,6	1,4	1,34	1,33	2,3	2,1	2,29
	0,7	1,43	1,53	1,34	2,43	2,18	2,36
	0,8	1,43	1,78	1,4	2,65	2,34	2,36
	0,9	1,42	2,08	1,47	2,88	2,58	2,32
	1	1,38	2,39	1,54	3,16	2,83	2,26

1 – обозначение диаметров тройников принято слева по часовой стрелке



Приложение 5. Коэффициенты местных сопротивлений прямых соединителей и угольников

Диаметры	Прямое направление потока →	Обратное направление потока ←
Соединитель прямой VTm 203,303		
16	1,94	1,94
20	1,16	1,16
26	0,90	0,90
32	0,69	0,69
20-16	5,36	1,55
26-16	11,96	2,18
26-20	2,61	0,99
32-20	6,75	1,40
32-26	2,28	0,80
Соединитель с переходом на резьбу VTm 201,202, 301,302		
16x1/2"	1,99	3,31
16x3/4"	2,46	9,65
20x1/2"	0,75	0,67
20x3/4"	1,27	2,03
26x3/4"	0,64	0,64
26x1"	1,05	1,61
32x1"	0,56	0,43
Угольник VTm 251, 351		
16	4,91	4,91
20	3,3	3,3
26	2,63	2,63
32	2,29	2,29
Угольник с переходом на резьбу VTm 252, 253, 352,353		
1/2"-16	9,49	4,52
3/4"-16	29,2	4,99
1/2"-20	2,12	2,62
3/4"-20	6,6	3,14
3/4"-26	2,22	2,22
1"-26	5,47	2,63
1"-32	1,65	1,99
Водорозетка VTm 254, 345		
1/2"-16	4,52	
1/2"-20	2,62	
3/4"-20	3,14	

Приложение 6. Коэффициенты местных сопротивлений крестовин VTm 241, 341

Диаметр	Qб/Qс	Q2б/Q1б			Qп/Qс
		0,5	1	2	
КМС бокового ответвления с -1б 16 26 с п					
16	0	-3,84	-3,84	-3,84	
	0,1	-1,25	-0,49	0,82	
	0,2	1,12	2,43	4,56	
	0,3	3,29	4,81	6,58	
	0,4	5,17	6,58		
	0,5	6,79	7,54		
	0,6	7,95			
20	0	-2,83	-2,83	-2,83	
	0,1	-0,92	-0,36	0,61	
	0,2	0,83	1,8	3,38	
	0,3	2,44	3,56	4,87	
	0,4	3,82	4,87		
	0,5	5,02	5,58		
	0,6	5,88			
КМС на проход п-с					
16		6,53			0
		6,48			0,1
		6,38			0,2
		6,13			0,3
		5,77			0,4
		5,32			0,5
		4,76			0,6
		4,1			0,7
		3,2			0,8
		2,44			0,9
		1,47			1
20		4,83			0
		4,79			0,1
		4,72			0,2
		4,53			0,3
		4,27			0,4
		3,94			0,5
		3,53			0,6
		3,04			0,7
		2,44			0,8
		1,8			0,9
		1,09			1



Приложение 7. Марки латуней

Марки свинцовистых латуней по EN 12165

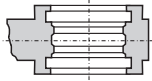
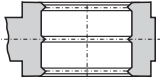
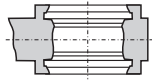
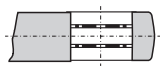
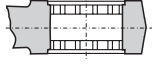
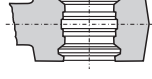
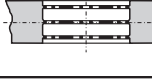
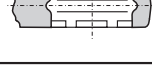
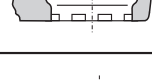
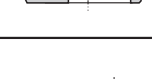
Марка	Процентное содержание элементов, %								
	Cu	Sn	Fe	Al	Pb	As	Mn	Ni	Zn
CW602N	61-63	0,1	0,1	0,05	1,7-2,8	0,02-0,16	0,1	0,2	остальное
CW606N	60-61	0,2	0,2	0,05	1,6-2,6			0,3	
CW610N	59-60	0,2	0,2	0,05	0,2-0,8			0,3	
CW611N	59-60	0,2	0,2	0,05	0,8-1,6			0,3	
CW612N	59-60	0,3	0,3	0,05	1,6-2,5			0,3	
CW613N	59-60	0,2-0,5	0,4	0,1	1,6-2,6			0,3	
CW614N	57-59	0,3	0,3	0,05	2,6-3,5			0,3	
CW615N	57-59	0,2-0,5	0,4	0,1	2,6-3,5			0,3	
CW616N	57-59	0,3	0,2	0,05-0,3	1,0-2,0			0,3	
CW617N	57-59	0,3	0,3	0,05	1,6-2,6			0,3	
CW618N	57-59	0,2-0,5	0,4	0,1	1,6-2,6			0,3	

Марки свинцовистых латуней* по ГОСТ 15527-70

Марка	Процентное содержание элементов, %								
	Cu	Sn	Fe	Al	Pb	As	Mn	Ni	Zn
ЛС59-1	57-60	0,3			0,8-1,9				остальное
ЛС59-1В	57-61				0,6-1,9				
ЛС59-3	57				2				
ЛС60-1	59-61	0,2			0,6-1				
ЛС60-2	59-61				1-2,5				
ЛС63-2	62-65				0,7-2,3				
ЛС63-3	62-65	0,1			2,4-3				
ЛС64-2	63-66				1,5-2				
ЛС74-3	72-75				2,4-3				

*Простые латуни обозначаются буквой **Л** и цифрой, показывающей содержание меди в процентах. В специальных латунях после буквы **Л** пишут заглавную букву дополнительных легирующих элементов и через тире после содержания меди указывают содержание легирующих элементов в процентах. Например: марка ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5 обозначает медно-цинковый сплав, содержащий 75% меди, 2% алюминия, 2,5% никеля, 0,5% кремния и 0,5% марганца.

Приложение 8. Типы пресс-насадок

№	ТИП	Эскиз	Марки фитингов
1	TH		Valtec VTm200, Henco, APE, Comap, Dalpex, Eurotherm, Giacomini, Herz Fittings, Hitec, Idrostar, Multitherm, Polysan, Praski, Purmo, Europress-system, Tyrotherm, STS, Thermagas, Tiemme, Viessmann, Watts MTR, Winkler и др.
2	U		CO.E.S., Aquapress, Hidrotec, Nupi, Multi-Unicor, Uponor, Metallplast, Wavin, Zecchini
3	B		Alpex, Effegi
4	CO		Sudo-Press
5	F		Frankische, Techno Trade
6	G		Geberit Mepla,
7	H		Fimisol, Hakapress, HS System, Jager, M-Press, Megaro, Neutherm, OMT, Oventrop, Polytherm, Prandelli, Remo, Valsir, WKS
8	HA		Cofit, Polyfix, SST, Welco-flex, Velta,
9	KI		Kisan
10	M		Anbo, Ballofix, GF, Hage, Heizung, IMI, Inoxpress, Gomafix, Mapress, Sanha, Scan-valve, Symplex, Prexto, Woeste
11	RF		Maxipress, Sapress
12	SA		Press Fit, Sanha
13	US		ASTM F1807
14	V		Armaturjonsson, Broen, Comap, Fra-Bo, Baronio, GF, IBP, LK, Cupress, Sanha, Seppelfricke, Viega
15	VP		Nussbaum, Viega
16	VX		Pexfit Fosta (Viega)

Приложение 9

ΦΣ Ψ
 ԼՐԻԼՖ ԽՓՓՐԿՐԿՆԵՋ ԼՖ ՐՖ Ր Ֆ ՓԼՖՖ ԼՐՆՐԿՐԿՆԵՋ ԼՖ ՐԽԻ Հ ՓՓԼ ՐԸ
 Ն Փ ԼՐԼԼՖ ԼՐԿՐԿՆԵՋ

(ձգված ձևով հղվել է)

հղված ձևով է: օ _____
 (ձգված ձևով տեղի է ունենում)

ԼԽՈՒՄ, լի ընդ

Ը. _____ " _____ " _____ 20__ Ը.

