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 таблице *6.1.2.т.1.*

Усредненные расходы воды для жилых зданий

Таблица 6.1.2. т.1

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 : $$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600} \quad (6.1.2.ф.1)$$

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

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

$\alpha = 0,2+0,777(NP-0,015)^{0,686}$, при $NP<0,015$ $\alpha=0,2$. (*6.1.2.ф.2*)

8. Находится расчетный секундный расход для группы потребителей:

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0 \text{ , л/сек.} \qquad (6.1.2.ф.3)$$

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

9. Определяется вероятность использования приборов:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} . \quad (6.1.2.ф.4)$$

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

11. Находится максимальный расчетный часовой расход для группы потребителей:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr} \text{ , м3/час.} \qquad (6.1.2.ф.5)$$

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:

$$q_T = \frac{q_u \cdot U}{1000 \cdot T} \text{ , м}^3\text{/час.} \qquad (6.1.2.ф.6)$$

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:

$$P = \frac{\sum N_i \cdot P_i}{\sum N_i} . \qquad (6.1.2.ф.7)$$

17.Рассчитывается усредненный секундный расход одним прибором для системы в целом: $q_0 = \frac{\sum N_i \cdot P_i \cdot q_{0,i}}{\sum N_i \cdot P_i}$ (*6.1.2.ф.8*)

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

19. Находится расчетный секундный расход для группы потребителей:

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0 \text{ , л/сек.} \qquad (6.1.2.ф.9)$$

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

$$q_{0,hr} = \frac{\sum N_i \cdot P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}}{\sum N_i \cdot P_{hr,i}} \text{ ,л/час.} \qquad (6.1.2.ф.10)$$

21. Находится вероятность использования приборов для системы в целом:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}}. \qquad (6.1.2.ф.11)$$

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:

$q_{hr} = 0{,}005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr}$, м3/час (*6.1.2.ф.12*)

24.Средний часовой расход в течение суток для системы в целом определяется по формуле: $q_T = \frac{\sum q_{u,i} \cdot U_i}{1000 \cdot T}$. (*6.1.2.ф.13)*

Определение расчетного расхода циркуляционной воды ГВС

25. Определяются потери тепла трубами циркуляционного кольца Q_{cir} , кВт.

26 .Расчетный циркуляционный расход ГВС определяется по формуле:

$$q^{cir} = \beta \sum \frac{Q^{kt}}{4{,}2\Delta t}, \quad \text{л/сек,} \quad (6.1.2.ф.14)$$

где коэффициент разбалансировки β можно принять равным 1, а Δt=10ºС.

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

$$q^{h,cir} = q^h (1 + k_{cir}), \text{ л/сек,} \quad (6.1.2.ф.15)$$

где коэффициент k_{cir} можно принимать по таблице 6.1.2.т.2 в зависимости от соотношения q^h/q^{cir}.

Значение коэффициента Kcir

Таблица 6.1.2.т.2

$\frac{q^h}{q^{cir}}$	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 : $q^{h,cir}=q^h$. (*6.1.2.ф.16)*

ПРИМЕР

Имеется участок сети, который обслуживает жилую квартиру и офисное помещение.
В квартире установлено: 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 приборов, 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:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600}$$ = (9,1x5)/(0,2x4x3600) =0,016; PN=0,016x4=0,064

3. По приложению 13 находим значение α=0,295.
4. Расчетный секундный расход на участке 1 составит

$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0$ = 5x0,295x0,2 = 0,295 л/сек.

5. Определяем вероятность использования приборов:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}}$$ =(3600x0,016x0,2)/200=0,058; $P_{hr}N$=0,058x4=0,232

6. По приложению 13 находим значение α=0,48.
7. Максимальный часовой расход на участке составит:

$q_{hr} = 0{,}005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr}$ =0,005x0,48x200=0,48 м3/час.

8. Определяем средний часовой расход в течение суток:

$$q_T = \frac{q_u \cdot U}{1000 \cdot T}$$ = (270x5)/ (1000x24)=0,056 м3/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:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{q_0 \cdot N \cdot 3600} = (2x26)/(0,1x5x3600) = 0,029;\ PN=0,029x5=0,145$$

11. По приложению 13 находим значение α=0,394.

12. Расчетный секундный расход на участке 2 составит

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0 = 5x0,394x0,1 = 0,197 \text{ л/сек.}$$

13. Определяем вероятность использования приборов:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} = (3600x0,029x0,1)/60 = 0,174$$

14. По приложению 13 находим значение α=0,7.

15. Максимальный часовой расход на участке составит:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr} = 0,005x0,7x60 = 0,21 \text{ м3/час.}$$

16. Определяем средний часовой расход в течение суток:

$$q_T = \frac{q_u \cdot U}{1000 \cdot T} = (9x26)/(1000x8) = 0,029 \text{ м3/час.}$$

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

17. Находим вероятность действия приборов для системы в целом:

$$P = \frac{\sum N_i \cdot P_i}{\sum N_i} = (4x0,016 + 5x0,029)/(4+5) = 0,023;\quad PN=0,023x9=0,207$$

18. Ищем секундный расход прибором для системы в целом:

$$q_0 = \frac{\sum N_i \cdot P_i \cdot q_{0,i}}{\sum N_i \cdot P_i} = (4x0,016x0,2 + 5x0,029x0,1)/(4x0,016 + 5x0,029) = 0,131 \text{ л/сек.}$$

19. По приложению 13 находим значение α=0,45.

20. Расчетный секундный расход на участке 3:

$$q = 5 \cdot \alpha \cdot q_0 = 5x0,45x0,131 = 0,294 \text{ л/сек.}$$

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

$$q_{0,hr} = \frac{\sum N_i \cdot P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}}{\sum N_i \cdot P_{hr,i}} = (4x0,058x200 + 5x0,174x60)/(4x0,058 + 5x0,174) = 89,5 \text{ л/час.}$$

22. Вероятность использования приборов для системы в целом:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0}{q_{0,hr}} = (3600x0,023x0,131)/89,5 = 0,121;\quad .$$

23. По приложению 13 находим значение α=0,98.

24. Расчетный часовой расход для участка 3 составит:

$$q_{hr} = 0,005 \cdot \alpha \cdot q_{0,hr} = 0,005x\ 0,98x89,5 = 0,439 \text{ м3/час}$$

25. Средний часовой расход в течение суток составит:

$$q_T = \frac{\sum q_{u,i} \cdot U_i}{1000 \cdot T}$$ = (270x5 +9x26)/(1000x24)=0,066 м3/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_{0i} (л/сек).
2. Определяется суммарный секундный расход от всех приборов, обслуживаемых данным участком:

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

3. 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, $q_{\sum 0} = \sum q_{0,i} \cdot N_i$, 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:

$$q = \frac{(t_{вн} - t_{нар})}{\frac{1}{\pi \cdot d_{т.нар.} \cdot \alpha_1} + \frac{\ln \frac{d_{и.нар.}}{d_{т.нар.}}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{из.}} + \frac{\ln \frac{d_{т.нар.}}{d_{т.вн.}}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{тр.}} + \frac{1}{\pi \cdot d_{и.нар.} \cdot \alpha_2}}$$, Вт/м.п. *(6.2.ф.1)*

где: $t_{вн}$ - температура транспортируемой среды,°С;
$t_{нар}$ – температура окружающей среды (помещения), °С;
$d_{т.нар.}$ –наружный диаметр трубопровода, м;
$d_{и.нар.}$ – наружный диаметр изоляции, м;
$d_{т.вн.}$ – внутренний диаметр трубы, м;
$\lambda_{из.}$ –коэф. теплопроводности изоляции, Вт/м ·°С, (для вспененного полиэтилена – 0,033);
$\lambda_{тр}$ – коэффициент теплопроводности стенок трубы, Вт/м·°С, (для труб *Valtec* - 0,43);
α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи соответственно поверхности трубы и поверхности изоляции, Вт/м^2·°С, принимаются по таблице 6.2.т.1.

Коэффициенты теплоотдачи **Таблица 6.2.т.1**

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 0,5х α2.

Величину тепловых потерь дли труб *Valtec* допускается определять, пользуясь таблицей *приложения 16*.

При параметрах воздуха (Тв) и теплоносителя (Тт),отличающихся от табличных, потери тепла металлопластиковыми трубами можно определить по формуле:

$$q = q_{70} \cdot \left(\frac{Tm - Tв}{70} \right)^{1,2}, \text{ Вт/м.п.,} \qquad (6.2.ф.2)$$

где q_{70} – 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, *(6.2.ф.3)*

можно найти снижение температуры:

$\Delta t = Q/(G \cdot 4187)$,ºС. *(6.2.ф.4)*

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 ($\lambda_{бет} \geq 1,8$ Вт/м·К , $\rho_{бет} \geq 2000$ 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 ($\lambda_{бет} \geq 1{,}8$ Вт/м·К , $\rho_{бет} \geq 2000$ 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 м, выполнена из металлопластиковой трубы Valtec 16х2, температура теплоносителя на входе в распределительный коллектор составляет Tm=82,4 ºС. Труба не изолирована. Расход теплоносителя в подводящей трубе G=0,015 кг/сек. Требуется найти температуру теплоносителя на входе в радиатор.

1. *По таблице находим потери тепла неизолированной трубой 16х2, q_{70}= 33,38 Вт/м*
2. *Определяем погонные потери тепла при реальной температуре входящего теплоносителя:*

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

3. *Находим общие потери тепла подводящим трубопроводом Q = 12 х 29,08 = 348,96 Вт.*
4. *Рассчитываем снижение температуры теплоносителя от коллектора до радиатора:*

$\Delta t = 348{,}96/ (0{,}015 \times 4187) = 5{,}5$ ºС.

Температура на входе в радиатор будет составлять Т =82,4 – 5,5 = 76,9ºС.

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:

$$t_c = t_{нар} + \frac{q}{\pi \cdot d_{т.нар.} \cdot \alpha_1}, \qquad (6.3.ф.1)$$

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 *6.3.т.1*.

Точка росы ***Таблица 6.3.т.1***

Температура воздуха, ºС	Тр при относительной влажности , ºС		
	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 $t_{вн}$= +10°С течет по вертикальной металлопластиковой трубе 16х2. Температура воздуха в помещении $t_{нар}$=+20°С, влажность W=60%. Требуется оценить вероятность выпадения конденсата.

Решение:

По таблице п. 6.2. определяем тепловой поток для неизолированной отопительной трубы 16х2 : q_{70}=39,67Вт/м.

Определяем реальный тепловой поток: $q = q_{70} \cdot \left(\frac{Tm - Tв}{70} \right)^{1,2}$ =

$39,67((10-20)/70)^{1.2}$=-3,84 Вт/м.

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

Определяем температуру наружной стенки трубы:

$t_c = t_{нар} + \frac{q}{\pi \cdot d_{т.нар.} \cdot \alpha_1}$ *= 20-3,84/(3,14 х 0,016 х 12) = 13,6°С.*

Температура точки росы при заданных параметрах составляет 12°С. Защиты от конденсата не требуется. Для стальной трубы при тех же заданных параметрах температура стенки составила бы 10,6°С, что потребовало бы защиту от конденсата.

6.4. Гидравлический расчет трубопроводов

Потери давления в трубопроводах *Valtec* можно рассчитать, пользуясь формулой:

$\Delta P = Rl + Z$, (Па) *(6.4.ф.1)*

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:

$Z = \sum \xi \frac{V^2}{2} \rho$ (Па), *(6.2.ф.2)*

,

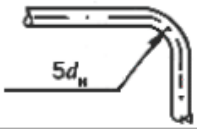
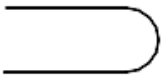
где $\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке трубопровода;

V - скорость теплоносителя в трубопроводе, м/с;

ρ - плотность жидкости при температуре теплоносителя, кг/м^3.

Коэффициенты местных сопротивлений для непрямых участков трубопровода можно определять по *таблице 6.2.т.1.*

Коэффициенты местных сопротивлений **Таблица 6.2.т.1**

N п.п.	Элемент	Эскиз	Значение коэффициента местного сопротивления
1	Отвод с радиусом закругления ≥5 d: 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 Kv (м3/час). Взаимосвязь между этими двумя показателями следующая:

$$\zeta = \frac{16 \cdot 10^8 \cdot d^4}{K_v^2}; \qquad (6.2.ф.3)$$

где :
Kv- коэффициент пропускной способности в м3/час;
d – внутренний диаметр в м.

6.5. Расчет теплого пола

6.5.1. Задачи теплотехнического расчета

В ходе теплотехнического расчета теплого пола обычно решается одна из следующих задач:

а) определение требуемой средней температуры теплоносителя по известному удельному тепловому потоку, полученному в результате расчета теплопотребности помещения;

в) определение удельного теплового потока от теплого пола при известной средней температуре теплоносителя.

Как правило, при полном напольном отоплении (без использования радиаторного отопления) , определяется помещение с наибольшими удельными теплопотерями. Для этого помещения производится расчет по схеме «а», то есть определяется требуемая средняя температура теплоносителя. Для остальных помещений, эта температура принимается в качестве заданной величины, и дальнейшие расчеты ведутся по схеме «в». В обоих случаях определяющим критерием расчета является температура поверхности пола, которая не должна превышать нормативных величин (*см. Таблицу 5.3.1.2.т.3*). Следует отметить, что по западным нормативам температура поверхности пола допускается более высокой, чем по российским нормам, что следует учитывать при использовании импортных расчетных программ.

Методик теплотехнического расчета теплых полов существует несколько. В каждой из методик заложен ряд допущений и ограничений, которые также не следует забывать при проектировании. Далее будут изложены некоторые из используемых методик расчета.

6.5.2. Метод коэффициентов

Метод основан на применении поправочных коэффициентов к известным, экспериментально установленным, удельным тепловым потокам от эталонного теплого пола при различных температурных напорах *(см. таблицу 6.5.2.т.1)*.

Характеристики эталонного теплого пола ***Таблица 6.5.2.т.1***

№	*Характеристика*	*Ед. изм.*	*Значение*
1	Приведенный коэффициент теплопередачи трубы	Вт/ м2 К	6,7
2	Коэффициент теплопроводности стенки трубы	Вт/ м К	0,35
3	Толщина стенки трубы	мм	2
4	Наружный диаметр трубы	мм	16
5	Толщина стяжки	мм	45
6	Коэффициент теплопроводности стяжки	Вт/ м К	1,0
7	Коэффициент теплоотдачи поверхности пола	Вт/м^2 К	10,8
8	Шаг труб	см	7,5

$$q = \Delta t_l \cdot K_{\text{тр}} \cdot K_{\text{пп}} \cdot K_b \cdot K_{\text{c}} \cdot K_{\text{D}}, \qquad (6.5.2.ф.1)$$

где

q –удельный тепловой поток , Вт/м2

Δt – логарифмическая разность между температурой теплоносителя и температурой воздуха в помещении, °С;

$K_{тр}$ – приведенный коэффициент теплопередачи стенки трубы, Вт/ м2 К;

$K_{пп}$ – коэффициент, зависящий от термического сопротивления покрытия пола;

K_b – коэффициент шага укладки труб;

K_c – коэффициент толщины стяжки над трубой;

K_D - коэффициент, учитывающий наружный диаметр труб.