Տեղի է ունենում օ հղված ձևով տեղի է ունենում:

ԼՐՆՐԿՐԿՆԵՋ _____
 (ձգված ձևով տեղի է ունենում)

ԽՐԿՐԿՆԵՋ, ձգված ձևով, ընդ (ԼՐՆՐԿՐԿՆԵՋ)

ձգված ձևով է: օ _____
 (ձգված ձևով տեղի է ունենում)

ԽՐԿՐԿՆԵՋ, ձգված ձևով, ընդ (ԼՐՆՐԿՐԿՆԵՋ)

ձգված ձևով է: (հղված ձևով է) տեղի է ունենում _____
 (ձգված ձևով տեղի է ունենում)

ԽՐԿՐԿՆԵՋ, ձգված ձևով, ընդ (ԼՐՆՐԿՐԿՆԵՋ)

ԽՐԿՐԿՆԵՋ ձևով է: օ _____
 (ձգված ձևով տեղի է ունենում)

1. օ _____
 (ձգված ձևով տեղի է ունենում)

ձգված ձևով է: օ _____

2. Ը _____
 (ձգված ձևով տեղի է ունենում)

ԽՐԿՐԿՆԵՋ _____ օ _____ (_____ օ _____)

օ _____ ձգված

3. $\downarrow \text{Oij d}^{\text{f}}_{\text{j}} \text{H} \text{O} \text{d}^{\text{f}}_{\text{j}} \text{d}^{\text{w}}_{\text{j}} \text{finsif} \text{O} \text{f} \text{ds}$ _____ f $\downarrow \text{O}$ ($\frac{\text{fgrf}}{\text{fgrf}}$)

Приложение 10

$$\frac{\Phi \xi \varpi}{R \lambda \Gamma R I R \Gamma \vartheta \Phi \int \Gamma \lambda \int I \int R \# \int \varpi \Phi \lambda R \Gamma \int I \int \dagger \vartheta \Gamma \int I \Phi \lambda R \Gamma}$$
[illegible]

Г. « » 20 г.

[illegible]

LOGO (dof d3 dss Ofj tse Ofj LOdd,

[illegible]

gđ dđ tēd dsgs f tshc^whnpfō _____ (dđ dđ dso dđj tsg dđj Lōdđ,

$$H^1(\mathcal{D}_X, \mathcal{D}_X^{\otimes 2})^{\otimes 2}, \mathcal{D}_X^{\otimes 2} \otimes \mathcal{D}_X^{\otimes 2}, \mathcal{D}_X^{\otimes 2} \otimes \mathcal{D}_X^{\otimes 2})$$

$\frac{d\mathbf{z}}{dt} = \mathbf{f}(\mathbf{z}, t)$

$$H^1(\mathcal{D}_Y, \mathcal{D}_Y^{\otimes 2})^I, \mathcal{O}_Y^{\otimes 2} \otimes \mathcal{O}_Y^{\otimes 2}, \mathcal{O}_Y^{\otimes 2} \otimes \mathcal{O}_Y^{\otimes 2})$$

$\text{f} \text{t} \text{s} \text{f} \text{s} \text{e} \text{d} \text{d} \text{e} \text{f} \text{s} \text{w} \text{f} \text{d} \text{f} \text{e} \text{s} \text{t} \text{s} \text{d} \text{z} \text{y} \text{i} \text{f} \text{d} \text{z} \text{h} \text{z} \text{e} \text{f} \text{i} \text{d} \text{z}$

1. $[(\exists j) d_1 s c d_2^w l s t e^r, d_3 h f i^r], d_4 z^w l s^r, f i c h s t u d^f h \Theta^h d_5 f i^r d_6 z^w l s^r f i^r d_7 l s t e^r t a c \partial s t s t d_8$

တဲၤ ဂၤသုၤတဲၤ^{၁၈} ၵုၤ နီၤတဲၤ နီၤတဲၤ နီၤတဲၤ နီၤတဲၤ နီၤတဲၤ (နီၤတဲၤ နီၤတဲၤ နီၤတဲၤ နီၤတဲၤ နီၤတဲၤ) နီၤတဲၤ

$$(\mathbb{Z}_2 \otimes \mathbb{Q}^r \oplus \mathbb{Q}^n \oplus \mathbb{R}^W \oplus \mathbb{Z}^d \oplus \mathbb{C}^{\text{fr}} \oplus \mathbb{R}^d \oplus \mathbb{Z}^d)$$

tʃtəʃ dʒ tʃbʃ ʊʃ z ə lʃ ʊj dʒlʃ _____ fɪʃdʒ ʃfɪz lʃ ʔdʒ ʊj fɪʃ dʒ
 ʃfɪz sɪdʒ dʒ tʃ ʃfɪʃ tʃdʒ.

2. I tǝj Ldz tsɔj tsɛʔ tsɛʔ dzʔ Lʔ Q. Qdzs tsɛʔ tsɛʔ Htsɔ Qdzʔ Lzɛʔ tsɛʔ dzʔ dz, uls tsɛʔ tsɛʔ Qdzʔ tʃ ts j ʃ ts fɛʔ tsɛʔ dzʔ dzʔ dzʔ L, tʃ tɛʔ j Hj dz j ɔ Htsʔ Ldz dzʔ Qdzʔ tʃ tǝ Htʃ tɛʔ Lʔ dzʔ -dzʔ tsɛʔ dzʔ dzʔ dzʔ, fɛʔ tsɛʔ Hj dz dzʔ dzʔ fɛʔ tsɛʔ dzʔ dzʔ dzʔ j ʃ ts tɛʔ tsɛʔ dzʔ tsɛʔ Ldz j dzʔ .

$$\frac{1}{(t' - t)} \frac{d}{dt'} \left(\frac{1}{t' - t} \right) = -\frac{1}{(t' - t)^2}$$

1. $t_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{1}{d_{ij}^k}$ (1)

(tʃ tʃHtʃ ɕfɿŋ)

1 tej Hfij0dlsj dz dycds0l dzs?
tstGdzjL0udf

(tʃ tʃHtʃ dʃrɪ)

Приложение 11. Нормы расхода воды приборами

Санитарные	Секундный расход воды, л/с			Часовой расход воды, л/ч			свободный напор H_f , м
	общий Q_0^{tot}	холодной Q_0^c	горячей Q_0^h	общий $Q_{0,\text{hr}}^{\text{tot}}$	холодной $Q_{0,\text{hr}}^c$	горячей $Q_{0,\text{hr}}^h$	
Умывальник с водоразборным краном	0,1	0,1	-	30	30	-	2
Умывальник со смесителем	0,12	0,09	0,09	60	40	40	2
Раковина, мойка с водоразборным краном	0,15	0,15	-	50	50	-	2
Мойка со смесителем	0,12	0,09	0,09	80	60	60	2
Мойка (для предприятий общественного питания) со смесителем	0,3	0,2	0,2	500	220	280	2
Ванна со смесителем	0,25	0,18	0,18	300	200	200	3
Душевая кабина со смесителем	0,12	0,09	0,09	115	80	80	3
Душ в групповой установке со смесителем	0,2	0,14	0,14	500	270	230	3
Гигиенический душ (биде) со смесителем и аэратором	0,08	0,05	0,05	75	54	54	5
Колонка в мыльне с водоразборным краном холодной или горячей воды	0,4	0,4	-	1000	1000	-	2
Унитаз со смывным бачком	0,1	0,1	-	83	83	-	2
Посудомоечная машина	0,3	0,2	0,2	50	50	-	3
Стиральная машина-автомат	0,25	0,25	-	200	200	-	3
Водонагреватель электрический	0,1	0,1	-	100	100	-	5
Писсуар с полуавтоматическим смывным краном	0,2	0,2	-	36	36	-	3
Поливочный кран	0,3	0,3	0,2	1080	1080	720	2

Примечание: При использовании водоразборных кранов или смесителей с аэраторами, свободный напор должен быть не менее 5 м вод. столба.



Приложение 12. Нормы расхода воды для различных групп потребителей

ВОДОПОТРЕБИТЕЛИ измеритель числа потребителей	Нормы расхода воды, л						Расход воды прибором, л/с (л/ч)	
	в средние сутки		в сутки наибольшего водопотребления		в час наибольшего водопотребления			
	общая (в том числе горячей) $Q_{u,m}^{tot}$	горячей $q_{u,m}^h$	общая (в том числе горячей) Q_u^{tot}	горячей q_u^h	общая (в том числе горячей) $Q_{hr,u}^{tot}$	горячей $q_{hr,u}^h$	общий (холод- ной и горячей) $q_0^{tot} (q_{0,hr}^{tot})$	холод- ной или горячей q_0^c, q_0^h $(q_{0,hr}^c, q_{0,hr}^h)$
1	3	4	5	6	7	8	9	10
Жилые дома 1 житель	360	115	400	130	20	10,9	0,3 (300)	0,2 (200)
Гостиницы 1 проживающий	300	180	300	180	30	16	0,3 (300)	0,2 (200)
Больницы 1 койка	1 койка	200	90	200	90	12	7,7	0,3 (300)
Санатории и дома отдыха 1 койка	150	75	150	75	12,5	8,2	0,2 (100)	0,14 (60)
Поликлиники 1 больной в смену	13	5,2	15	6	2,6	1,2	0,2 (80)	0,14 (60)
Детские дошкольные учреждения 1 ребенок	25	105	35	18	8	0,2 (100)	0,14 (60)	25
Прачечные 1 кг сухого белья	75	25	75	25	75	25	По технологическим данным	
Административные здания 1 работающий	12	5	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)
Учебные заведения 1 учащийся и преподаватель	17,2	6	20	8	2,7	1,2	0,14 (100)	0,1 (60)
Предприятия общепита 1 условное блюдо	12	4	12	4	12	4	0,3 (300)	0,2 (200)
Магазины продовольственные 1 работающий в смену или 20м2 торгового зала	250	65	250	250	65	250	0,3 (300)	0,2 (200)
Магазины промтоварные 1 работающий в смену	12	5	16	7	4	2	0,14 (80)	0,1 (60)
Парикмахерские 1 рабочее место в смену	56	33	60	35	9	4,7	0,14 (60)	0,1 (40)
Кинотеатры 1 место	4	1,5	4	1,5	0,5	0,2	0,14 (80)	0,1 (50)
Клубы 1 место	8,6	2,6	10	3	0,9	0,4	0,14 (80)	0,1 (50)
Стадионы и спортзалы: для зрителей (1 место)	3	1	3	1	0,3	0,1	0,14 (60)	0,1 (40)
Стадионы и спортзалы: для спортсменов (1спортсмен)	100	60	100	60	9	5	0,2 (80)	0,14 (50)
Плавательные бассейны:								
пополнение бассейна % емкости бассейна в сутки	10	-	-	-	-	-	-	-
для зрителей 1 место	3	1	3	1	0,3	0,1	0,14 (60)	0,1 (40)
для спортсменов 1 спортсмен	100	60	100	60	9	5	0,2 (80)	0,14 (50)
Душевые в бытовых помещениях 1 душ. сетка в смену	-	-	500	230	500	230	0,2 (500)	0,14 (270)
Горячие цеха 1 чел. в смену	-	-	45	24	14,1	8,4	0,14 (60)	0,1 (40)
Остальные цеха 1 чел. в смену	-	-	25	11	9,4	4,4	0,14 (60)	0,1 (40)
Расход воды на поливку 1 м²	3-6	-	3-6	-	-	-	-	-

В предприятиях общественного питания количество реализуемых блюд в час следует определять по формуле $U=2,2mn$, где:

n - количество посадочных мест ;

m - количество посадок, принимаемое для столовых открытого типа и кафе равным 2;

для столовых при промышленных предприятиях и студенческих столовых - 3; для ресторанов - 1,5.

Приложение 13. Значения коэффициентов α для определения расчетных расходов воды

Значения коэффициентов α при $P (Phr) > 0,1$ и $N \leq 200$

N	P (Phr)									
	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,316	0,4	0,5	0,63	0,8
2	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
4	0,58	0,62	0,65	0,69	0,72	0,76	0,78	0,80	0,80	0,80
6	0,72	0,78	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,16	1,20	1,20
8	0,84	0,91	0,99	1,08	1,18	1,29	1,39	1,50	1,58	1,59
10	0,95	1,04	1,14	1,25	1,38	1,52	1,66	1,81	1,94	1,97
12	1,05	1,15	1,28	1,41	1,57	1,74	1,92	2,11	2,29	2,36
14	1,14	1,27	1,41	1,57	1,75	1,95	2,17	2,40	2,63	2,75
16	1,25	1,37	1,53	1,71	1,92	2,15	2,41	2,69	2,96	3,14
18	1,32	1,47	1,65	1,85	2,09	2,35	2,55	2,97	3,24	3,53
20	1,41	1,57	1,77	1,99	2,25	2,55	2,88	3,24	3,60	3,92
22	1,49	1,67	1,88	2,13	2,41	2,74	3,11	3,51	3,94	4,33
24	1,57	1,77	2,00	2,26	2,57	2,93	3,33	3,78	4,27	4,70
26	1,64	1,86	2,11	2,39	2,73	3,11	3,55	4,04	4,60	5,11
28	1,72	1,95	2,21	2,52	2,88	3,30	3,77	4,30	4,94	5,51
30	1,80	2,04	2,32	2,65	3,03	3,48	3,99	4,56	5,27	5,89
32	1,87	2,13	2,43	2,77	3,18	3,66	4,20	4,82	5,60	6,24
34	1,94	2,21	2,53	2,90	3,33	3,84	4,42	5,08	5,92	6,65
36	2,02	2,30	2,63	3,02	3,48	4,02	4,63	5,33	6,23	7,02
38	2,09	2,38	2,73	3,14	3,62	4,20	4,84	5,58	6,60	7,43
40	2,16	2,47	2,83	3,26	3,77	4,38	5,05	5,83	6,91	7,84
45	2,33	2,67	3,08	3,53	4,12	4,78	5,55	6,45	7,72	8,80
50	2,50	2,88	3,32	3,80	4,47	5,18	6,05	7,07	8,52	9,90
55	2,66	3,07	3,56	4,07	4,82	5,58	6,55	7,69	9,40	10,80
60	2,83	3,27	3,79	4,34	5,16	5,98	7,05	8,31	10,20	11,80
65	2,99	3,46	4,02	4,61	5,50	6,38	7,55	8,93	11,00	12,70
70	3,14	3,65	4,25	4,88	5,83	6,78	8,05	9,55	11,70	13,70
75	3,30	3,84	4,48	5,15	6,16	7,18	8,55	10,17	12,50	14,70
80	3,45	4,02	4,70	5,42	6,49	7,58	9,06	10,79	13,40	15,70
85	3,60	4,20	4,92	5,69	6,82	7,98	9,57	11,41	14,20	16,80
90	3,75	4,38	5,14	5,96	7,15	8,38	10,08	12,04	14,90	17,70
95	3,90	4,56	5,36	6,23	7,48	8,78	10,59	12,67	15,60	18,60
100	4,05	4,74	5,58	6,50	7,81	9,18	11,10	13,30	16,50	19,60
105	4,20	4,92	5,80	6,77	8,14	9,58	11,61	13,93	17,20	20,60
110	4,35	5,10	6,02	7,04	8,47	9,99	12,12	14,56	18,00	21,60
115	4,50	5,28	6,24	7,31	8,80	10,40	12,63	15,19	18,80	22,60
120	4,65	5,46	6,46	7,58	9,13	10,81	13,14	15,87	19,50	23,60
125	4,80	5,64	6,68	7,85	9,46	11,22	13,65	16,45	20,20	24,60
130	4,95	5,82	6,90	8,12	9,79	11,63	14,16	17,08	21,00	25,50
135	5,10	6,00	7,12	8,39	10,12	12,04	14,67	17,71	21,90	26,50
140	5,25	6,18	7,34	8,66	10,45	12,45	15,18	18,34	22,70	27,50
145	5,39	6,36	7,56	8,93	10,77	12,86	15,69	18,97	23,40	28,40
150	5,53	6,54	7,78	9,20	11,09	13,27	16,20	19,60	24,20	29,40
155	5,67	6,72	8,00	9,47	11,41	13,68	16,71	20,23	25,00	30,40
160	5,81	6,90	8,22	9,74	11,73	14,09	17,22	20,86	25,60	31,30
165	5,95	7,07	8,44	10,01	12,05	14,50	17,73	21,49	26,40	32,50
170	6,09	7,23	8,66	10,28	12,37	14,91	18,24	22,12	27,10	33,60
175	6,23	7,39	8,88	10,55	12,69	15,32	18,75	22,75	27,90	34,70
180	6,37	7,55	9,10	10,82	13,01	15,73	19,26	23,38	28,50	35,40
185	6,50	7,71	9,32	11,09	13,33	16,14	19,77	24,01	29,40	36,60
190	6,63	7,87	9,54	11,36	13,65	16,55	20,28	24,64	30,10	37,60
195	6,76	8,03	9,75	11,63	13,97	16,96	20,79	25,27	30,90	38,30
200	6,89	8,19	9,96	11,90	14,30	17,40	21,30	25,90	31,80	39,50