Логарифмическая разность температур :

$$\Delta t = \frac{(t_1 - t_2)}{LN\dfrac{(t_1 - t_в)}{(t_2 - t_в)}}, \qquad (6.5.2.ф.2)$$

где

t_1 *и* t_2 – температуры соответственно прямого и обратного теплоносителя, ºС;
$t_в$ - расчетная температура воздуха в помещении, ºС.

Коэффициент теплопередачи стенки трубы:

$$K_{тр} = \frac{K_{тр0}}{1 + \dfrac{1{,}1}{\pi} \cdot K_{тр0} \cdot K_{пп} \cdot K_b \cdot К_с \cdot K_D \cdot b\left(\dfrac{1}{2\lambda_{ст}} LN\dfrac{D}{D - 2\delta} - \dfrac{1}{2\lambda_{ст0}} LN\dfrac{D_0}{D_0 - 2\delta_0}\right)} =$$

$$= \frac{6{,}7}{1 + 2{,}347 \cdot К_{пп} \cdot K_b \cdot К_с \cdot K_D \cdot b\left(\dfrac{1}{2\lambda_{ст}} LN\dfrac{D}{D - 2\delta} - 0{,}41\right)}, \qquad (6.5.2.ф.3)$$

где

$K_{тр0}$ – коэффициент теплопередачи эталонной трубы - 6,7 Вт/м^2 К;
b – шаг труб ,м;
δ – толщина стенки трубы, м;
δ_0 – толщина стенки эталонной трубы, - 0,002 м;
D – наружный диаметр трубы, м;
D_0 – наружный диаметр эталонной трубы, - 0,016 м;
$\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности стенки трубы, Вт/ м К;
$\lambda_{ст0}$ – коэффициент теплопроводности стенки эталонной трубы, - 0,35 Вт/ м К.

Коэффициент влияния термического сопротивления покрытия пола:

$$K_{пп} = \frac{\dfrac{1}{\alpha_п} + \dfrac{\delta_{с0}}{\lambda_{с0}}}{\dfrac{1}{\alpha_п} + \dfrac{\delta_{с0}}{\lambda_с} + R_{пп}} = \frac{0{,}1376}{0{,}0926 + \dfrac{0{,}045}{\lambda_с} + \Sigma R_{пп}}; \qquad (6.5.2.ф.4)$$

где

$\alpha_п$ - коэффициент теплоотдачи поверхности пола, -10,8 Вт/м2 К;
$\delta_{с0}$ - толщина эталонной стяжки, -0,045 м;
$\lambda_с$ - коэффициент теплопроводности стяжки, Вт/ м К;
$\lambda_{с0}$ - коэффициент теплопроводности эталонной стяжки, -1,00 Вт/м К;
$R_{пп}$ – термические сопротивления слоев покрытия пола (выше стяжки), м2 К/Вт.

Коэффициент шага укладки труб:

$$K_b = \left(1{,}23 - 0{,}4\Sigma R_{пп}^{0{,}75}\right)^{1 - \frac{b}{0{,}075}} \qquad (6.5.2.ф.5)$$

Коэффициент толщины стяжки определяется по формуле:

$$K_с = C^{(4{,}5 - 100\delta_с)}, \qquad (6.5.2.ф.6)$$

где:

$\delta_с$ – толщина стяжки над трубой, м;
С –коэффициент, определяемый по *таблице 6.5.2.т.2*.

Значение коэффициента С. ***Таблица 6.5.2.т.2***

Шаг труб, b,см	Термическое сопротивление покрытия пола, $м^2$ К/Вт			
	0,0	0,05	0,1	0,15
5	1,069	1,056	1,043	1,037
10	1,063	1,05	1,039	1,034
15	1,057	1,046	1,035	1,031
20	1,051	1,041	1,032	1,028
25	1,045	1,035	1,028	1,025
30	1,040	1,031	1,024	1,021
35	1,034	1,026	1,020	1,018

Коэффициент , учитывающий наружный диаметр труб:

$K_D = C_D^{250D-5}$, *(6.5.2.ф.7)*

где

D –наружный диаметр трубы,м;

C_D- коэффициент, принимаемый по *таблице 6.5.2.т.3*.

Значения коэффициентов C_D *Таблица 6.5.2.т.3*

Шаг труб, b,см	Термическое сопротивление покрытия пола, $м^2$ К/Вт			
	0,0	0,05	0,1	0,15
5	1,013	1,013	1,012	1,011
10	1,029	1,025	1,022	1,018
15	1,040	1,034	1,029	1,024
20	1,046	1,040	1,035	1,030
25	1,051	1,046	1,041	1,036
30	1,053	1,049	1,044	1,039
35	1,055	1,050	1,045	1,041

К недостаткам этой методики можно отнести следующие принятые в ней допущения:

- коэффициент теплоотдачи поверхности пола принят постоянным (10,8 Вт/$м^2$ К).В действительности, этот коэффициент является функцией от целого ряда величин (температуры поверхности пола, температур поверхностей окружающих конструкций и скорости движения воздуха у поверхности пола);
- метод коэффициентов может применяться при шаге труб не более 375 мм, толщине стяжки не более 45 мм, термических сопротивлениях покрытия пола не более 0,15 $м^2$ К/Вт, наружных диаметрах труб не более 20 мм.

Данный метод заложен в основу большинства импортных расчетных программ.

6.5.3. Аналитический метод

В основе метода заложена формула определения удельного теплового потока, как функции от температуры поверхности пола, основанная на частном решении задачи Форхгеймера (DIN 4725):

$q_в = 8{,}92(t_п - t_в)^{1{,}1}$, *(6.5.3. ф.1)*

где

$q_в$ – удельный тепловой поток по направлению «вверх», Вт/м^2;

$t_п$ – температура поверхности пола,°С;

$t_в$– температура воздуха в помещении,°С.

Из этой формулы можно получить следующие зависимости:

-температура поверхности пола:

$$t_п = t_в + \frac{q_в^{0{,}91}}{7{,}325} \text{ (°C)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.2)}$$

-коэффициент теплоотдачи поверхности пола:

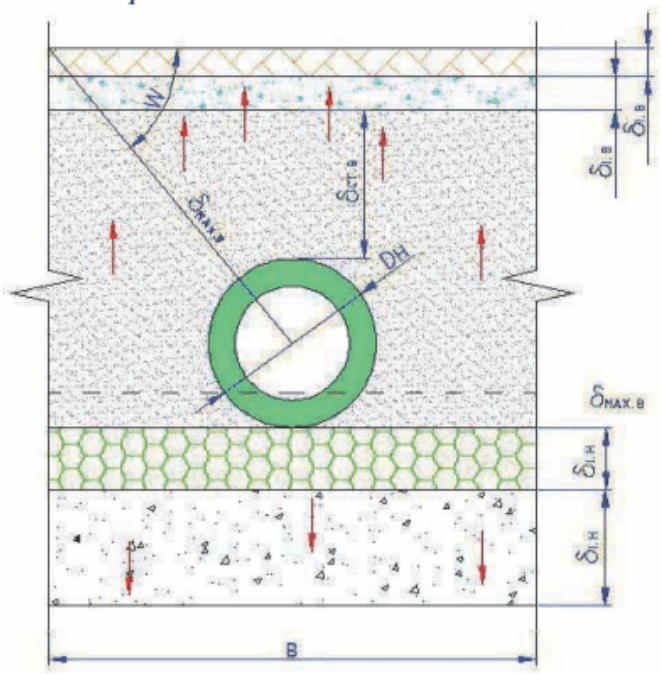
$\alpha_в = 8{,}92(t_п - t_в)^{0{,}1} = 7{,}325 q_в^{0{,}09}$ (Вт/м К) *(6.5.3. ф.3)*

Если условно вырезать из теплого пола полосу шириной равной шагу труб *(рисунок 6.5.3.р.1)* , то можно предположить, что тепловой поток одной трубы распределяется только внутри этой зоны.

Теплопередачу через боковые грани зоны можно принять нулевой, учитывая, что количество тепла , отданное в соседнюю зону, равно количеству тепла, поступившего из соседней зоны.

Можно также допустить, что отношение поверхности трубы , передающей тепло по направлению вверх к поверхности трубы, передающей тепло по направлению вниз , равно отношению соответствующих тепловых потоков («вверх» / «вниз»).

Рис. 6.5.3. р.1 *Расчетный элемент теплого пола*



Термическое сопротивление слоев пола над трубой:

$$R^в = \frac{\delta_{ст.в}}{\lambda_{ст}} + \Sigma\frac{\delta_{i.в}}{\lambda_{i.в}} \text{ (м2 К/Вт)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.4)}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче слоев пола над трубой с учетом теплообмена на поверхности:

$$R_{п}^{в} = R^{в} + \frac{1}{\alpha_{в}} \text{(м2 К/Вт);} \qquad \textit{(6.5.3. ф.5)}$$

Термическое сопротивление слоев пола под трубой:

$$R^{н} = \Sigma \frac{\delta_{i.п}}{\lambda_{i.п}} \text{ (м2 К/Вт)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.6)}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче слоев пола под трубой:

$$R_{п}^{н} = R^{н} + \frac{1}{\alpha_{н}} \text{ (м2 К/Вт)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.7)}$$

Коэффициент теплоотдачи нижней поверхности конструкции (если полы не по грунту) для гладких и малоребренных потолках (h/a<=0,3) принимается 8,7 Вт/(м^2 °С), для сильноребренных потолков - 7,6Вт/(м^2 °С). Для полов по грунту приведенное сопротивление теплопередаче слоев пола под трубой следует считать по формуле:

$$R_{п}^{н} = 2{,}1 + \sum \frac{\delta_{i}}{\lambda_{i}} \text{(м2 К/Вт)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.8)}$$

Второе слагаемой в этой формуле учитывает толщины и коэффициенты теплопроводности только теплоизоляционных слоев (λ<1,2 Вт/м К).

Приведенное сопротивление теплопередаче стенок трубы (с учетом коэффициента теплоотдачи на внутренней поверхности трубы $\alpha_{вн}$, принимаемого 400 Вт м/К) .

$$R_{тр}^{пр} = \frac{1}{\pi \alpha_{вн} D_{вн}} + \frac{LN \frac{D_{н}}{D_{вн}}}{2\pi \lambda_{ст}} \text{ (м2 К/Вт)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.9)}$$

Угол W вычисляется для возможности определения температуры поверхности пола между трубами:

$$W = arctg \frac{2 \cdot (\delta_{ст.в} + \Sigma \delta_{iв} + \frac{D_{н}}{2})}{B} \text{ (град)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.10)}$$

Максимальное термическое сопротивление слоев пола над трубой:

$$R_{мах}^{в} = \frac{\delta_{ст.в}}{\sin W \cdot \lambda_{ст}} + \Sigma \frac{\delta_{i.в}}{\sin W \cdot \lambda_{i.в}} \text{ (м2 К/Вт)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.11)}$$

Число труб в поперечном сечении пола, приходящееся на 1 м.п.

$$n = \frac{1}{b} \text{ , где} \qquad \textit{(6.5.3. ф.12)}$$

b –шаг труб (м);

Отношение тепловых потоков «вниз/вверх»:

$$a = \frac{q_{н}}{q_{в}} = \frac{(t_{тр} - t_{н}) \cdot R_{п}^{в}}{(t_{тр} - t_{в}) \cdot R_{п}^{н}} \qquad \textit{(6.5.3. ф.13)}$$

Из условия, что тепловой поток (верх) должен быть равен погонному тепловому потоку с поверхности труб , приходящихся на 1 м.п. поперечного сечения пола, получим:

$q_в = nq_{тр}(1-a)$; (Вт/м2) *(6.5.3. ф.14)*

Из предыдущей формулы получаем выражение удельного теплового потока через стенку трубы «вверх»:

$$q_{тр} = \frac{q_в}{n(1-a)} \quad \text{(Вт/м2)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.15)}$$

В то же время тепловой поток через стенку трубы «вверх» равен:

$$q_{тр} = \frac{t_{тн} - t_{тр}}{R_{тр}^{пр}} \text{(Вт/м2)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.16)}$$

Приравняв правые части уравнений, получим формулу для определения средней температуры теплоносителя:

$$t_{тн} = t_в + q_в R_п^в + \frac{q_в R_{тр}^{пр}}{n(1-a)} \text{ (°C).} \qquad \textit{(6.5.3. ф.17)}$$

Далее можно определить максимальную и минимальную температуру поверхности пола:

$$t_{п.\max} = t_{тн} - q_в\left(R^в + \frac{bR_{тр}^{пр}}{(1-a)}\right)\text{(°C)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.18)}$$

$$t_{п.\min} = t_в + (t_п - t_в)\sin W \quad \text{(°C)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.19)}$$

Для решения обратной задачи (определение удельного теплового потока по заданной средней температуре теплоносителя) методом приближений решается относительно $q_в$ уравнение:

$$t_{тн} = t_в + q_в R^в + 0{,}1368 q_в^{0{,}91} + \frac{q_в R_{тр}^{пр}}{n\left(1 - \frac{t_в - t_н + q_в R^в 0{,}1368 q_в^{0{,}91}}{q_в R_п^н}\right)} \text{(°C)} \qquad \textit{(6.5.3. ф.20)}$$

Данная методика реализована в программном комплексе *Valtec.prg* .

Особенности расчета при использовании краевых зон

Если задан требуемый тепловой поток $q_{тр}$ и имеются ограничения по температуре поверхности пола (в основной зоне $t_о$, в краевых зонах $t_к$), то максимально допустимый тепловой поток в основной зоне составит:

$q_{о.мах} = \alpha_в(t_о - t_в)$ (Вт/м2) *(6.5.3. ф.21)*

В краевой зоне:

$q_{к.мах} = \alpha_в(t_к - t_в)$ (Вт/м2) *(6.5.3. ф.22)*

По этим предельным потокам можно найти требуемый процент площади краевой зоны:

$$c = \frac{q_{тр} - q_{о.мах}}{q_{к.мах} - q_{о.мах}} \cdot 100\,\% \qquad \textit{(6.5.3. ф.23)}$$

Можно решить обратную задачу: по проценту площади краевой зоны найти требуемый поток краевой зоны:

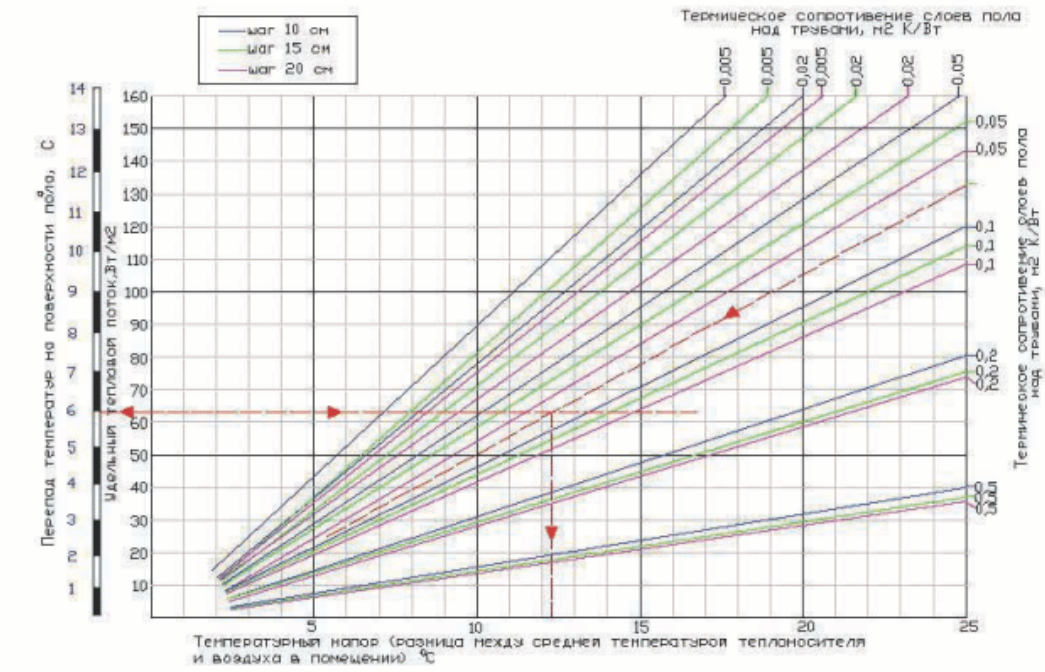
$$q_к = \frac{100(q_{тр} - q_{о.мах})}{c} + q_{о.мах} \quad \text{(Вт/м2).} \qquad \textit{(6.5.3. ф.24)}$$

6.5.4. Графический метод расчета

Графический метод, в основном, пригоден для ориентировочной оценки требуемых параметров системы теплого пола. Различными авторами предлагается значительное многообразие графиков и номограмм.