Приложение 13. Значения коэффициентов α для определения расчетных расходов воды

Значения коэффициентов α при $P(Phr) \leq 0,1$ и любом N , а также при $P(Phr) > 0,1$ и числе $N > 200$

NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α
Менее 0,015	0,200	0,64	0,767	10,0	4,126	58	16,22	330	76,80
0,015	0,202	0,66	0,779	10,2	4,185	59	16,45	335	77,88
0,016	0,205	0,68	0,791	10,4	4,244	60	16,69	340	78,96
0,017	0,207	0,70	0,803	10,6	4,302	61	16,92	345	80,04
0,018	0,210	0,72	0,815	10,8	4,361	62	17,15	350	81,12
0,019	0,212	0,74	0,826	11,0	4,419	63	17,39	355	82,20
0,020	0,215	0,76	0,838	11,2	4,477	64	17,62	360	83,28
0,021	0,217	0,78	0,849	11,4	4,534	65	17,85	365	84,36
0,022	0,219	0,80	0,860	11,6	4,592	66	18,09	370	85,44
0,023	0,222	0,82	0,872	11,8	4,649	67	18,32	375	86,52
0,024	0,224	0,84	0,883	12,0	4,707	68	18,55	380	87,60
0,025	0,226	0,86	0,894	12,2	4,764	69	18,79	385	88,67
0,026	0,228	0,88	0,905	12,4	4,820	70	19,02	390	89,75
0,027	0,230	0,90	0,916	12,6	4,877	71	19,25	395	90,82
0,028	0,233	0,92	0,927	12,8	4,934	72	19,48	400	91,90
0,029	0,235	0,94	0,937	13,0	4,990	73	19,71	405	92,97
0,030	0,237	0,96	0,948	13,2	5,047	74	19,94	410	94,05
0,031	0,239	0,98	0,959	13,4	5,103	75	20,18	415	95,12
0,032	0,241	1,00	0,969	13,6	5,159	76	20,41	420	96,20
0,033	0,243	1,05	0,995	13,8	5,215	77	20,64	425	97,27
0,034	0,245	1,10	1,021	14,0	5,270	78	20,87	430	98,34
0,035	0,247	1,15	1,046	14,2	5,326	79	21,10	435	99,41
0,036	0,249	1,20	1,071	14,4	5,382	80	21,33	440	100,49
0,037	0,250	1,25	1,096	14,6	5,437	81	21,56	445	101,56
0,038	0,252	1,30	1,120	14,8	5,492	82	21,69	450	102,63
0,039	0,254	1,35	1,144	15,0	5,547	83	22,02	455	103,70
0,040	0,256	1,40	1,168	15,2	5,602	84	22,25	460	104,77
0,041	0,258	1,45	1,191	15,4	5,657	85	22,48	465	105,84
0,042	0,259	1,50	1,215	15,6	5,712	86	22,71	470	106,91
0,043	0,261	1,55	1,238	15,8	5,767	87	22,94	475	107,98
0,044	0,263	1,60	1,261	16,0	5,821	88	23,17	480	109,05
0,045	0,265	1,65	1,283	16,2	5,876	89	23,39	485	110,11
0,046	0,266	1,70	1,306	16,4	5,930	90	23,62	490	111,18
0,047	0,268	1,75	1,328	16,6	5,984	91	23,85	495	112,25
0,048	0,270	1,80	1,350	16,8	6,039	92	24,08	500	113,32
0,049	0,271	1,85	1,372	17,0	6,093	93	24,31	505	114,38
0,050	0,273	1,90	1,394	17,2	6,147	94	24,54	510	115,45
0,052	0,276	1,95	1,416	17,4	6,201	95	24,77	515	116,52
0,054	0,280	2,00	1,437	17,6	6,254	96	24,99	520	117,58
0,056	0,283	2,1	1,479	17,8	6,308	97	25,22	525	118,65
0,058	0,286	2,2	1,521	18,0	6,362	98	25,45	530	119,71
0,060	0,289	2,3	1,563	18,2	6,415	99	25,68	535	120,78
0,062	0,292	2,4	1,604	18,4	6,469	100	25,91	540	121,84
0,064	0,295	2,5	1,644	18,6	6,522	102	26,36	545	122,91
0,065	0,298	2,6	1,684	18,8	6,575	104	26,82	550	123,97
0,068	0,301	2,7	1,724	19,0	6,629	106	27,27	555	125,04
0,070	0,304	2,8	1,763	19,2	6,682	108	27,72	560	126,10
0,072	0,307	2,9	1,802	19,4	6,734	110	28,18	565	127,16
0,074	0,309	3,0	1,840	19,6	6,788	112	28,63	570	128,22
0,076	0,312	3,1	1,879	19,8	6,840	114	29,09	575	129,29
0,078	0,315	3,2	1,917	20,0	6,893	116	29,54	580	130,35
0,080	0,318	3,3	1,954	20,5	7,025	118	29,89	585	131,41
0,082	0,320	3,4	1,991	21,0	7,156	120	30,44	590	132,47
0,084	0,323	3,5	2,029	21,5	7,287	122	30,90	595	133,54
0,086	0,326	3,6	2,065	22,0	7,417	124	31,35	600	134,60

NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α
0,088	0,328	3,7	2,102	22,5	7,547	126	31,80	605	135,66
0,090	0,331	3,8	2,138	23,0	7,677	128	32,25	610	136,72
0,092	0,333	3,9	2,174	23,5	7,806	130	32,70	615	137,78
0,094	0,336	4,0	2,210	24,0	7,935	132	33,15	620	138,84
0,096	0,338	4,1	2,246	24,5	8,064	134	33,60	625	139,90
0,098	0,341	4,2	2,281	25,0	8,192	136	34,06	630	140,96
0,100	0,343	4,3	2,317	25,5	8,320	138	34,51	635	142,02
0,105	0,349	4,4	2,352	26,0	8,447	140	34,96	640	143,08
0,110	0,355	4,5	2,386	26,5	8,575	142	35,41	645	144,14
0,115	0,361	4,6	2,421	27,0	8,701	144	35,86	650	145,20
0,120	0,367	4,7	2,456	27,5	8,828	146	36,31	655	146,25
0,125	0,373	4,8	2,490	28,0	8,955	148	36,76	660	147,31
0,130	0,378	4,9	2,524	28,5	9,081	150	37,21	665	148,37
0,135	0,384	5,0	2,558	29,0	9,207	152	37,66	670	149,43
0,140	0,389	5,1	2,592	29,5	9,332	154	38,11	675	150,49
0,145	0,394	5,2	2,626	30,0	9,457	156	38,56	680	151,55
0,150	0,399	5,3	2,660	30,5	9,583	158	39,01	685	152,60
0,155	0,405	5,4	2,693	31,0	9,707	160	39,46	690	153,66
0,160	0,410	5,5	2,726	31,5	9,832	162	39,91	695	154,72
0,165	0,415	5,6	2,760	32,0	9,957	164	40,35	700	155,77
0,170	0,420	5,7	2,793	32,5	10,08	166	40,80	705	156,83
0,175	0,425	5,8	2,826	33,0	10,20	168	41,25	710	157,89
0,180	0,430	5,9	2,858	33,5	10,33	170	41,70	715	158,94
0,185	0,435	6,0	2,891	34,0	10,45	172	42,15	720	160,00
0,190	0,439	6,1	2,924	34,5	10,58	174	42,60	725	161,06
0,195	0,444	6,2	2,956	35,0	10,70	176	43,05	730	162,11
0,20	0,449	6,3	2,989	35,5	10,82	178	43,50	735	163,17
0,21	0,458	6,4	3,021	36,0	10,94	180	43,95	740	164,22
0,22	0,467	6,5	3,053	36,5	11,07	182	44,40	745	165,28
0,23	0,476	6,6	3,085	37,0	11,19	184	44,84	750	166,33
0,24	0,485	6,7	3,117	37,5	11,31	186	45,29	755	167,39
0,25	0,493	6,8	3,149	38,0	11,43	188	45,74	760	168,44
0,26	0,502	6,9	3,181	38,5	11,56	190	46,19	765	169,50
0,27	0,510	7,0	3,212	39,0	11,68	192	46,64	770	170,55
0,28	0,518	7,1	3,244	39,5	11,80	194	47,09	775	171,60
0,29	0,526	7,2	3,275	40,0	11,92	196	47,54	780	172,66
0,30	0,534	7,3	3,307	40,5	12,04	198	47,99	785	173,71
0,31	0,542	7,4	3,338	41,0	12,16	200	48,43	790	174,76
0,32	0,550	7,5	3,369	41,5	12,28	205	49,49	795	175,82
0,33	0,558	7,6	3,400	42,0	12,41	210	50,59	800	176,87
0,34	0,565	7,7	3,431	42,5	12,53	215	51,70	810	178,98
0,35	0,573	7,8	3,462	43,0	12,65	220	52,80	820	181,08
0,36	0,580	7,9	3,493	43,5	12,77	225	53,90	830	183,19
0,37	0,588	8,0	3,524	44,0	12,89	230	55,00	840	185,29
0,38	0,595	8,1	3,555	44,5	13,01	235	56,10	850	187,39
0,39	0,602	8,2	3,585	45,0	13,13	240	57,19	860	189,49
0,40	0,610	8,3	3,616	45,5	13,25	245	58,29	870	191,60
0,41	0,617	8,4	3,646	46,0	13,37	250	59,38	880	193,70
0,42	0,624	8,5	3,677	46,5	13,49	255	60,48	890	195,70
0,43	0,631	8,6	3,707	47,0	13,61	260	61,57	900	197,90
0,44	0,638	8,7	3,738	47,5	13,73	265	62,66	910	200,00
0,45	0,645	8,8	3,768	48,0	13,85	270	63,75	920	202,10
0,46	0,652	8,9	3,798	48,5	13,97	275	64,85	930	204,20
0,47	0,658	9,0	3,828	49,0	14,09	280	65,94	940	206,30
0,48	0,665	9,1	3,858	49,5	14,20	285	67,03	950	208,39

NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α	NP (NPhr)	α
0,49	0,672	9,2	3,888	50	14,32	290	68,12	960	210,49
0,50	0,678	9,3	3,918	51	14,56	295	69,20	970	212,59
0,52	0,692	9,4	3,948	52	14,80	300	70,29	980	214,68
0,54	0,704	9,5	3,978	53	15,04	305	71,38	990	216,78
0,56	0,717	9,6	4,008	54	15,27	310	72,46	1000	218,87
0,58	0,730	9,7	4,037	55	15,51	315	73,55	1250	271,14
0,60	0,742	9,8	4,067	56	15,74	320	74,63	1600	343,90
0,62	0,755	9,9	4,097	57	15,98	325	75,72	2000	426,80

Приложение 14. Нормативные требования по установке трубопроводной арматуры

ВОДОПРОВОД ХОЛОДНОЙ И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ		
Водозапорная арматура	В основании стояков	СНиП 2.04.01, п.10.5
	При закольцованных по вертикали стояках - в верхней их части	
	При закольцованной системе - для отключения каждого полукольца	
	На ответвлениях от магистрали	
	На вводе в квартиру (номер)	
	На ответвлениях, питающих 5 или больше точек водоразбора	
	Перед наружным поливочным краном	
	Перед смывным бачком унитаза	
	Перед водонагревателями	
	Перед стиральной машиной-автоматом	Паспорт машины
	Перед посудомоечной машиной	Паспорт машины
	Перед гидромассажной ванной	Паспорт ванны
	Перед гидромассажным душем	Паспорт душа
	Перед фильтром питьевой воды со сменными фильтрующими элементами	Паспорт фильтра
Водоспускная арматура	В нижних точках системы	СНиП 2.04.01, п.9.15
	У основания стояков перед запорной арматурой стояка	СНиП 2.04.01, п.10.4.
	После водосчетчика (по ходу воды) перед запорной арматурой	СНиП 2.04.01, п.11.6.
Полivочный кран	На каждые 60 м периметра здания (у наружной стены)	СНиП 2.04.01, п.10.7.
	В мусоросборной камере мусорпровода (горячая и холодная вода)	СНиП 2.04.01, п.10.11
	В гардеробах рабочей одежды загрязненных производств	СНиП 2.04.01, п.10.12 в зданиях с горячей водой к поливочным кранам подводится горячая и холодная вода)
	В общественных уборных	
	В уборных с тремя и более унитазами	
	В умывальных помещениях при числе умывальников 5 и более	
	В душевых помещениях при числе душей 3 и более	
	В помещениях, где предусмотрена мокрая уборка полов	

Кран со штуцером и шлангом длиной 15 м	На вводе в квартиру (в качестве первичного средства пожаротушения)	СНиП 2.08.01, п.3.1а
Регулятор давления	На вводе водопровода, если давление наружной сети превышает величину (4,5 бар + потери до нижней водоразборной точки) На каждом ярусе системы для зданий высотой более 40 м.	СНиП 2.04.01, п.10.9
Обратный клапан	На участках системы , подающих горячую воду к групповым смесителям	СНиП 2.04.01, п.10.16
	На циркуляционном трубопроводе ГВС перед присоединением его к водонагревателю	
	На байпасе обратного трубопровода ГВС к терморегулятору (трехходовому смесителю)	
	на циркуляционном трубопроводе ГВС перед присоединением его к обратному трубопроводу тепловой сети в системах с непосредственным водоразбором из трубопроводов тепловых сетей	
	После водосчетчика на циркуляционном водопроводе ГВС	СНиП 2.04.01, п.11.1
Водосчетчик	На вводе в здание	СНиП 2.04.01, п.11.1
	На вводе в квартиру	
	На вводе ответвлении к отдельной группе потребителей (магазин,офис, склад и т.п.)	
	На подающем и обратном трубопроводе ГВС	
СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ		
Водозапорная арматура	У основания стояков	СНиП 2.04.05, п.3.37
	В начале и конце поэтажного циркуляционного кольца при горизонтальной разводке	
	Для отключения отдельных ветвей, колец, стояков	СНиП 2.04.05, п.3.60
	Для отключения части отопительных приборов в помещениях, которые используются эпизодически	
Спускная арматура со штуцером	На каждом стояке перед запорной арматурой	СНиП 2.04.05 п.3.37
	В начале и конце поэтажного циркуляционного кольца при горизонтальной разводке	
Воздухоотводчики	В верхних точках системы	СНиП 2.04.05 п.3.43
Регулирующая арматура	У отопительных приборов (кроме гардеробных, душевых, кладовых, лестничных клеток, тамбуров)	СНиП 2.04.05 п.3.59
Терморегуляторы	У отопительных приборов жилых и общественных зданий	СНиП 2.04.05 п.3.59
ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ		
Водозапорная арматура	На подающем и обратном трубопроводе при вводе и выходе из ТП	СП41-101, п.4.42
	На всасывающем и нагнетательном патрубке насоса	
	на подводящих и отводящих трубопроводах каждого водоподогревателя	
Спускная арматура со штуцером	Для слива воды с водонагревателя	СП41-101, п.4.7
	На обратных трубопроводах каждой из систем потребления теплоты	СП41-101, п.4.49
	В низших точках трубопроводов	СП41-101, п.4.50
	На коллекторах (Dy не менее 25 мм)	СП41-101, п.4.7.
Клапан предохранительный	На водонагревателе со стороны нагреваемой среды	СП41-101, п.4.7.
	На расширительном баке	СП41-101, п.4.35
	На коллекторе подающего трубопровода	СП41-101, п.4.64

Воздухоотводчик	На водонагревателе	СП41-101, п.4.7
	В высших точках трубопроводов	СП41-101, п.4.50
Фильтры грубой очистки (грязевики)	на подающем трубопроводе при вводе в тепловой пункт непосредственно после первой запорной арматуры	СП41-101, п.4.36
	на обратном трубопроводе перед регулирующими устройствами, насосами, приборами учета	
Фильтры сетчатые ферромагнитные	Перед механическими водосчетчиками	СП41-101, п.4.37
	Перед пластинчатыми теплообменниками	
Клапан обратный	на циркуляционном трубопроводе системы горячего водоснабжения перед присоединением его к обратному трубопроводу тепловых сетей в открытых системах теплоснабжения или к водоподогревателям в закрытых системах теплоснабжения	СП41-101, п.4.58
	на трубопроводе холодной воды перед водоподогревателями системы горячего водоснабжения за водомерами по ходу воды	
	на ответвлении от обратного трубопровода тепловой сети перед регулятором смешения в открытой системе теплоснабжения	
	на трубопроводе перемычки между подающим и обратным трубопроводами систем отопления или вентиляции при установке смесительных или корректирующих насосов на подающем или обратном трубопроводе этих систем	
	на нагнетательном патрубке каждого насоса до задвижки при установке более одного насоса	
	на обводном трубопроводе у подкачивающих насосов	
	на подпиточном трубопроводе системы отопления при отсутствии на нем насоса	
Манометр показывающий	после запорной арматуры на вводе в тепловой пункт	СП41-101, п.8.10
	после узла смешения	
	до и после регуляторов давления	
	на подающих трубопроводах после запорной арматуры на каждом ответвлении к системам потребления теплоты и на обратных трубопроводах до запорной арматуры - из систем потребления теплоты	
	на входе и выходе трубопроводов греющей и нагреваемой воды для каждой ступени водоподогревателей систем горячего водоснабжения и отопления (п.8.11)	
	перед всасывающими и после нагнетательных патрубков насосов (п.8.12)	
Штуцеры для манометров	до запорной арматуры на вводе в тепловой пункт трубопроводов водяных тепловых сетей	СП41-101, п.8.10
	до и после грязевиков, фильтров и водомеров	
Термометры показывающие	после запорной арматуры на вводе в тепловой пункт	СП41-101, п.8.10
	на трубопроводах водяных тепловых сетей после узла смешения	
	на обратных трубопроводах из систем потребления теплоты по ходу воды перед задвижками	
	на входе и выходе трубопроводов греющей и нагреваемой воды для каждой ступени водоподогревателей систем горячего водоснабжения и отопления.	СП41-101, п.8.11

1. Не допускается размещение арматуры, дренажных устройств, фланцевых и резьбовых соединений в местах прокладки трубопроводов над дверными и оконными проемами, а также над воротами.

2. Манометры, устанавливаемые на трубопроводах с температурой теплоносителя до 105°C, должны присоединяться через трехходовой кран. При большей температуре теплоносителя кроме трехходового крана должна устанавливаться сифонная трубка.

3. Термометры на трубопроводах должны быть установлены в гильзах, а выступающая часть термометра должна быть защищена оправой. На трубопроводах с условным проходом до 57 мм включительно в месте установки термометров следует предусматривать расширитель.

Приложение 15. Гидравлические характеристики труб Valpex и Valtec Super

Гидравлические характеристики труб при 10°C (холодная вода)

Расход, л/с	Труба 16x2		Труба 20x2		Труба 26x3		Труба 32x3		Труба 40x3,5	
	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,
0,01	0,088	25,8	0,05	8,18	0,032	3,35	0,02	1,17		
0,02	0,178	51,68	0,10	16,35	0,064	6,7	0,038	2,35		
0,03	0,265	132,3	0,149	24,5	0,096	10	0,06	3,52		
0,04	0,353	219	0,2	55,8	0,127	13,4	0,075	4,7		
0,05	0,442	323,6	0,249	82,5	0,159	28,6	0,094	5,86		
0,06	0,531	445,2	0,3	113,5	0,191	39,3	0,11	7,04		
0,07	0,62	583	0,348	148,7	0,223	51,5	0,13	14,8		
0,08	0,707	736,5	0,398	187,8	0,255	65	0,15	18,7		
0,09	0,796	905	0,448	230,8	0,287	80	0,17	23		
0,1	0,885	1088	0,497	377,5	0,318	96	0,19	27,7	0,12	8,91
0,12	1,062	1497	0,597	382	0,382	132	0,23	38	0,14	12,3
0,14	1,239	1961	0,697	500	0,446	173	0,26	49,8	0,16	16,1
0,16	1,314	2477	0,791	632	0,51	219	0,30	63	0,187	20,3
0,18	1,59	3044	0,896	776	0,57	269	0,34	77	0,21	24,9
0,20	1,77	3660	0,995	933	0,64	323	0,38	93	0,23	30
0,22	1,95	4474	1,095	1103	0,7	382	0,41	110	0,257	35,4
0,24	2,12	5225	1,194	1284	0,764	445	0,45	128	0,28	41,2
0,26	2,3	6029	1,29	1477	0,828	552	0,49	147	0,304	47,4
0,28	2,48	6884	1,39	1682	0,892	583	0,53	168	0,328	54
0,3	2,65	7789	1,49	1898	0,955	658	0,57	189	0,351	61
0,32	2,83	8746	1,59	2124	1,02	736	0,603	212	0,374	68,2
0,34	3,01	9752	1,69	2363	1,08	819	0,64	235	0,40	75,9
0,36			1,79	2611	1,15	905	0,678	260	0,42	83,8
0,38			1,89	2966	1,21	994	0,716	286	0,444	92,1
0,4			1,99	3250	1,27	1088	0,754	313	0,468	101
0,45			2,24	4011	1,43	1337	0,848	384	0,526	124
0,5			2,49	4843	1,59	1608	0,942	462	0,585	149
0,55			2,74	5745	1,75	1900	1,04	546	0,643	176
0,6			2,99	6717	1,91	2286	1,13	636	0,701	205
0,65			3,23	7757	2,07	2637	1,22	732	0,76	238
0,7			3,48	8865	2,29	3011	1,32	833	0,819	268
0,8					2,55	3823	1,51	1052	0,94	339
0,9					2,87	4723	1,7	1293	1,05	417
1,0					3,18	5707	1,88	1607	1,17	501
1,1					3,5	6777	2,07	1904	1,29	592
1,2					3,82	7030	2,26	2225	1,40	689
1,3					4,14	9165	2,45	2567	1,52	793
1,4							2,64	2932	1,64	903
1,5							2,83	3318	1,75	1018
1,6							3,02	3726	1,87	1141
1,7							3,2	4155	1,99	1313
1,8							3,39	4606	2,10	1454
1,9							3,58	5078	2,22	1601
2,0							3,76	5570	2,34	1755
2,2							4,15	6619	2,57	2082
2,4							4,52	7750	2,81	2433
2,6							4,9	8964	3,04	2809
2,8									3,28	3210
3,0									3,51	3635
3,5									4,09	4803
4,0									4,68	6120
4,5									5,26	7583