Наиболее совершенным в этом отношении представляется универсальный график, приведенный на рисунке 6.5.4.р.1. Он составлен для металлополимерных труб размером труб 16х0,2, проложенных с шагом 10, 15 и 20 см. График охватывает диапазон термических сопротивлений слоев пола над трубами от 0,005 до 0,5 м2 К/Вт.

Рис.6.5.4.р.1 *График расчета параметров теплого пола*



Пример графического расчета.

Дано*: удельная теплопотребность помещения составляет 62 Вт/м2.*

Нужно *определить требуемую среднюю температуру теплоносителя в петлях теплого пола, уложенных с шагом 15см при термическом сопротивлении слоев пола над трубами -0,075 м2 К/Вт. Температура воздуха в помещении 20°С.*

1. *По шкале удельных тепловых потоков находим точку 62 Вт/м^2.*
2. *Проводим горизонталь. Пересечение горизонтали со шкалой «Перепад температур на поверхности пола». Получаем значение перепада в 6°С. Сложив эту величину с известной температурой воздуха в помещении (20°С), получим температуру поверхности пола*

20+6=26°С.

3. *На любой из вертикалей, пересекающих график, находим середину отрезка, отсекаемого прямыми со значениями термических сопротивлений 0,05 и 0,1 м^2 К/Вт (для шага 15 см). Из полученной точки проводим линию к условному центру схождения лучей.*

4. *Из точки пересечения ранее проведенной горизонтали и проведенной наклонной прямой опускаем перпендикуляр на шкалу температурного напора. Получаем значение 12,3°С.*
5. *Прибавив температурный напор к температуре воздуха в помещении, получаем требуемую среднюю температуру теплоносителя в петлях теплого пола 20+12,3=32,3 °С.*

Если действовать в обратном порядке, то по известной температуре теплоносителя можно определить расчетный удельный тепловой поток.

Можно использовать для упрощенного расчета графики, построенные для конкретных конструкций пола (см. рисунки *6.5.4.р.2- р.7)*

Рис. 6.5.4. р.2

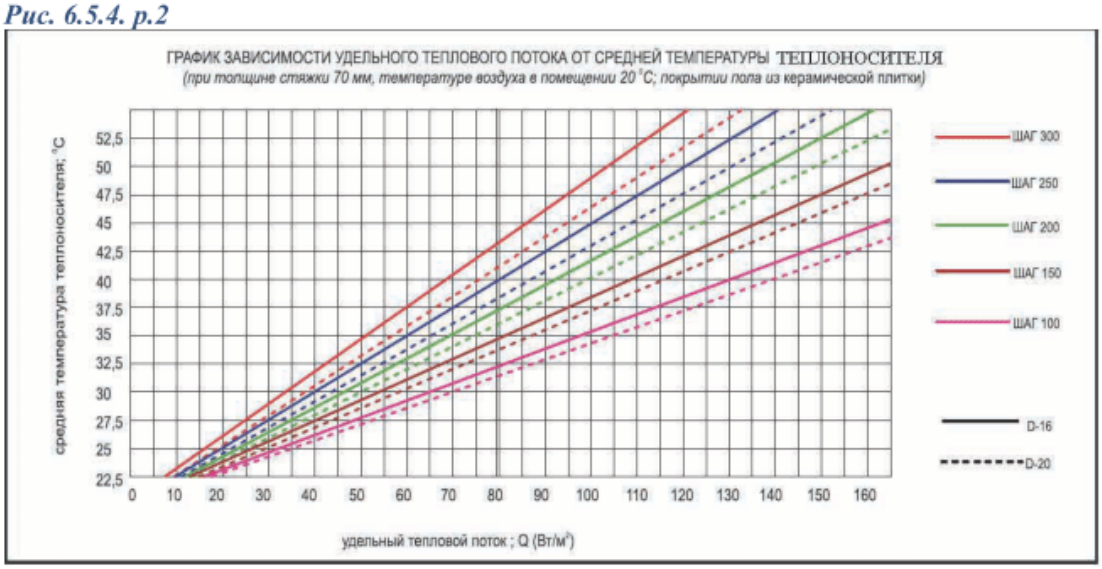


Рис. 6.5.4. р.3

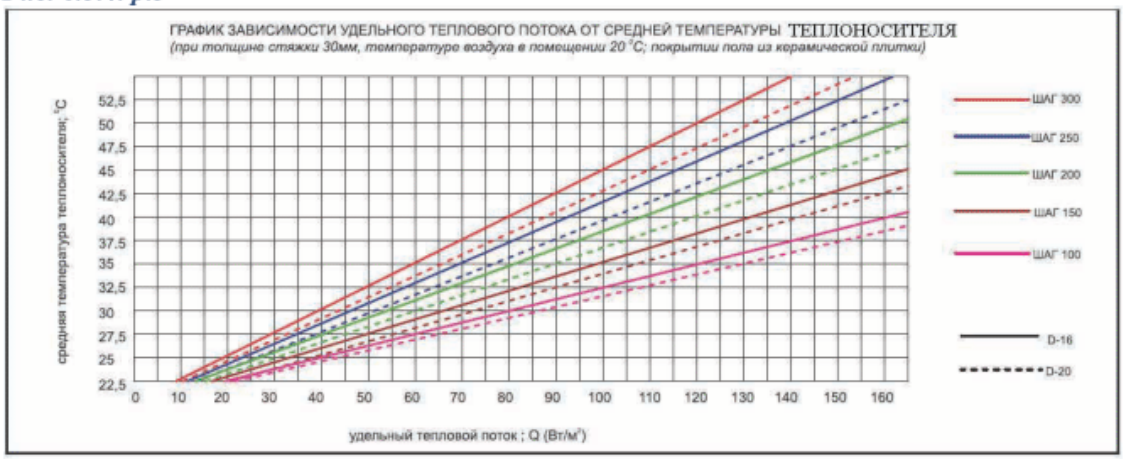


Рис. 6.5.4. р.4

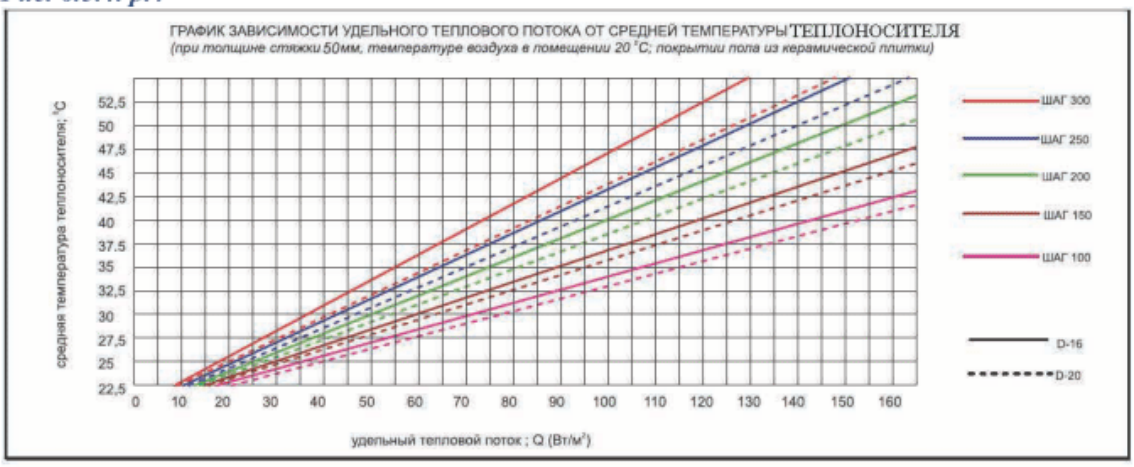


Рис. 6.5.4. р.5

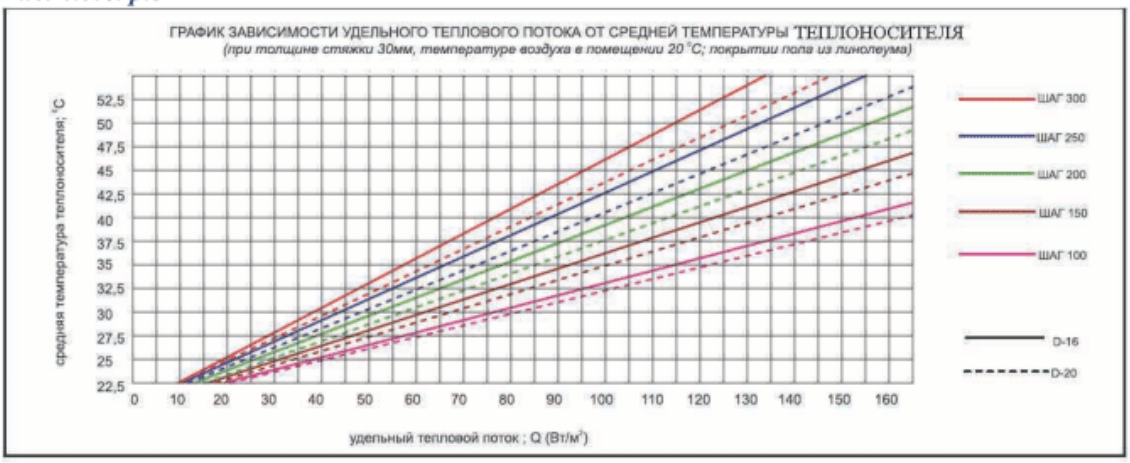


Рис. 6.5.4. р.6

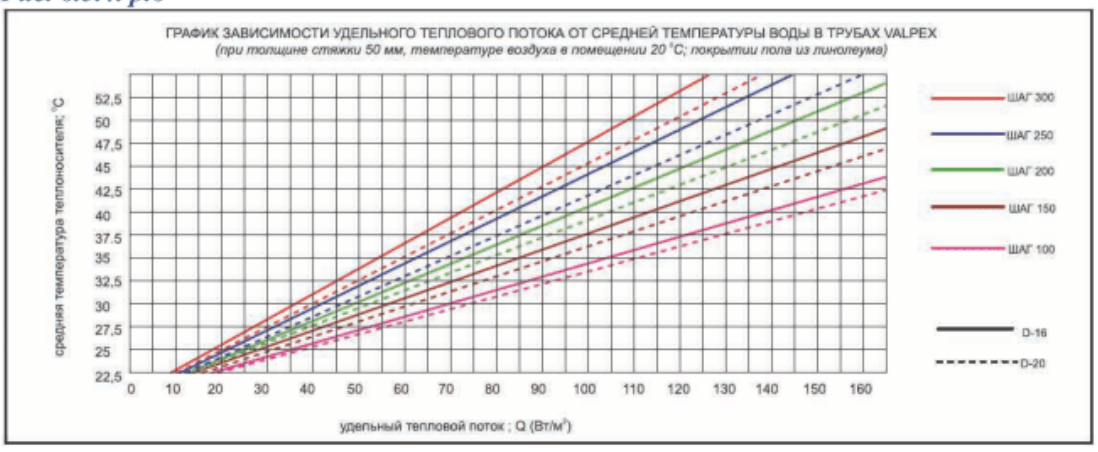
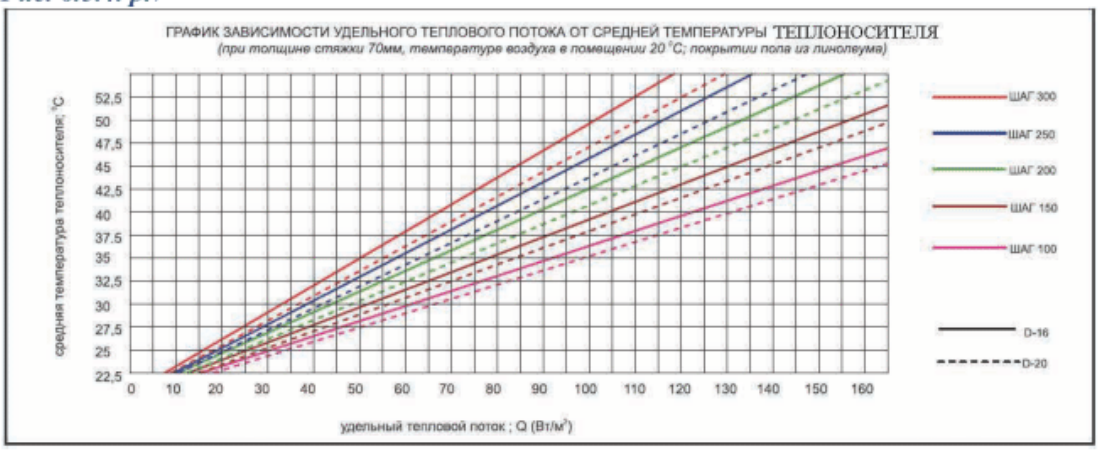


Рис. 6.5.4. р.7



6.5.5. Табличный метод расчета

Табличный метод расчета теплых полов является наиболее практичным с точки зрения проектировщика. По заданным конкретным данным на основании ранее изложенных методик составляются пользовательские расчетные таблицы (см.таблицы 6.5.5.т.1-т.3)

Тепловой поток от труб теплого пола (потери тепла в нижнем направлении не превышают 10%). Покрытие пола –плитка керамическая (λ=1,00 Вт/м °С) толщиной 12 мм. Коэффициент теплопроводности стяжки -0,93 Вт/м °С. Толщина стяжки –«в» от верха трубы. ***Таблица 6.5.5.т.1***