Гидравлические характеристики труб при 60°C (горячая вода)

Расход, л/с	Труба 16x2		Труба 20x2		Труба 26x3		Труба 32x3		Труба 40x3,5	
	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,
0,01	0,088	9,20	0,05	2,91	0,032		0,02			
0,02	0,178	49,6	0,10	12,7	0,064		0,038			
0,03	0,265	101	0,149	25,7	0,096		0,06			
0,04	0,353	167	0,2	42,6	0,127		0,075			
0,05	0,442	247	0,249	62,9	0,159	21,8	0,094			
0,06	0,531	339	0,3	86,6	0,191	30	0,11			
0,07	0,62	446	0,348	113	0,223	39,3	0,13			
0,08	0,707	581	0,398	143	0,255	49,6	0,15			
0,09	0,796	717	0,448	176	0,287	61	0,17			
0,1	0,885	866	0,497	212	0,318	73,3	0,19	21,1	0,12	
0,12	1,062	1200	0,597	292	0,382	101	0,23	29	0,14	
0,14	1,239	1584	0,697	394	0,446	132	0,26	38	0,16	
0,16	1,314	2016	0,791	500	0,51	167	0,30	48	0,187	
0,18	1,59	2496	0,896	618	0,57	205	0,34	58,9	0,21	
0,20	1,77	3022	0,995	746	0,64	247	0,38	70,9	0,23	22,9
0,22	1,95	3595	1,095	885	0,7	301	0,41	83,8	0,257	27
0,24	2,12	4214	1,194	1035	0,764	352	0,45	97,6	0,28	31,4
0,26	2,3	4879	1,29	1196	0,828	406	0,49	112	0,304	36,2
0,28	2,48	5590	1,39	1368	0,892	464	0,53	128	0,328	41,2
0,3	2,65	6346	1,49	1550	0,955	525	0,57	144	0,351	46,5
0,32	2,83	7148	1,59	1742	1,02	589	0,603	161	0,374	52
0,34	3,01	7995	1,69	1944	1,08	657	0,64	180	0,40	57,8
0,36	3,18	8887	1,79	2157	1,15	728	0,678	198	0,42	64
0,38	3,36	9823	1,89	2380	1,21	802	0,716	226	0,444	70,3
0,4			1,99	2614	1,27	880	0,754	247	0,468	76,9
0,45			2,24	3242	1,43	1089	0,848	305	0,526	94,5
0,5			2,49	3934	1,59	1318	0,942	369	0,585	114
0,55			2,74	4688	1,75	1566	1,04	437	0,643	134
0,6			2,99	5504	1,91	1834	1,13	511	0,701	162
0,65			3,23	6383	2,07	2125	1,22	591	0,76	186
0,7			3,48	7324	2,29	2433	1,32	675	0,819	213
0,8			3,98	9391	2,55	3109	1,51	859	0,94	270
0,9					2,87	3862	1,7	1065	1,05	334
1,0					3,18	4693	1,88	1290	1,17	405
1,1					3,5	5600	2,07	1534	1,29	479
1,2					3,82	6584	2,26	1799	1,40	561
1,3					4,14	7645	2,45	2084	1,52	648
1,4					4,46	8781	2,64	2388	1,64	742
1,5					4,78	9994	2,83	2712	1,75	841
1,6							3,02	3055	1,87	945
1,7							3,2	3418	1,99	1056
1,8							3,39	3800	2,10	1172
1,9							3,58	4201	2,22	1294
2,0							3,76	4622	2,34	1422
2,2							4,15	5521	2,57	1693
2,4							4,52	6497	2,81	1988
2,6							4,9	7550	3,04	2304
2,8							5,28	8679	3,28	2643
3,0							5,65	9885	3,51	3004
3,5									4,09	4004
4,0									4,68	5140
4,5									5,26	6414
5,0									5,85	7824
5,5									6,43	9371

Гидравлические характеристики труб при 80°C (отопление)

Расход, л/с	Труба 16x2		Труба 20x2		Труба 26x3		Труба 32x3		Труба 40x3,5	
	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,	Скорость, м/с	Потери давления, Па,м,
0,01	0,088	13,6	0,05		0,032		0,02			
0,02	0,178	45,8	0,10		0,064		0,038			
0,03	0,265	93	0,149		0,096		0,06			
0,04	0,353	154	0,2		0,127		0,075			
0,05	0,442	227	0,249	58	0,159	20	0,094			
0,06	0,531	324	0,3	79,8	0,191	27,7	0,11			
0,07	0,62	426	0,348	105	0,223	36,2	0,13			
0,08	0,707	541	0,398	132	0,255	45,7	0,15			
0,09	0,796	669	0,448	162	0,287	56,2	0,17			
0,1	0,885	808	0,497	195	0,318	67,6	0,19	19,4	0,12	
0,12	1,062	1123	0,597	279	0,382	93	0,23	26,8	0,14	
0,14	1,239	1485	0,697	367	0,446	122	0,26	35	0,16	
0,16	1,314	1892	0,791	467	0,51	154	0,30	44,2	0,187	
0,18	1,59	2347	0,896	576	0,57	196	0,34	54,4	0,21	
0,20	1,77	2846	0,995	698	0,64	237	0,38	65,4	0,23	21,1
0,22	1,95	3391	1,095	829	0,7	281	0,41	77,3	0,257	24,9
0,24	2,12	3980	1,194	970	0,764	328	0,45	90	0,28	29
0,26	2,3	4614	1,29	1122	0,828	379	0,49	103	0,304	33,3
0,28	2,48	5291	1,39	1284	0,892	433	0,53	122	0,328	38
0,3	2,65	6061	1,49	1456	0,955	490	0,57	138	0,351	42,8
0,32	2,83	6783	1,59	1638	1,02	551	0,603	155	0,374	48
0,34	3,01	7595	1,69	1830	1,08	615	0,64	172	0,40	53,3
0,36	3,18	8450	1,79	2032	1,15	682	0,678	191	0,42	59
0,38	3,36	9350	1,89	2245	1,21	752	0,716	210	0,444	64,7
0,4			1,99	2467	1,27	825	0,754	231	0,468	70,9
0,45			2,24	3065	1,43	1022	0,848	285	0,526	90
0,5			2,49	3725	1,59	1239	0,942	344	0,585	109
0,55			2,74	4446	1,75	1476	1,04	409	0,643	129
0,6			2,99	5228	1,91	1731	1,13	479	0,701	151
0,65			3,23	6071	2,07	2006	1,22	554	0,76	174
0,7			3,48	6975	2,29	2300	1,32	633	0,819	199
0,8			3,98	8964	2,55	2945	1,51	808	0,94	253
0,9					2,87	3666	1,7	1002	1,05	312
1,0					3,18	4462	1,88	1216	1,17	378
1,1					3,5	5334	2,07	1449	1,29	449
1,2					3,82	6281	2,26	1701	1,40	527
1,3					4,14	7303	2,45	1973	1,52	609
1,4					4,46	8399	2,64	2264	1,64	698
1,5					4,78	9570	2,83	2573	1,75	792
1,6							3,02	2902	1,87	891
1,7							3,2	3250	1,99	996
1,8							3,39	3617	2,10	1107
1,9							3,58	4003	2,22	1223
2,0							3,76	4408	2,34	1345
2,2							4,15	5274	2,57	1604
2,4							4,52	6217	2,81	1886
2,6							4,9	7233	3,04	2190
2,8							5,28	8326	3,28	2515
3,0							5,65	9493	3,51	2862
3,5									4,09	3824
4,0									4,68	4921
4,5									5,26	6153
5,0									5,85	7519
5,5									6,43	9020



СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ГОССТАНДАРТ РОССИИ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС IT.MX03.H00753

Срок действия с 07.02.2005 г. по 07.02.2007 г.