Средняя Т теплоноси теля	Т воздуха в помещении	Удельный тепловой поток, Вт/м2											
		шаг труб 10 см			шаг труб 15 см			шаг труб 20 см			шаг труб 25 см		
		в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм
32,5	15	115	107	100	108,1	101	94,7	102	95,6	90	96,6	90,8	85,7
	20	80,6	75	70,2	75,8	70,9	66,6	71,6	67,2	63,3	67,8	63,8	60,3
	25	46,9	43,8	41	44,2	41,4	38,9	41,8	39,3	37,1	39,7	37,4	35,3
35	15	132,5	123,1	115	124,5	116,2	108,9	117,4	110	103,4	111,1	104,4	98,5
	20	97,7	90,9	85,1	91,9	85,9	80,6	86,7	81,3	76,6	82,1	77,3	72,9
	25	63,6	59,3	55,5	59,9	56,1	52,7	56,6	53,1	50,1	53,7	50,5	47,7
37,5	15	150	139,4	130,2	140,9	131,5	123,2	132,8	67,2	63,3	125,7	118,1	111,4
	20	115	107	100	108,1	101	94,7	102	95,6	90	96,6	90,8	85,7
	25	80,6	75	70,2	75,8	70,9	66,6	71,6	67,2	63,3	67,8	63,8	60,3
40	15	167,7	155,7	145,4	157,4	146,8	137,6	148,4	138,9	130,6	140,3	131,8	124,3
	20	132,5	123,1	115	124,5	116,2	108,9	117,4	110	103,4	111,1	104,4	98,5
	25	97,7	90,9	85,1	91,9	85,9	80,6	86,7	81,3	76,6	82,1	77,3	72,9
42,5	15	185,4	172,1	160,7	174	162,3	152	164	153,5	144,3	155,1	145,6	137,3
	20	150	139,4	130,2	140,9	131,5	123,2	132,8	124,4	117	125,7	118,1	111,4
	25	115	107	100	108,1	101	94,7	102	95,6	90	96,6	90,8	85,7
45	15	203,3	188,6	176	190,7	177,8	166,5	179,7	168,1	158	169,9	159,5	150,3
	20	167,7	155,7	145,4	157,4	146,8	137,6	148,4	138,9	130,6	140,3	131,8	124,3
	25	132,5	123,1	115	124,5	116,2	108,9	117,4	110	103,4	111,1	104,4	98,5
47,5	15	221,2	205,2	191,4	207,5	193,4	181,1	195,4	182,8	171,8	184,7	173,4	163,4
	20	185,4	172,1	160,7	174	162,3	151	164	153,5	144,3	155,1	145,6	137,3
	25	150	139,4	130,2	140,9	131,5	123,2	132,8	124,4	117	125,7	118,1	111,4

Покрытие пола –ковролин (λ=0,07 Вт/м °С) толщиной 5 мм. Коэффициент теплопроводности стяжки - 0,93 Вт/м °С. Толщина стяжки –«в» от верха трубы. ***Таблица 6.5.5.т.1***

Средняя Т теплоноси теля	Т воздуха в помещении	Удельный тепловой поток, Вт/м2											
		шаг труб 10 см			шаг труб 15 см			шаг труб 20 см			шаг труб 25 см		
		в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм
32,5	15	81,4	77,3	73,6	77,8	74,1	70,7	74,5	71,1	67,9	71,5	68,3	65,4
	20	57,3	54,5	51,9	54,8	52,2	49,9	52,5	50,1	47,9	50,4	48,2	46,2
	25	33,6	32	30,5	32,2	30,7	29,3	30,9	29,5	28,2	29,7	28,4	27,2
35	15	93,5	88,8	84,6	89,4	85,1	81,2	85,6	81,6	78	82,1	78,5	75,1
	20	69,3	65,9	62,8	66,3	63,1	60,2	63.5	60,6	57,9	60,9	58,2	55,8
	25	45,4	43,2	41,2	43,5	41,4	39,6	41,7	39,8	38	40	38,3	36,7
37,5	15	105,7	100,4	95,6	101	96,1	91,7	96,7	92,2	88,1	92,8	88,6	84,8
	20	81,4	77,3	73,6	77,8	74.1	70,7	74,5	71.1	67,9	71,5	68,3	65,4
	25	57,3	54,5	51,9	54,8	52,2	49,9	52,5	50,1	47,9	50,4	48,2	46,2
40	15	118	112	106,6	112,7	107,2	102,3	107,9	102,9	98,3	103.5	98,8	94,6
	20	93,5	88,8	84,6	89,4	85,1	81,2	85,6	81,6	78	82,1	78,5	75,1
	25	69,3	65,9	62,8	66,3	63,1	60,2	63,5	60,6	57,9	60,9	58,2	55,8
42,5	15	130,3	123,6	117,7	124,4	118,4	112,9	119,1	113,5	108,5	114,3	109,1	104,4
	20	105,7	100,4	95,6	101	96,1	91,7	96,7	92,2	88,1	92,8	88,6	84,8
	25	81,4	77,3	73,6	77,8	74,1	70,7	74,5	71.1	67,9	71,5	68,3	65,4
45	15	142,6	135,3	128,8	136,2	129,5	123,5	130,4	124,2	118,7	125	119,4	114,2
	20	118	112	106,6	112,7	107,2	102,3	107,9	102,9	98,3	103,5	98,8	94,6
	25	93,5	88,8	84,6	89,4	85,1	81,2	85,6	81,6	78	82,1	78,5	75,1
47,5	15	155	147,1	139,9	148	140,8	134,2	141,7	135	128,9	135,8	129,7	124
	20	130,3	123,6	117,7	124,4	118,4	112,9	119,1	113,5	108,5	114,3	109,1	104,4
	25	105,7	100,4	95,6	101	96,1	91,7	96,7	92,2	88,1	92,8	88,6	84,8

Покрытие пола –паркет (λ=0,2 Вт/м °С) толщиной 15 мм по фанере(λ=0,18 Вт/м °С) толщиной 12 мм . Коэффициент теплопроводности стяжки -0,93 Вт/м °С. Толщина стяжки –«в» от верха трубы.

Таблица 6.5.5.т.3

Средняя Т теплоноси теля	Т воздуха в помещении	Удельный тепловой поток, Вт/м2											
		шаг труб 10 см			шаг труб 15 см			шаг труб 20 см			шаг труб 25 см		
		в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм	в=30мм	в=40мм	в=50мм
32,5	15	60,6	58,4	56,3	58,6	56,4	54,5	56,6	54,6	52,8	54,8	53	51,2
	20	42,8	41,3	39,8	41,4	39,9	38,5	40	38,6	37,3	38,8	37,5	36,2
	25	25,3	24,3	23,5	24,4	23,6	22,8	23,6	22,8	22,1	22,9	22,1	21,4
35	15	69,6	67	64,6	67,2	64,8	62,5	65	62,7	60,5	62,9	60,7	58,7
	20	51,7	49,8	48	50	48,2	46,5	48,3	46,6	45	46,8	45,2	43,7
	25	34	32,8	31,6	32,9	31,7	30,6	31,8	30,7	29,7	30,8	29,8	28,8
37,5	15	78,6	75,6	72,9	75,9	73,1	70,5	73,4	70,8	68,3	71	68,6	66,3
	20	60,6	58,4	56,3	58,6	56,4	54,5	56,6	54,6	52,8	54,8	53	51,2
	25	42,8	41,3	39,8	41,4	39,9	38,5	40	38,6	37,3	38,8	37,5	36,2
40	15	87,6	84,3	81,2	84,6	81,5	78,6	81,8	78,9	76,2	79,2	76,4	73,8
	20	69,6	67	64,6	67,2	64,8	62,5	65	62,7	60,5	62,9	60,7	58,7
	25	51,7	49,8	48	50	48,2	46,5	48,3	46,6	45	46,8	45,2	43,7
42,5	15	96,6	93	89,6	93,3	89,9	86,7	90,2	87	84	87,3	84,3	81,4
	20	78,9	75,6	72,9	75,9	73,1	70,5	73,4	70,8	68,3	71	68,6	66,3
	25	60,6	58,4	56,3	58,6	56,4	54,5	56,6	54,6	52,8	54,8	53	51,2
45	15	105,7	101,7	98	102,1	98,3	94,8	98,7	95,1	91,8	95,5	92,1	89
	20	87,6	84,3	81,2	84,6	81,5	78,6	81,8	78,9	76,2	79,2	76,4	73,8
	25	69,6	67	64,6	67,2	64,8	62,5	65	62,7	60,5	62,9	60,7	58,7
47,5	15	114,8	110,4	106,4	110,8	106,7	102,9	107,1	103,3	99,7	103,7	100	96,7
	20	96,6	93	89,6	93,3	89,9	86,7	90,2	87	84	87,3	84,3	81,4
	25	78,6	75,6	72,9	75,9	73,1	70,5	73,4	70,8	68,3	71	68,6	66,3

6.5.6. Пример расчета теплого пола

Исходные данные:

Требуемая температура внутреннего воздуха в помещении .

Для жилых помещений эта величина обычно составляет 20°С.

Площадь помещения.

Определяется по архитектурно-строительным чертежам или по результатам обмеров. Для нашего примера примем помещение размерами 5м х 4м ,площадью S= 20 м2. Учитывая, что вдоль внутренних стен ,где будет располагаться мебель, нужно оставить краевые участки шириной 300мм, активная площадь пола составит 20-(5+4+4)х0,3=16,1м2.

Конструкция пола.

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

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 теплопотерь даже для жилых помещений может составлять от 40 Вт/м2 (для зданий с эффективными ограждающими конструкциями и стеклопакетами) до 250-300Вт/м2 (для коттеджей с кирпичными неутепленными стенами и большим количеством проемов).

В нашем примере теплопотери помещения составляют Q=1288Вт. То есть удельные теплопотери помещения составляют q=1288/16,1=80Вт/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 на рисунке ***6.5.4. р.2***

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

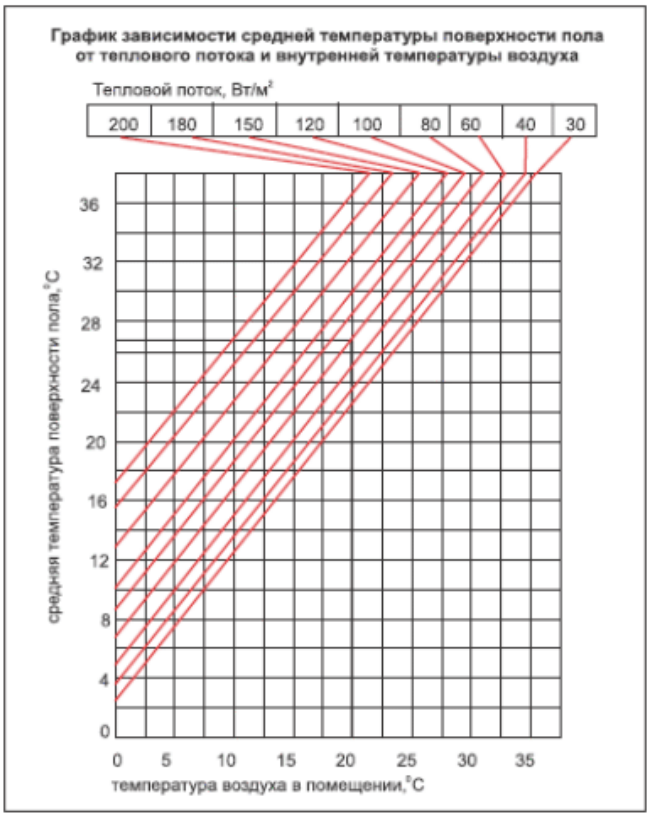
Шаг, см	*Диаметр, мм*	*Средняя температура теплоносителя °С*	*Количество трубы на 1 м2, м.п.*	*Количество трубы на 20м2, м.п.*
10	*20*	*31,5*	*10*	*200*
	16	*32,5*		
15	*20*	*33,5*	*6,7*	*134*
	16	*35*		
20	*20*	*36,5*	*5*	*100*
	16	*37,5*		
25	*20*	*38,5*	*4*	*80*
	16	*40*		
30	*20*	*41,5*	*3,4*	*68*
	16	*43*		

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°С.
Средняя температура пола не превышает допустимых значений , представленных в таблице

Предназначение помещения или его части	*Максимальная температура поверхности пола, °С.*
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°С за максимальную ($T_{пол}$) и рассчитаем, какую среднюю температуру должен иметь теплоноситель ($T_{ср}$).

Определение средней температуры теплоносителя.

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

Расчет ведем по формуле:

$T_{ср} = T_{пол} + q\ \delta_{пл}/\lambda_{пл} + q\ \delta_{ст}/\lambda_{ст} = 26,9 + 80x0,015/1,5 + 80x0,07/0,93 =$ ***33,42°C;***

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

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

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

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

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

Окончательный выбор шага труб.

Возвращаясь к графику, становится ясно, что из условия непревышения максимально допустимой температуры поверхности пола надо принимать шаг труб 100мм (металлополимерные трубы благодаря своей гибкости и способностью 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 , мм	*Максимальная длина петли, м*
16	*100*
20	*120*

Определение тепловой нагрузки на одну петлю.

Тепловая нагрузка на каждую петлю составит $Q_1 = Q/2 = 1688/2 = 844$ *Вт.*

Определение перепада температур Δt.

Оптимальный перепад температур для теплых полов составляет Δt= 5°С. При этом перепаде прогрев пола идет наиболее равномерно. Допускается перепад до 10°С, но в этом случае босая ступня человека может ощущать неравномерность нагрева пола.

В нашем примере задаемся Δt= 5°С .

Определение температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе.

Температура теплоносителя в прямом трубопроводе: $T_1 = T_{ср} + \Delta t/2 = 33,42+5/2=35,9°C.$

Температура в обратном трубопроводе: $T_2 = T_{ср} - \Delta t/2 = 33,42-5/2=30,9°C.$

Определение расхода теплоносителя в петле.

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

$G = Q_1 / (4187 \times \Delta t) = 844/ (4187 \times 5) = 0,04$ *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 соответственно $D_{вн}$ *-12мм и 16мм):*

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

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

Обе трубы удовлетворяют допустимым интервалам скоростей. Принимаем трубу с наружным диаметром 1мм,, 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.

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).

Умножив полученные удельные потери (167 Па/м) на длину трубы получим линейные потери давления 167х 96 =16032 Па.

Сумму коэффициентов местных сопротивлений Z определяем как произведение количества отводов («калач» считается за два отвода) на 0,5 (КМС отвода). Для нашего примера Z=52х0,5 = 26. (Потери в присоединительных фитингах условно не учитываются).

Потери на местные сопротивления определяются по формуле:

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

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

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

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 приступать к выбору насоса и составлению таблицы предварительной настройки коллекторных вентилей.

Для точного расчета систем напольного отопления рекомендуется использовать программный расчетный комплекс VALTEC.PRG.

6.6. 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:

Qв=N x ρ x c x (tв –tн) x S, *(6.6.ф.1)*

где

ρ - плотность воздуха, 1,2 кг/м3;

c – теплоемкость воздуха, 1 кДж/кг;

tв- температура воздуха в помещении;

tн – расчетная температура наружного воздуха;

S – площадь помещения;

В среднем, потери тепла на нагрев инфильтрующегося для жилых помещений составляют 50 Вт/м2. При этом надо иметь в виду, что они 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 учитывается, так как они носят временный характер и компенсируются термостатическими устройствами нагревательных приборов.