№0428349 *

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ "САНРОС"

РОСС RU.0001.11MX03 от 30.07.2003 г.;
Россия, 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, 21;
тел./факс (095) 482 43 44, (095) 482 43 76

ПРОДУКЦИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ ИЗ ЛАТУНИ VALTEC

согласно приложению на одном листе

серийный выпуск

КОД ОК 005 (ОКП):

41 9310

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ 15763-91

КОД ТН ВЭД:

7412 20 000 0

ИЗГОТОВИТЕЛЬ VALTEC S.r.l.

Via G. di Vittorio 9, 25125 Brescia, Italy;
тел. +39 (030) 268 30 70, факс +39 (030) 268 33 19

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН VALTEC S.r.l.

Via G. di Vittorio 9, 25125 Brescia, Italy;
тел. +39 (030) 268 30 70, факс +39 (030) 268 33 19

НА ОСНОВАНИИ

Протокола сертификационных испытаний № 165-MX07-05 от 04.02.2005 ИЦ "Сантехоборудование"
ФГУП НИИсантехники, рег. № РОСС RU.0001.21MX07 от 21.10.2003.
Санитарно-эпидемиологического заключения № 77.01.06.493.П.02349.02.3 от 05.02.2003,
выданного Центром госсанэпиднадзора в г. Москве.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Сертификация проведена по схеме 3.



Руководитель органа

Эксперт

(Handwritten signatures)

В.И.Горбунов

генеральный директор

Л.Д.Трифоновна

генеральный директор

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

Всё для отопления и водоснабжения

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ГОССТАНДАРТ РОССИИ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС IT.MX03.H00752

Срок действия с 07.02.2005 г. по 07.02.2007 г.

№0428348 *

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ "САНРОС"

РОСС RU.0001.11MX03 от 30.07.2003 г.;
Россия, 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, 21;
тел./факс (095) 482 43 44, (095) 482 43 76

ПРОДУКЦИЯ ТРУБЫ НАПОРНЫЕ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ VALTEC

согласно приложению на одном листе

серийный выпуск

код ОК 005 (ОКП):

22 4800

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ Р 52134-2003 раздел 5,
ТУ 2248-005-47621749-99,
СНиП 2.04.05-91 изменение № 2 приложение 25

код ТН ВЭД:

3917 21 990 0

ИЗГОТОВИТЕЛЬ VALTEC S.r.l.

Via G. di Vittorio 9, 25125 Brescia, Italy;
тел. +39 (030) 268 30 70, факс +39 (030) 268 33 19

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН VALTEC S.r.l.

Via G. di Vittorio 9, 25125 Brescia, Italy;
тел. +39 (030) 268 30 70, факс +39 (030) 268 33 19

НА ОСНОВАНИИ

Протокола сертификационных испытаний № 164-MX07-05 от 04.02.2005 ИЦ "Сантехоборудование"
ФГУП НИИСантехники, рег. № РОСС RU.0001.21MX07 от 21.10.2003.
Санитарно-эпидемиологического заключения № 77.01.06.493.П.02347.02.3 от 05.02.2003,
выданного Центром госсанэпиднадзора в г. Москве.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Сертификация проведена по схеме 3.



Руководитель органа

Эксперт

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

В.И.Горбунов

инициалы, фамилия

А.Н.Афонин

инициалы, фамилия

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ГОССТАНДАРТ РОССИИ

№1138411 *

ПРИЛОЖЕНИЕ

К сертификату соответствия № РОСС IT.MX03.H00752 от 07.02.2005 г.

Перечень конкретной продукции, на которую распространяется
действие сертификата соответствия

код ОК 005 (ОКП)	Наименование и обозначение продукции, ее изготовитель	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
код ТН ВЭД СНГ		

ТРУБЫ НАПОРНЫЕ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ VALTEC,
выпускаемые VALTEC S.r.l.:

22 4800 3917 21 990 0	Трубы напорные металлополимерные VALTEC VALPEX номинальным наружным диаметром 16 ... 63 мм Артикулы: VVP1620, VVP2020, VVP2630, VVP3230, VVP4040, VVP5040, VVP6345	Документация изготовителя
22 4800 3917 21 990 0	Трубы напорные металлополимерные VALTEC SUPER номинальным наружным диаметром 16 ... 26 мм Артикулы: VSU1620, VSU2020, VSU2630	Документация изготовителя



Руководитель органа

Эксперт

(Signature)
Подпись

(Signature)
Подпись

В.И.Горбунов

инициалы, фамилия

А.Н.Афонин

инициалы, фамилия

Система сертификации ГОСТ Р создана в соответствии с Законом РФ от 18.06.2002 № 21-ФЗ «О техническом регулировании» и постановлением Правительства РФ от 27.01.2002 № 29 «О мерах по реализации Закона РФ от 18.06.2002 № 21-ФЗ «О техническом регулировании».



ВСЕ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

www.vesta-trading.com

Санкт-Петербург



«ВЕСТА Трейдинг»

Санкт-Петербург • ул. Профессора Качалова, 11 • www.vesta-trading.com
Городской отдел • (812) 324-7747 • (812) 324-7744 • sales@vesta-trading.com
Региональный отдел • (812) 324-7755 • (812) 324-7750 • region@vesta-trading.com
Служба технической поддержки • (812) 331-0545 • tehotdel@vesta-trading.com
Торгово-выставочный зал • Малоохтинский пр., 36 • тел./факс (812) 528-2165

Магазины в Санкт-Петербурге:

пр. Луначарского, 7 • (812) 511-9364	Магазины «ВЕСТА Трейдинг»
Нейшлотский пер., 15Б • (812) 524-7332	
Ленинский пр., 140 • (812) 372-1905	
ул. Савушкина, 128, к-1 • (812) 336-1476	
Строймаркет «Василеостровский» • Железноводская ул., 3 • (812) 103-0350	
«Строймаркет на Якорной» • Якорная ул., 2 • (812) 322-5754 (доб. 102)	
Строймаркет «Multimex» • Южное шоссе, 37 • (812) 118-3438 (доб. 213)	

Москва



«ВЕСТА Трейдинг»

Городские продажи • Москва • 1-ая Стекольная ул., 7 • тел./факс: (095) 772-7817
moscow@msk.vesta-trading.com
Региональные продажи • Московская обл., г. Щербинка, Симферопольское ш., 14Б • (095) 580-3880
region@msk.vesta-trading.com

Магазины в Москве:

Магазин «ВЕСТА Трейдинг» • Борисовские пруды, д.10, корп. 5 • (095) 342-61-66
ТСК «Кунцево-2» • Павильоны Л-104 и Л-105 • МКАД 55-ый км (внешняя сторона) • (095) 788-4937
Строительная ярмарка • «41 км МКАД» ПВК-4 • (095) 727-22-55

Самара



«ВЕСТА Трейдинг»

Самара • 4-ый проезд, 66 • тел./факс (8462) 600-811 • sales@sam.vesta-trading.com

Ростов-на-Дону



«ВЕСТА Трейдинг»

Ростов-на-Дону • ул. Каширская, 11/55 • тел./факс (862) 297-2189 • sales@rst.vesta-trading.com

Украина



«ВЕСТА Трейдинг»

Киев • ул. Набережно-Крещатикская, 14 • тел./факс (38 044) 494-3983 • info@vesta-trading.com.ua