Теплопотери через ограждающие конструкции рассчитываются по формуле:

$$Q = A(t_в - t_н)(1 + \sum \beta)nK \quad \text{Вт,} \quad (6.6.ф.2)$$

Где:

A – площадь ограждающей конструкции, м2;

β – коэффициент добавочных теплопотерь, определяемый по *таблице 6.6.т.1.*

Коэффициент добавочных теплопотерь β ***Таблица 6.6.т.1***

№	Ограждающие конструкции	Коэффициент β
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 6.6.т.2.*

Коэффициент положения ограждающих конструкций n **Таблица 6.6.т.2**

№	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 строительно-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 строительно-климатической зоне	0,9
3	Перекрытия над не отапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах	0,75
4	Перекрытия над не отапливаемыми подвалами без световых проемов в стенах, расположенные выше уровня земли	0,6
5	Перекрытия над не отапливаемыми техническими подпольями, расположенными ниже уровня земли	0,4

K – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, определяемый по формуле:

$$K = \left(\frac{1}{\alpha_н} + \sum R + \frac{1}{\alpha_в}\right)^{-1}$$, Вт/м2 К, *(6.6.ф.3)*

где

$\alpha_н, \alpha_в$ -коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности и тепловосприятия внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемые по *таблице 6.6.т.3*.

Коэффициенты $\alpha_н, \alpha_в$ **Таблица 6.6.т.3**

№	Конструкция	$\alpha_в$ Вт/(м² · °С)	$\alpha_н$ Вт/(м² · °С)
1	Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне	23	
2	Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом; перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-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 $\frac{h}{\alpha} \le 0{,}3$		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=δ/λ, м2 К/Вт, *(6.6.ф.4)*
где:
δ – толщина конструкции или слоя , м;
λ- коэффициент теплопроводности, Вт/м К, принимаемый *по таблице 6.6.т.4.*

Коэффициенты теплопроводности материалов ***Таблица 6.6.т4***

№	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/м3	0,47
6	Газо- и пенобетон 800кг/м3	0,37
7	Газо- и пенобетон 600кг/м3	0,26
8	Газо- и пенобетон 400кг/м3	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/м3	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 6.6.т.5*.

Приведенное сопротивление теплопередаче оконных заполнений ***Таблица 6.6.т5***

Заполнение светового проема	Приведенное сопротивление теплопередаче R_o, м^2·°С/Вт	
	в деревянных или ПВХ переплетах	в алюминиевых переплетах
1. Двойное остекление в спаренных переплетах	0,4	-
2. Двойное остекление в раздельных переплетах	0,44	0,34*
3. Блоки стеклянные пустотные (с шириной швов 6 мм) размером, мм:		
194x194x98	0,31 (без переплета)	
244x244x98	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 раздельных 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 раздельных 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 раздельных переплетах	0,74	-
14. Четырехслойное остекление в двух спаренных переплетах	0,80	-

* в стальных переплетах.

Для ориентировочных расчетов, определение теплопотерь через ограждающие конструкции можно определять по *таблице 6.6.т.6*.

Усредненные удельные теплопотери через ограждающие конструкции

Таблица 6.6.т.6

Конструкция наружных стен	Коэф. Теплопередачи, Вт/м2 К	Удельные теплопотери 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 50мм и гипроком	0,695	64	29	18	25
Кладка 2 кирпича под расшивку с утеплением изнутри минватой 50мм и гипроком	0,596	61	29	18	21
Кладка 2,5 кирпича под расшивку с утеплением изнутри минватой 50мм и гипроком	0,544	59	29	18	20
2. СТЕНЫ ИЗ БРУСА					
Брус 150мм , обшитый с двух сторон вагонкой	0,863	69	29	18	31
Брус 200мм, обшитый с двух сторон вагонкой	0,696	63	29	18	26
Брус 150мм , снаружи –вагонка, изнутри –минвата 50мм с вагонкой	0,502	57	29	18	19
Брус 200 мм, снаружи – вагонка, изнутри –минвата 50мм с вагонкой	0,441	55	29	18	16
Брус 150мм, снаружи –вагонка, изнутри – минвата 50мм с	0,509	58	29	18	18

гипроком					
Брус 200мм, снаружи –вагонка, изнутри – минвата 50мм с гипроком	0,446	56	29	18	16
3. ГАЗОБЕТОН					
Толщина 200мм, штукатурка с двух сторон	0,905	70	29	18	33
Толщина 250мм, штукатурка с двух сторон	0,771	66	29	18	28
Толщина 300мм, штукатурка с двух сторон	0,671	63	29	18	24
Толщина 400мм, штукатурка с двух сторон	0,534	58	29	18	20
4. КЕРАМЗИТОБЕТОН					
Панель 300мм	1,10	77	29	18	40
Панель 350мм	0,991	73	29	18	36
Панель 400 мм	0,905	70	29	18	33

Данные в таблице приведены для Тв=20°С, Тн= - 26°С. Для других температур табличные данные умножать на коэффициент К1= (Тв-Тн)/46.

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

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.
Таблица химической стойкости труб Valtec

Наименование вещества	*Концентрация раствора*	*Химическая формула*	*Температура*	
			20°C	*60°C*
Адипиновая кислота	Н	HOOC -$(CH_2)_4$ -COOH	○	○
Азотная кислота	25%	HNO_3	○	○
Азотная кислота	50%	HNO_3	-	-
Акролеин		C_3H_4O		
Алифатические углеводороды			○	○
Аллиловый спирт	96%	H_2C=CH-CH_2-OH	○	-
Амилацетат	100%	$CH_3COO(CH_2)_5$	○	-
Аминобензол	100%	$C_6H_5NH_2$	○	○
Аммиак	Г 100%	NH_3	○	○
Аммиак	100%	NH_3	○	○
Ананасовый сок			○	○
Анилин	100%	$C_6H_5NH_2$	○	○
Арсиновая кислота	Н	H_3AsO_4	○	○
Ацетат свинца	Н	$Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$	○	-
Ацетальдегид		C_2H_4O	○	-
Ацетат серебра	Н	$AgCH_3COO$	○	○
Ацетон	100%	C_3H_6O	-	-
Ацетонитрил		C_2H_3N		
Бензальдегид	100%	C_6H_5CHO	○	-
Бензойная кислота	Н	C_6H_5COOH	○	○
Бензол	100%	C_6H_6	-	-
Бензин			○	-
Бензоат натрия	Н	C_6H_5COONa	○	○
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	$K_2Cr_2O_7$	○	○
Борная кислота	Н	H_3BO_3	-	-
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_2H_5Br	○	-
Бура	Н	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H2O$	○	○
Бутадиен-1,3		C_4H_6		
Бутан -газ	100%	C_4H_{10}	○	○
Бутанол	100%	$CH_3(CH_2)_3OH$	○	○
2-Бутанон	100%	C_4H_8O	○	-
Бутиловый спирт	100%	$CH_3(CH_2)_3OH$	○	○

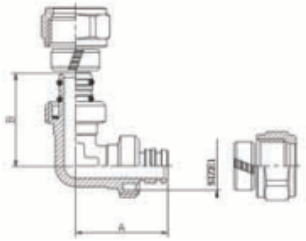
Бутилен	100%	$C_2H_5CH=CH_2$	-	-
Вино			○	○
Вода	100%	H_2O	○	○
Водород	100%	H_2	○	○
Гептан	100%	C_7H_{17}	○	-
Гидроокись калия	Н	KOH	○	○
Гидроокись натрия	40%	NaOH	○	○
Гидроокись натрия	Н	NaOH	○	-
Гидроксиуксусная кислота	Н	$HOCH_2COOH$	○	○
Гидрохинон	Н	$C_2H_4(OH)_2$	○	○
Гипохлорит натрия	15%	NaClO	○	-
Глауберова соль	Н	Na_2SO_4	○	○
Гликолевая кислота	Н	$HOCH_2COOH$	○	○
Глицерин	100%	$HOCH_2CH(OH)CH_2OH$	○	○
Глюкоза	Н	$C_6H_{12}O_6$	○	○
Двуокись углерода	100%	CO_2	○	○
Декагидронафталин	100%	$C_{10}H_{18}$	-	-
Декалин	100%	$C_{10}H_{18}$	-	-
Декстрин	Р	$(C_6H_{10}O_5)n$	○	○
Диизобутилкетон		$C_9H_{18}O$		
Диизопропиловый эфир		$C_6H_{14}O$		
Диметиламин		C_2H_7N		
Диметилсульфат		$C_2H_6O_4S$		
Диметилформамид		C_3H_7NO		
Диоксан	100%	$C_4H_8O_2$	○	○
Дисульфид углерода	100%	CS_2	-	-
Дихлорметан	100%	CH_2Cl_2	-	-
Дихлорэтан		C_2H_4Cl		
Дихлорэтилен	100%		-	-
Диэтилкетон		$C_5H_{10}O$		
Диэтиловый эфир		$C_4H_{10}O$		
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		$C_7H_{14}O_2$		
Изопропиловый спирт		C_3H_8O		
Каломель	Н	Hg_2Cl_2	○	○
Камфора		$C\text{-}(CH_3)_3O$	-	-
Карбонат бария	Н	$BaCO_3$	○	○
Карбонат калия	Н	K_2CO_3	○	○
Карбонат кальция	Н	$CaCO_3$	○	○
Карбонат магния	Н	$MgCO_3$	○	○
Карбонат натрия	Н	Na_2CO_3	○	○
Карбонат цинка	Н	$ZnCO_3$	○	○
Касторовое масло			-	-
Керосин	100%		-	-

Кетен		C_2H_2O		
Кислород	100%	O_2	○	-
Красная кровяная соль	Н	$K_3[Fe(CH)_6]$	○	○
Крезоловая кислота	100%	$C_6H_4(OH)CH_3$	-	-
Ксилен	100%		-	-
Ксилол	100%	$C_6H_4(CH_3)_2$	-	-
Лимонная кислота	Н	$HOCC(OH)(CH_2COOH)_2$	○	○
Ляпис	Н	$AgNO_3$	○	○
Малеиновая кислота	Н	HOOCHC=CHCOOH	○	○
Масла и жиры			○	-
Масляная кислота	100%		○	-
Медный купорос	Н	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	○	○
Меласса	ПР		○	○
Метанол	100%	CH_3OH	○	-
Метилакрилат		$C_4H_6O_2$		
Метилметакрилат		$C_5H_8O_2$		
Метил бромистый		CH_3Br		
Метилобензойная кислота	100%	$C_6H_5CH_3$	-	-
Метиловый спирт	100%	CH_3OH	○	-
Метилформиат		$C_2H_4O_2$		
Метилциклогексан		C_7H_{14}		
Метилэтилкетон	100%	C_4H_8O	○	-
Минеральные масла			○	-
Молоко			○	○
Молочная кислота	100%	$CH_3CH(OH)COOH$	○	○
Монохлорбензол	100%	C_6H_5Cl	-	-
Моча	100%		○	○
Мочевина	Р	$CO(NH_2)_2$	○	○
Муравьиная кислота	100%	CH_2O_2	○	○
Мышьяковая кислота	Н	H_3AsO_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	○	○
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	$Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	○	○
Нитрат ртути	Р	$Hg(NO_3)_2$	○	○
Нитрат серебра	Н	$AgNO_3$	○	○
Нитробензол	100%	$C_6H_5NO_2$	○	-
Озон	100%	O_3	-	-
Оксид углерода	100%	CO	○	○
Оксид цинка	Н	ZnO	○	○
Ортофосфат калия	Н	K_3PO_4	○	○
Ортофосфат натрия	Н	Na_3PO_4		
Ортофосфорная кислота	50%	H_3PO_4	○	○
Ортофосфорная	95%	H_3PO_4	○	-

кислота				
Пентанол	96%	$C_5H_{11}OH$	○	-
Пергидронафталин	100%	$C_{10}H_{18}$	-	-
Перикись водорода	30%	H_2O_2	○	○
Перикись водорода	60%	H_2O_2	○	-
Перманганат калия	20%	$KMnO_4$	○	○
Персульфат калия	Н	$K_2S_2O_8$	○	○
Перхлорат калия	Н	$KClO_3$.	○	○
Пиво			○	○
Пикриновая кислота	Н	$C_6H_2(NO_2)_3OH$	○	-
Пиридин	100%	C_5H_5N	○	-
Пропиленгликоль	100%	$C_3H_8O_2$	○	○
Пропиловый спирт		C_3H_8O		
Пропионовая кислота	100%	C_2H_5COOH	○	○
Ртуть	100%	Hg	○	○
Салициловая кислота	Н	$C_6H_4(OOCCH_3)COOH$	○	○
Селитра аммиачная	Н	$(NH_4)NO_3$	○	○
Селитра калиевая	Н	KNO_3	○	○
Селитра кальциевая	Н	$Ca(NO_3)_2$	○	○
Селитра натриевая	Н	$NaNO_3$	○	○
Селитра чилийская	Н	$NaNO_3$	○	○
Серная кислота	50%	H_2SO_4	○	○
Серная кислота	98%	H_2SO_4	○	-
Серная кислота (дымящаяся)	>98%	H_2SO_4	-	-
Сернистая кислота	30%	H_2SO_3	○	○
Сернистый ангидрид	100%	SO_2	○	○
Серный ангидрид	10%	SO_3	-	-
Сероводород		H_2S		
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_8H_8		
Сульфат алюминия	Н	$Al_2(SO_4)_3$	○	○
Сульфат бария	Н	$BaSO_4$	○	○
Сульфат аммония	Н	$(NH_4)_2SO_4$	○	○
Сульфат железа 2	Н	$FeSO_4$	○	○
Сульфат железа 3	Н	$Fe_2(SO_4)_3$	○	○
Сульфат калия	Н	K_2SO_4	○	○
Сульфат кальция	Н	$CaSO_4$	○	○
Сульфат меди 2	Н	$CuSO_4$	○	○
Сульфат натрия	Н	Na_2SO_4	○	○
Сульфат никеля	Н	$NiSO_4$	○	○
Сульфат цинка	Н	$ZnSO_4$	○	○
Сульфид аммония	Р	$(NH_4)_2S$	○	○
Сульфид калия	Р	K_2S	○	○
Сульфид кальция	Н	CaS	○	○

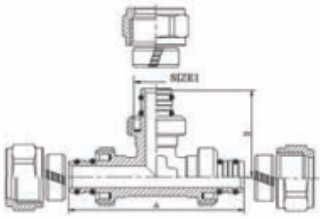
Сульфид натрия	Н	Na_2S	○	○
Сульфид углерода	100%	CS	○	○
Терпентинное масло (скипидар)			○	-
Тетрагидрофуран		C_4H_8O		
Тионилхлорид	100%	$SOCl_2$	-	-
Толуол	100%	$C_6H_5CH_3$	-	-
Треххлористый фосфор	100%	PCl_3	○	-
Тринитрофенон	Н	$C_6H_2(NO_2)_3OH$	○	-
Трихлорэтилен	100%	$CCl_2=CHCl$	-	-
Триэтиламин	Р	$(C_2H_5)_3N$	○	-
Угарный газ	100%	CO	○	○
Угольный ангидрид	100%	CO_2	○	○
Уксус пищевой			○	○
Уксусная кислота (ледяная)	96%	$C_2H_4O_2$	○	-
Уксуснокислый свинец	Н	$Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$	○	-
Уксусный альдегид	100%	CH_3CHO	○	-
Фениламин	100%	$C_6H_5NH_2$	○	○
Фенол	Н	C_6H_6O	-	-
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_2O	○	○
Фосген		$COCl_2$		
Фосфин		PH_3		
Фосфорная кислота	95%	H_3PO_4	○	-
Фотопроявители	ПР		○	○
Фтор	100%	F_2	-	-
Фтористоводородная кислота	40%	HF	○	○
Фтористоводородная кислота	60%	HF	○	-
Фтористоводородная кислота	100%	HF	○	-
Фтористый натрий	Н	NaF	○	○
Фтористый алюминий	Н	AlF_3	○	○
Фтористый аммоний	Н	NH_4F	○	○
Фтористый водород	40%	HF	○	○
Фтористый калий	Н	KF	○	○
Фурфуриловый спирт	100%	$C_5H_6O_2$	○	-
Фурфурол		C_5H_4O		
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_2Cl_2	○	○

Хлористая ртуть	Н	Hg_2Cl_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_4Cl	○	○
Хлористый барий	Н	$BaCl_2$	○	○
Хлористый винил		C_2H_3Cl		
Хлористый калий	Н	KCl	○	○
Хлористый кальций	Н	$CaCl_2$	○	○
Хлористый магний	Н	$MgCl_2$	○	○
Хлористый метил	100%	CH_3Cl	-	-
Хлористый метилен	100%	CH_2Cl_2	-	-
Хлористый натрий	Н	NaCl	○	○
Хлористый никель	Н	$NiCl_2$	○	○
Хлористый цинк	Н	$ZnCl_2$	○	○
Хлороводородная кислота	80%	HCl	○	○
Хлоропрен	100%	CH_2=CH CCl=CH_2	-	-
Хлороформ	100%	CHCl3	-	-
Хлорсульфоновая кислота	100%	$HOSO_2Cl$	-	-
Хлортоифторэтилен		C_2ClF_3		
Хромат калия	Н	K_2CrO_4	○	○
Хромовая кислота	50%	H_2CrO_4	○	-
Царская водка	30%	HNO3 (1 объем) и соляной HCl (3 объема)	-	-
Цианистая ртуть	Н	$Hg(CN)_2$	○	○
Цианистое серебро	Н	$Ag(CN)_2$	○	○
Цианистый калий	Р	KCN	○	○
Цианистый натрий	Н	NaCN	○	○
Циклогексанон	100%	$C_6H_{10}O$	-	-
Циклотексанол	100%	$C_6H_{11}OH$	-	-
Четыреххлористый углерод	100%	CCl_4	○	○
Этанодиол (этиленгликоль)	100%	$HOCH_2CH_2OH$	○	○
Этанол	40%	C_2H_5OH	○	-
Этилацетат	100%	$C_4H_8O_2$	○	-
Этилбензол		C_8H_{10}		
Этилен		C_2H_4		
Этиленгликоль	100%	$HOCH_2CH_2OH$	○	○
Этиленхлорогидрин		C_2H_5ClO		
Этиловый спирт	40%	C_2H_5OH	○	-
Этиловый эфир	100%	$C_2H_5OC_2H_5$	-	-



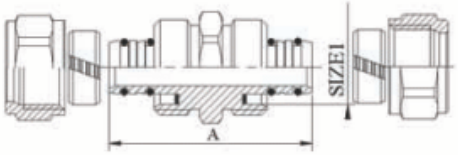
VTm-351 Угольник 90°

SIZE	A	B	КМС
16	32	36	4,91
20	38,5	38,5	3,3
26	44	44	2,63
32	52,5	52,5	2.29



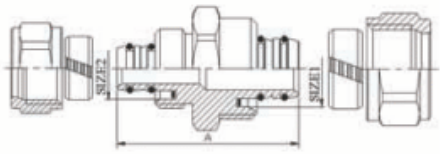
VTm-331 Тройник

SIZE	A	B	КМС
16	65	32	См. таблицу 1
20	77	38,5	
26	88	44	
32	105	52,5	



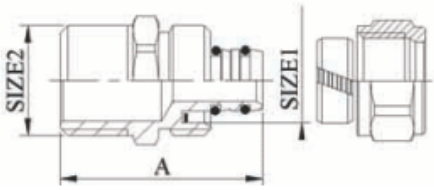
VTm-303 Соединитель

SIZE	A	КМС
16	45	1,94
20	49,7	1,16
26	64,5	0,90
32	64,6	0,69



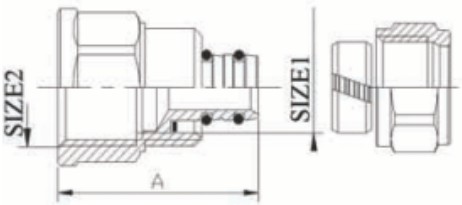
VTm- 303A *Соединитель переходной*

SIZE 1	SIZE 2	A	KMC1	KMC2
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	1.4
32	26	62,5	2,28	0,8



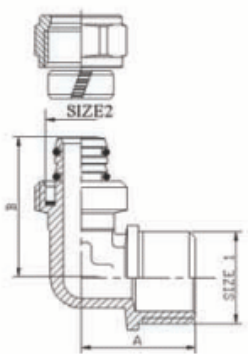
VTm-301 *Соединитель с переходом на наружную резьбу*

SIZE 1	SIZE 2	A	KMC1	KMC2
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



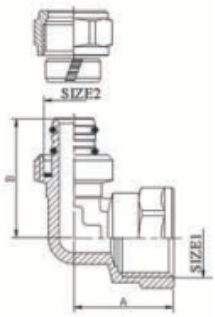
VTm- 302 *Соединитель с переходом на внутреннюю резьбу*

SIZE 1	SIZE 2	A	KMC1	KMC2
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



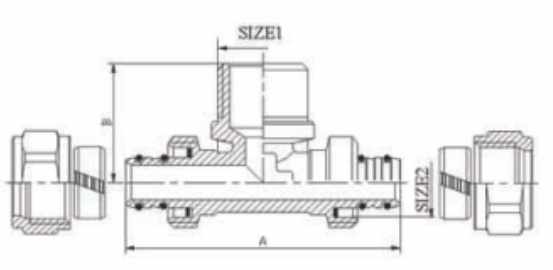
VTm—353 *Угольник с переходом на наружную резьбу*

SIZE 1	SIZE 2	A	B	KMC1	KMC2
1/2"	16	26,5	32	9,49	4,52
3/4"	16	32	35	29,2	4,99
1/2"	20	38,5	28,5	2,12	2,62
3/4"	20	38,5	32	6,6	3,14
3/4"	26	45,5	35	2,22	2.22
1"	26	44	39	5,47	2.63
1"	32	53,5	43	1,65	1.99



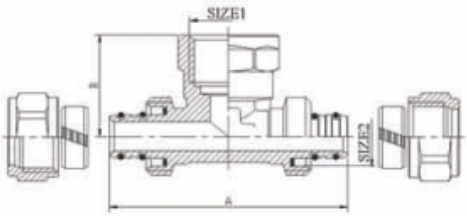
VTm-352 *Угольник с переходом на внутреннюю резьбу*

SIZE 1	SIZE 2	A	B	KMC1	KMC2
1/2"	16	26,5	32	9,49	4,52
3/4"	16	32	35	29,2	4,99
1/2"	20	38,5	28,5	2,12	2,62
3/4"	20	38,5	32	6,6	3,14
3/4"	26	45,5	35	2,22	2.22
1"	26	44	39	5,47	2.63
1"	32	53,5	43	1,65	1.99



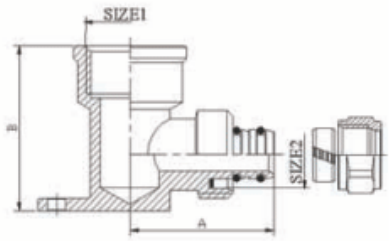
VTm-333 *Тройник с переходом на наружную резьбу*

SIZE 1	SIZE 2	A	B
1/2"	16	65	27,5
3/4"	20	77	31,5
3/4"	26	88	35
1"	26	88	39
1"	32	105	42



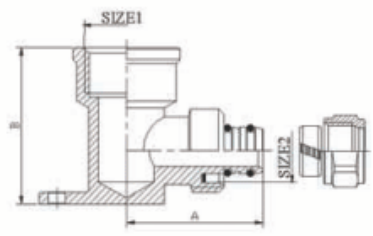
VTm-332 *Тройник с переходом на внутреннюю резьбу*

SIZE 1	SIZE 2	A	B
1/2"	16	64	27,5
3/4"	20	77	31,5
3/4"	26	88	36,5
1"	26	88	41,5
1"	32	105	44,5



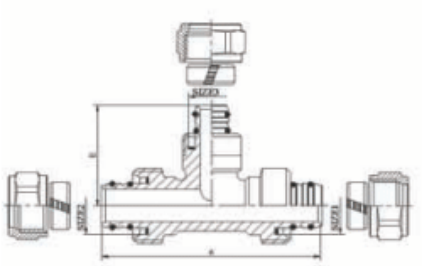
VTm-354 *Угольник с переходом на внутреннюю резьбу и креплением (водороэтка)*

SIZE 1	SIZE 2	A	B	КМС
1/2"	16	34,5	39,5	4,52
1/2"	20	40,5	43,5	2,62
3/4"	20	45	46,5	3,14



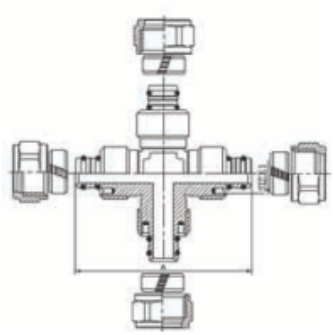
VTm-334 *Тройник с переходом на внутреннюю резьбу и креплением (проходная водорозетка)*

SIZE 1	SIZE 2	A	B
1/2"	16	34,5	39,5
1/2"	20	40,5	43,5



VTm-331A *Тройник переходной*

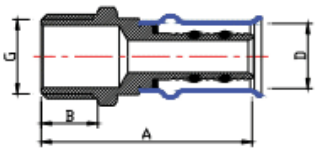
SIZE 1	SIZE 2	SIZE 3	A	B
20	26	16	82,5	35,5
16	26	20	82,5	38,5
32	32	16	105	40,5
20	20	16	77	35,5
20	16	16	75	35,5
20	16	20	75	38,5
16	16	20	65	38,5
20	20	26	81	45
26	20	20	84,5	41,5
26	26	20	88,5	41,5
26	20	20	85	46
26	26	16	88	41
32	32	20	105	52,5
32	32	26	105	52,5
32	26	26	98,5	46
26	26	32	99	52,5
32	26	32	102	52,5
32	32	26	105	49.5
32	26	26	102	49,5



VTm-341 *Крестовина*

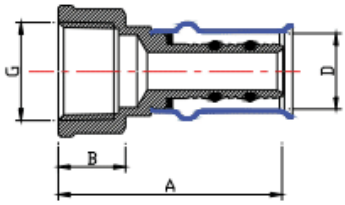
SIZE	A
16	65
20	77

VTm201 *– Соединитель прямой с переходом на наружную резьбу*



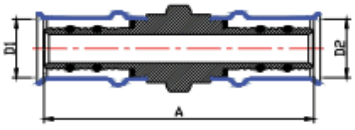
Обозначение	D, мм	G,	A, мм	B,мм	КМС1	КМС2
16x1/2"	16	1/2"	53	13	1,72	2,92
16x3/4"	16	3/4"	54	14	2,14	8,23
20x1/2"	20	1/2"	53	13	0,91	0,79
20x3/4"	20	3/4"	54	14	1,38	2,22
26x3/4"	26	3/4"	56	14	0,72	0,72
26x1"	26	1"	58	16	1,04	1,62
32x1"	32	1"	60	16	0,61	0,47

VTm202 *– Соединитель прямой с переходом на внутреннюю резьбу*



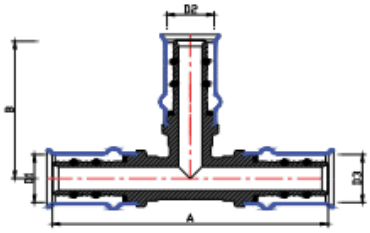
Обозначение	D, мм	G,	A, мм	B,мм	КМС1	КМС2
16x1/2"	16	1/2"	51	16	1,72	2,92
16x3/4"	16	3/4"	52	18	2,14	8,23
20x1/2"	20	1/2"	52	18	0,91	0,79
20x3/4"	20	3/4"	52	18	1,38	2,22
26x3/4"	26	3/4"	55	20	0,72	0,72
26x1"	26	1"	59	24	1,04	1,62
32x1"	32	1"	60	25	0,61	0,47

VTm203 *– Соединитель прямой*



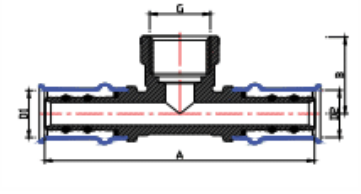
Обозначение	D1, мм	D2, мм	A, мм	КМС1	КМС2
16	16	16	75	1,96	1,96
20	20	20	75	1,46	1,46
26	26	26	76	0,98	0,98
32	32	32	79	0,73	0,73
20x16	20	16	75	4,79	1,54
26x16	26	16	76	10,11	1,86
26x20	26	20	76	2,98	1.18
32x16	32	16	78	25,77	2,24
32x20	32	20	78	7,32	1,54
32x26	32	26	78	2,42	0,89

VTm231 – *Тройник*



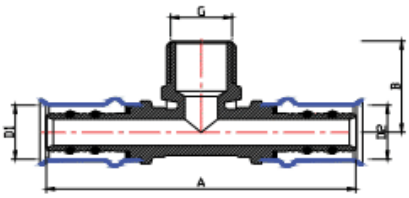
Обозначение	D1, мм	D2, мм	D3, мм	A, мм	B, мм
16	16	16	16	94	47
20	20	20	20	100	50
26	26	26	26	106	53
32	32	32	32	112	56
16x20x16	16	20	16	94	50
16x16x20	16	16	20	100	50
20x16x20	20	16	20	100	50
16x20x20	16	20	20	96	50
20x26x20	20	26	20	106	53
26x16x26	26	16	26	106	53
26x16x20	26	16	20	106	53
26x20x20	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

VTm232 – Тройник с переходом на внутреннюю резьбу



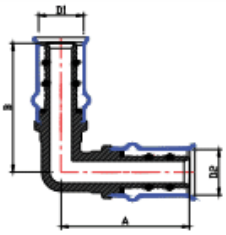
Обозначение	D1, мм	G,	D2, мм	A, мм	B, мм
16x1/2"x16	16	1/2"	16	94	27
20x1/2"x20	20	1/2"	20	100	31
20x3/4"x20	20	3/4"	20	100	31
26x1/2"x26	26	1/2"	26	106	35
26x3/4"x26	26	3/4"	26	106	36
26x1"x26	26	1"	26	106	41
32x3/4"x32	32	3/4"	32	112	42
32x1"x32	32	1"	32	112	44

VTm233 – Тройник с переходом на наружную резьбу



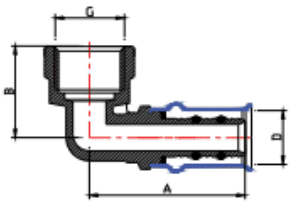
Обозначение	D1, мм	G,	D2, мм	A, мм	B, мм
16x1/2"x16	16	1/2"	16	94	27
20x1/2"x20	20	1/2"	20	100	31
20x3/4"x20	20	3/4"	20	100	31
26x1/2"x26	26	1/2"	26	106	35
26x3/4"x26	26	3/4"	26	106	35
26x1"x26	26	1"	26	106	39
32x3/4"x32	32	3/4"	32	112	42
32x1"x32	32	1"	32	112	42

VTm251 – Угольник



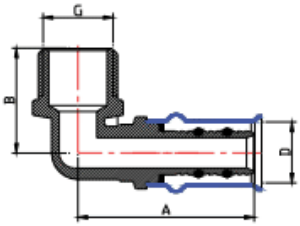
Обозначение	D1, мм	D2, мм	A, мм	B, мм	КМС
16	16	16	46	46	4,22
20	20	20	46	46	3,51
26	26	26	54	54	2,67
32	32	32	56	56	2,21

VTm252 – *Угольник с переходом на внутреннюю резьбу*



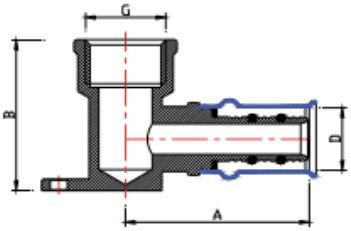
Обозначение	D, мм	G,	A, мм	B, мм	КМС 1	КМС 2
1/2"x16	16	1/2"	47	27	4,02	3,94
3/4"x16	16	3/4"	47	31	10,39	4,33
3/4"x20	20	3/4"	50	32	3,22	3,46
1/2"x20	20	1/2"	50	30	1,49	3,03
3/4"x26	26	3/4"	53	36	1,36	2,46
1"x32	32	1"	55	44	1,14	2,05
1"x26	26	1"	53	43	2,74	2,75

VTm253 – *Угольник с переходом на наружную резьбу*



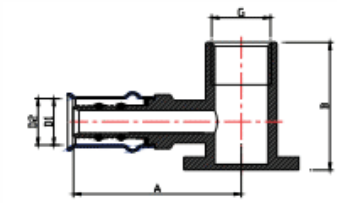
Обозначение	D, мм	G,	A, мм	B, мм	КМС 1	КМС 2
1/2"x16	16	1/2"	47	27	4,02	3,94
3/4"x16	16	3/4"	47	31	10,39	4,33
3/4"x20	20	3/4"	50	31	3,22	3,46
1/2"x20	20	1/2"	50	29	1,49	3,03
3/4"x26	26	3/4"	53	35	1,36	2,46
1"x32	32	1"	55	43	1,14	2,05
1"x26	26	1"	53	43	2,74	2,75

VTm254 – *Угольник с переходом на внутреннюю резьбу и креплением*



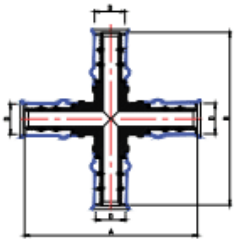
Обозначение	D, мм	G,	A, мм	B, мм	КМС
1/2"x16	16	1/2"	46	39	3,94
1/2"x20	20	1/2"	51	44	3,03
3/4"x20	20	3/4"	55	46	3,46

VTm234 – *Тройник с переходом на внутреннюю резьбу и креплением*



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

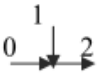
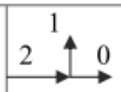
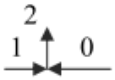
VTm241 – *Крестовина*



Обозначение	D, мм	A, мм	B, мм
16	16	90	90
20	20	93	93

Приложение 4

Коэффициенты местных сопротивлений тройников

Диаметры[1]	Отношение Q1/Q2, *Л/сек* 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
20-26-16	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
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
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
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
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
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

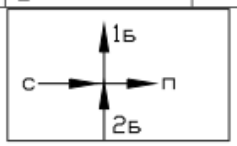
Приложение 5

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	$Q_б/Q_с$	$Q_{2б}/Q_{1б}$			Qп/Qс
		0,5	1	2	
КМС бокового ответвления с -$1_б$					
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	

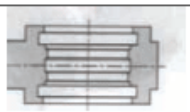
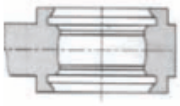
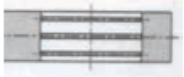
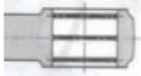
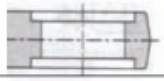
Марки свинцовистых латуней по ГОСТ 15527-70*

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

АКТ
ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ИЛИ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ
НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

_____
(наименование системы)

смонтированной в _____
(наименование объекта,

_____
здания, цеха)

г._____ "_____"_____20__ г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика _____
(наименование организации,

_____
должность, инициалы, фамилия)

генерального подрядчика _____
(наименование организации,

_____
должность, инициалы, фамилия)

монтажной (строительной) организации _____
(наименование организации,

_____
должность, инициалы, фамилия)

произвела осмотр и проверку качества монтажа и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. Монтаж выполнен по проекту _____
(наименование проектной организации

_____
и номера четрежей)

2. Испытание произведено _____
(гидростатическим или манометрическим методом)

давлением _____МПа (_____кгс/кв.см)

в течение _____мин

3. Падение давления составило _____ МПа (_____ кгс/кв.см)

4. Признаков разрыва или нарушения прочности соединения котлов и водоподогревателей, капель в сварных швах, резьбовых соединениях, отопительных приборах, на поверхности труб, арматуры и утечки воды через водоразборную арматуру, смывные устройства и т.п. не обнаружено (ненужное зачеркнуть).

Решение комиссии:

Монтаж выполнен в соответствии с проектной документацией, действующими техническими условиями, стандартами, строительными нормами и правилами производства и приемки работ.

Система признается выдержавшей испытание давлением на герметичность.

Представитель заказчика _____
(подпись)

Представитель генерального подрядчика _____
(подпись)

Представитель монтажной (строительной) организации _____
(подпись)

Приложение 10

АКТ
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

выполненного в _____
(наименование объекта строительства, здания, цеха)

г._____ « » _____ 20__ г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика_____
(наименование организации,

_____
должность, инициалы, фамилия)

генерального подрядчика _____
(наименование организации,

_____
должность, инициалы, фамилия)

монтажной организации _____
(наименование организации,

_____
должность, инициалы, фамилия)

составила настоящий акт о нижеследующем:

1. _____
[(вентиляторы, насосы, муфты, самоочищающиеся фильтры с электроприводом,

_____
регулирующие клапаны систем вентиляции (кондиционирования воздуха)

_____
(указываются номера систем)]

прошли обкатку в течение _____ согласно техническим условиям, паспорту.

2. В результате обкатки указанного оборудования установлено, что требования по его сборке и монтажу, приведенные в документации предприятий-изготовителей, соблюдены и неисправности в его работе не обнаружены.

Представитель заказчика _____
(подпись)

Представитель генерального подрядчика _____
(подпись)

Представитель монтажной организации _____
(подпись)

Приложение 11

Нормы расхода воды приборами

Санитарные приборы	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 $q_{0,hr}^{tot}$	холодной $q_{0,hr}^c$	горячей $q_{0,hr}^h$	
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 (холодной и горячей) q_0^{tot} $(q_{0,hr}^{tot})$	холодной 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	200	90	200	90	12	7,7	0,3 (300)	0,2 (200)
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 общественного питания 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	65	37	9,6	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)
для спортсменов 1 спортсмен	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 <= 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

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ α
при P (Phr) <= 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
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
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 фильтруюшими 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.
Поливочный 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 15м	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)	СНиП 2.04.01, п.10.9

	На каждом ярусе системы для зданий высотой более 40м.	
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	
СОСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ		
Водозапорная арматура	Уоснования 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 кольцо 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 25мм)	

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	
	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 105ºС, 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 при шероховатости 0,01 мм

Рас	16 х 2,0			20х2,0			26х3,0			32х2,0			40х3,5		
ход	v	20 °С	80 °С	v	20 °С	80 °С	v	20 °С	80 °С	v	20 °С	80 °С	v	20 °С	80 °С
л/с	м/с	Па/м	Па/м	м/с	Па/м	Па/м	м/с	Па/м	Па/м	м/с	Па/м	Па/м	м/с	Па/м	Па/м
0,01	0,088	25,36	14,13	0,049	8,024	2,482	0,031	3,286	1,016	0,018	1,15	0,355	0,012	0,443	0,137
0,02	0,177	50,72	47,53	0,099	16,05	12,12	0,064	6,573	4,199	0,038	2,301	1,207	0,023	0,887	0,273
0,03	0,265	131,8	96,63	0,149	24,07	24,64	0,096	9,861	8,537	0,057	3,452	2,455	0,035	1,33	0,791
0,04	0,354	218	159,9	0,199	55,58	40,76	0,127	13,15	14,12	0,075	4,603	4,062	0,047	1,77	1,309
0,05	0,442	322	244,7	0,249	82,14	60,24	0,159	28,46	20,87	0,094	5,754	6,003	0,058	2,217	1,934
0,06	0,53	443,2	339	0,298	113	82,88	0,191	39,15	28,72	0,113	6,905	8,258	0,07	2,661	2,661
0,07	0,619	580,4	446,9	0,348	147,9	108,5	0,223	51,28	37,61	0,132	14,75	10,82	0,082	3,104	3,485
0,08	0,708	733,2	568,2	0,398	186,9	137,1	0,255	64,78	47,51	0,151	18,63	13,66	0,094	6,003	4,403
0,09	0,796	901	702,7	0,448	229,8	174,6	0,287	79,6	58,38	0,17	22,89	16,79	0,105	7,377	5,41
0,1	0,885	1083	850,1	0,498	276,3	210,8	0,318	95,72	70,2	0,188	27,53	20,19	0,117	8,871	6,506
0,11	0,973	1280	1010,4	0,547	326,4	250	0,35	113,1	82,95	0,207	32,52	23,85	0,129	10,48	7,687
0,12	1,062	1491	1184	0,597	380,1	292,2	0,382	131,7	96,59	0,226	37,87	27,78	0,14	12,2	8,951
0,13	1,15	1715	1568	0,647	437,3	337,3	0,414	151,5	114,8	0,245	43,57	31,95	0,152	14,04	10,3
0,14	1,239	1952	1778	0,697	497,8	385,5	0,446	172,5	131,1	0,264	49,6	36,38	0,164	15,98	11,72
0,15	1,327	2278	2002	0,746	561,7	436,5	0,478	194,6	148,3	0,283	55,97	41,05	0,175	18,04	13,23
0,16	1,416	2556	2237	0,796	628,8	490,4	0,51	217,9	166,4	0,302	62,66	45,96	0,187	20,19	14,81
0,17	1,504	2848	2485	0,846	699,2	547,2	0,541	242,3	185,5	0,32	69,67	51,1	0,199	22,45	16,47
0,18	1,593	3154	2746	0,896	772,8	606,8	0,573	267,8	205,5	0,339	77	56,48	0,211	24,81	18,2
0,19	1,681	3475	3019	0,946	849,5	669,3	0,605	294,3	226,4	0,358	84,64	62,08	0,222	27,28	20
0,20	1,769	3809	3303	0,995	929,2	734,6	0,637	322	248,3	0,377	92,59	67,91	0,234	29,84	21,88
0,21	1,858	4157	3601	1,045	1012	802,7	0,669	350,7	271	0,396	100,8	73,96	0,246	32,5	23,83
0,22	1,646	4519	3910	1,095	1098	873,6	0,701	380,4	294,7	0,415	109,4	82,94	0,257	35,25	25,86
0,23	2,035	4895	4232	1,145	1187	947,3	0,733	411,2	319,2	0,433	118,2	89,78	0,269	38,1	27,95
0,24	2,123	5284	4565	1,194	1278	1024	0,764	443	345	0,452	127,4	96,87	0,281	41,05	30,11
0,25	2,212	5687	4911	1,244	1373	1103	0,796	475,8	371,1	0,471	136,8	104,2	0,292	44,09	32,34
0,26	2,3	6103	5269	1,294	1520	1185	0,828	509,6	398,3	0,49	146,5	111,8	0,304	47,22	34,64
0,27	2,389	6533	5669	1,344	1625	1270	0,86	544,4	426,4	0,509	156,6	119,6	0,316	50,45	37
0,28	2,477	6976	5639	1,393	1734	1357	0,892	580,1	455,4	0,528	166,8	127,6	0,328	53,76	39,43
0,29	2,566	7432	6022	1,443	1846	1448	0,924	616,9	485,3	0,546	177,4	135,9	0,339	57,17	41,93
0,30	2,654	7902	6416	1,493	1962	1541	0,956	654,6	516,1	0,565	188,2	144,4	0,351	60,66	44,49
0,31	2,743	8385	6823	1,543	2080	1636	0,987	693,2	547,8	0,584	199,4	153,1	0,363	64,25	47,12
0,32	2,831	8881	7241	1,592	2202	1735	1,019	732,9	580,3	0,603	210,8	162,1	0,374	67,92	49,81
0,33	2,92	9390	7672	1,642	2326	1836	1,051	773,4	613,6	0,622	222,4	171,3	0,386	71,67	52,57
0,34	3,01	9912	8114	1,692	2454	1940	1,083	814,9	647,9	0,641	234,4	180,7	0,398	75,52	55,39
0,35				1,742	2585	2046	1,115	857,3	683	0,66	246,54	190,4	0,409	79,45	60,21
0,36				1,792	2718	2156	1,147	900,6	719	0,678	259	200,3	0,421	83,46	63,31
0,37				1,841	2855	2268	1,178	944,8	755,8	0,697	271,7	210,4	0,433	87,56	66,48
0,38				1,891	2995	2382	1,21	990	793,6	0,716	284,7	220,8	0,444	91,74	69,72
0,39				1,941	3138	2500	1,242	1036	832	0,735	298	231,4	0,456	96,01	73,03
0,4				1,991	3284	2620	1,274	1083	871,5	0,754	311,4	242,2	0,468	100,4	76,41
0,45				2,24	4059	3261	1,433	1380	1081	0,848	382,7	300	0,526	123,3	94,32
0,5				2,488	4908	3969	1,592	1666	1312	0,942	460	362,5	0,585	148,3	113,9
0,55				2,737	5831	4744	1,752	1976	1565	1,036	543,8	431	0,643	175,2	135,2
0,6				2,986	6826	5585	1,911	2309	1838	1,131	633,2	505	0,702	204	158,1
0,65				3,235	7894	6494	2,07	2666	2132	1,225	728,4	584	0,76	234,7	182,6
0,7							2,230	3046	2447	1,319	857,4	669,2	0,819	267,2	208,7
0,75							2,389	3450	2782	1,413	970	759,4	0,877	301,5	236,5
0,8							2,55	3876	3139	1,508	1088	855	0,936	337,6	265,8
0,85							2,71	4325	3514	1,6	1213	956	0,994	375,4	296,7
0,9							2,87	4796	3914	1,696	1343	1062	1,053	414,8	329,2
1,0							3,185	5807	4772	1,885	1922	1290	1,17	498,8	398,8
1,2										2,262	2252	1810	1,404	711,1	556,7
1,4										2,638	2974	2414	1,638	936,6	739,1
1,6										3,015	3787	3101	1,872	1190	945,8
1,8										3,39	4691	3871	2,106	1470	1177
2,0										3,769	5684	4725	2,34	1777	1432
2,5										4,71	8553,2	7221	2,925	2660	2173

Приложение 16

Потери тепла открыто проложенными неизолированными трубами, Вт/м

Dи	ΔT=Тгеп - Твозд	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Поло жение
16	20	9,38	9,86	10,33	10,8	11,27	11,74	12,21	12,68	13,14	13,61	Верт.
		11,12	11,67	12,23	12,79	13,35	13,9	14,46	15,01	15,57	16,13	Гориз.
	30	14,08	14,55	15,02	15,49	15,96	16,43	16,9	17,37	17,84	18,31	Верт.
		17,96	18,55	19,15	19,75	20,34	20,94	21,54	22,14	22,74	23,34	Гориз.
	40	20,52	21,03	21,55	22,06	22,57	23,09	23,09	24,11	24,63	25,14	Верт.
		25,62	26,25	26,90	27,54	28,17	28,82	29,46	30,1	30,74	31,38	Гориз.
	50	27,8	28,36	28,91	29,47	30,03	30,58	31,13	31,69	32,25	32,81	Верт.
		34,09	34,77	35,45	36,14	36,82	37,50	38,18	38,86	39,55	40,23	Гориз.
	60	33,36	33,92	34,47	35,03	35,59	35,59	36,70	37,26	37,81	38,37	Верт.
		43,36	44,08	44,81	45,52	46,25	46,97	46,97	48,42	49,14	49,86	Гориз.
	70	41,90	42,49	43,09	43,69	44,29	44,89	45,49	46,09	46,68	47,28	Верт.
		53,41	54,17	54,94	55,70	56,46	57,23	57,99	58,75	59,52	60,28	Гориз.
20	20	11,75	12,34	12,93	13,52	14,10	14,69	15,28	15,87	16,45	17,04	Верт.
		13,93	14,62	15,32	16,02	16,71	17,41	18,10	18,80	19,50	20.19	Гориз.
	30	17,63	18,22	18,80	19,39	19,98	20,57	21.16	21,74	22,33	22,92	Верт.
		22,48	23,23	23,99	24,74	25,49	26,24	26,99	27,73	28,48	29,23	Гориз.
	40	25,68	26,33	26,97	27,62	28,26	28,91	29,55	30,19	30,83	31,47	Верт.
		32,08	32,89	33,69	34,49	35,30	36,10	36,90	37,70	38,50	39,31	Гориз.
	50	34,81	35,51	36,2	36,9	37,6	38,29	39,00	39,69	40,39	41,08	Верт.
		42,71	43,56	44,41	45,27	46.12	46,97	47,83	48,69	49,54	50,39	Гориз.
	60	41,77	42,47	43,17	43,86	44,56	45,26	45,95	46,65	47,35	48,05	Верт.
		54,33	55,23	56,14	57,04	57,95	58,85	59,76	60,66	61,57	62,47	Гориз.
	70	52,47	53,22	53,97	54,72	55,47	56,22	56,97	57,72	58,47	59,22	Верт.
		66,93	67,88	68,84	69,80	70,76	71,71	72,66	73,62	74.58	75,53	Гориз.
26	20	14,89	15,64	16,38	17,13	17,87	18,62	19,36	20,11	20,85	21,60	Верт.
		17,57	18,45	19,33	20,21	21,08	21,96	22,84	23,72	24.60	25,48	Гориз.
	30	22,35	23,09	23,84	24,58	25,33	26,07	26,82	27,56	28,31	29,05	Верт.
		28,31	29,25	30.19	31,13	32,08	33,02	33,96	34,91	35,86	36,80	Гориз.
	40	32,49	33,3	34,11	34,92	35,74	36,55	37,36	38,17	38,99	39,8	Верт.
		40,3	41,31	42,32	43,32	44,33	45,34	46.34	47,35	48,36	49,37	Гориз.
	50	43,92	44,8	45,68	46,56	47,44	48,32	49,20	50.07	50.95	51,83	Верт.
		50,37	51,38	52,39	53,40	54,40	55,41	56,42	57,43	58,44	59,45	Гориз.
	60	52,71	53,58	54,47	55,34	56,22	57,10	57,98	58,85	59,73	60,61	Верт.
		67,9	69,1	70,2	71,3	72,5	73,6	74,7	75,9	77,0	78,13	Гориз.
	70	66,05	66,99	67,94	68,88	69,82	70,77	71,71	72.65	73,60	74,54	Верт.
		83,5	84,7	85,91	87,10	88,30	89,49	90,68	91,87	93,07	94.2	Гориз.
32	20	18.37	19,29	20.2	21,13	22,04	22.96	23.88	24,8	25.71	26,62	Верт.
		21,67	22,75	23,84	24,92	26	27.1	28.17	29,25	30,34	31,42	Гориз.
	30	27,55	28,47	29.39	30,31	31,23	32,14	33,07	33,99	34,9	35,8	Верт.
		34,92	36,08	37,25	38,42	39,57	40,74	41,91	43,07	44.24	45,40	Гориз.
	40	40,07	41,07	42.07	43,07	44,07	45,08	46,08	47,08	48,08	49,09	Верт.
		49,73	50,97	52,22	53,46	54,7	55,95	57,19	58,43	59,67	60,91	Гориз.
	50	54,18	55,26	56,35	57,43	58,51	59,6	60,68	61,77	62.85	63,93	Верт.
		66,06	67,37	68,69	70,01	71.33	72.65	73.98	75,30	76,62	77,94	Гориз.
	60	65,01	66,1	67,18	68,26	69,35	70,43	71,51	72,6	73,68	74,67	Верт.
		83,85	85,25	86,65	88,05	89,44	90,85	92.24	93,64	95,04	96,44	Гориз.
	70	81,48	82,65	83,81	84,97	86.14	87,31	88,47	89,63	90,8	91,96	Верт.
		103.1	104,6	106.1	107,5	109	110.4	111,9	113,4	114,8	116,4	Гориз.
40	20	22,71	23.84	24,98	26,12	27,25	28,39	29.52	30,66	31,79	32,93	Верт.
		26,73	28,07	29,41	30,75	32,09	33,43	34,76	36,10	37.43	38,77	Гориз.
	30	34,06	35,20	36,33	37,47	38,61	39,74	40,87	42,01	43,14	44,28	Верт.
		43,04	44,48	45,91	47,34	48,78	50,22	51,65	53,08	54,52	56	Гориз.
	40	49,48	50,72	51,96	53,19	54,43	55,67	56,91	58.15	59,38	60,62	Верт.
		61,23	62,76	64,29	65,82	67,36	68,89	70,42	71,95	73,98	75	Гориз.
	50	66,84	68.18	69,5	70,86	72,19	73,53	74,86	76.20	77,54	78,87	Верт.
		81,26	82,88	84,51	86,14	87,76	89,39	91,01	92,63	94,26	95.89	Гориз.
	60	80,21	81,55	82,88	84,23	85,56	86,90	88,23	89,57	90,91	92,24	Верт.
		103	104,7	106,5	108,2	109,9	111,7	113,3	115	116,8	118,5	Гориз.
	70	100,4	101,8	103,3	104,7	106,2	107,6	109	110,5	111,9	113,3	Верт.
		126,6	128,4	130,2	132	133,8	135,6	137,5	139,3	141,1	142,9	Гориз.

Приложение 17

KME

Confirmation

16 x 2.0 and 20 x 2.0 press fittings Type "VTM" from

Vesta Trading
Professor Katschalow Str. 11
195272 St. Petersburg

were tested by KME GERMANY AG & Co. KG as follows:

Dimensional test

The dimensions were compared with the specified values from Vesta (see attached technical drawing from VESTA)

Result:

All values are into the specification.

All tested fittings (16x2.0, 20x2.0) could be plugged easily on the correlating Q-tec® tubes.

Pressure test

Q-tec® tubes 16 x2 mm and 20 x2 mm with the correlating fittings were tested by increasing pressure and high temperature (zero up to 10 bar, 60°C).

Result:

After 15000 cycles the connections were ok, no leakage.

Additional we tested the under pressure (-0,8 bar, > 1 h) behaviour

Result: the connections were ok, no leakage

From the technical point of view the VESTA fitting Type "VTM" 16 x 2.0 and 20 x 2.0 could be use together with the Q-tec® tube.*

KME Germany AG & Co. KG
Plumbing Tubes Quality Assurance

Osnabrück, 10.09.2008

Attachment: technical drawing of VTM press fittings

Attachment: * comment

page 1/3

KME Германия AG & Co. KG

KME

Подтверждение

16 x 2.0 и 20 x 2.0 пресс фитинг тип "VTM" от

Vesta Trading
Ул. Проф.Качалова, 11
195272 Санкт-Петербург

Были протестированы KME GERMANY AG &Co. KG

Тест размера

Сравнивались размеры с нормированными значениями (заданными величинами) компании Vesta (см. Технический чертеж в приложении VESTA)
Результат:
Все величины соответствуют их тех.характеристикам/(совпадают с теми, что на чертеже)
Все протестированные фитинги (16x2.0, 20x2.0) могут быть легко подсоединены к соответствующим Q-tec® трубам.

Тест давления

Q-tec® трубы 16 x2 мм и 20 x2 мм с соответствующими фитингами были протестированы путем увеличения давления и высокой температуры (ноль до 10 бар, 60°C).
Результат:
После 15000 циклов соединения были в порядке, никакой протечки. Дополнительно были протестированы под давлением (-0,8 bar, > 1 h). Результат: соединения были в порядке, никакой протечки.

С технической точки зрения фитинг VESTA тип "VTM" 16 x 2.0 и 20 x 2.0 может быть использованы вместе с Q-tec® трубой.

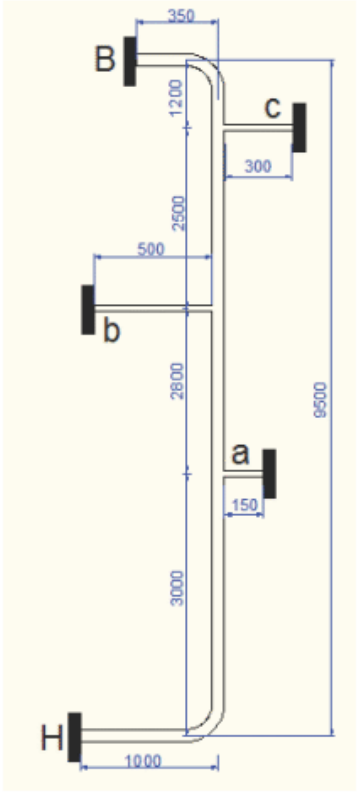
KME Germany AG & Co. KG
Plumbing Tubes Quality Assurance

Osnabruck, 10.09.2008
Вложение: технический чертеж пресс фитинга

Приложение 18

Пример расчета условного стояка на дополнительные напряжения от изменения температуры и от собственного веса

Расчетная схема стояка



Исходные данные:

Стояк МПТ из трубы 32х3,0 в точках *B* и *H* крепится к стальным разводящим трубопроводам (принимаются в качестве жестких опор). В узлах *a,b* и *c* расположены этажные тройниковые ответвления из МПТ 16х2,0 , закрепленные от вертикального смещения на заданных расстояниях от стояка. Требуется определить наличие сверхнормативных напряжений в элементах трубопровода в условиях 2-го класса эксплуатации (ΔТ=90ºС).

Решение:

Геометрический центр стояка (без учета отводов, принимаемых за упругие опоры) находится на расстоянии L/2=9500/2=4750 мм от оси опоры Н (между опорами а и b).

Определяем суммы коэффициентов упругой реакции опор выше и ниже геометрического центра:

$$\Sigma G_в = \frac{3EI_B}{l_B{}^3} + \frac{3EI_c}{l_c{}^3} + \frac{3EI_b}{l_b^3} = 3\cdot 900\cdot\left(\frac{29025}{350^3} + \frac{2198}{300^3} + \frac{2198}{500^3}\right) =$$

=2,095 Н/мм;

$$\Sigma G_H = \frac{3EI_H}{l_H{}^3} + \frac{3EI_a}{l_a{}^3} = 3\cdot 900\cdot\left(\frac{29025}{1000^3} + \frac{2198}{150^3}\right) =$$

=1,837 Н/мм.

Находим температурное смешение верхней и нижней точки стояка:

$$\Delta L_B = \frac{\alpha L\Delta T}{\left(1+\frac{(\Sigma G_B+\Sigma G_H)L}{EF}\right)}\left(\frac{\Sigma G_H}{\Sigma G_B+\Sigma G_H}\right) = \frac{0{,}000026\cdot 9500\cdot 90\cdot 1{,}837}{\left(1+\frac{(2{,}095+1{,}837)\cdot 9500}{900\cdot 273}\right)(2{,}095+1{,}837)} =$$

= 9,015 мм

$$\Delta L_H = \frac{\alpha L\Delta T}{\left(1+\frac{(\Sigma G_B+\Sigma G_H)L}{EF}\right)}\left(\frac{\Sigma G_B}{\Sigma G_B+\Sigma G_H}\right) = \frac{0{,}000026\cdot 9500\cdot 90\cdot 2{,}095}{\left(1+\frac{(2{,}095+1{,}837)\cdot 9500}{900\cdot 273}\right)(2{,}095+1{,}837)} =$$

= 10,281 мм.

Зная смещение крайних опор , можно найти смещение тройниковых упругих опор из соотношения:

$$\frac{\Delta l_i}{\Delta l_k} = \frac{L}{2}:\left(\frac{L}{2}-y\right);\quad \Delta l_i = \frac{\Delta l_k(0{,}5L-y)}{0{,}5L},\ \text{где}$$

Δl_i – смещение промежуточной опоры;

Δl_k- смещение крайней опоры;

y – расстояние от ближайшей крайней опоры до промежуточной опоры.

$$\Delta l_c = \frac{\Delta l_B (0{,}5L - y)}{0{,}5L} = \frac{9{,}015 \cdot (0{,}5 \cdot 9500 - 1200)}{0{,}5 \cdot 9500} = 6{,}738 мм$$

$$\Delta l_b = \frac{\Delta l_B (0{,}5L - y)}{0{,}5L} = \frac{9{,}015 \cdot (0{,}5 \cdot 9500 - 3700)}{0{,}5 \cdot 9500} = 1{,}993 мм$$

$$\Delta l_a = \frac{\Delta l_H (0{,}5L - y)}{0{,}5L} = \frac{10{,}281 \cdot (0{,}5 \cdot 9500 - 3000)}{0{,}5 \cdot 9500} = 3{,}788 мм$$

Зная перемещения , можно определить напряжения в стенках труб в наиболее опасных сечениях (расчет ведется в табличной форме)

	Опора В	Опора Н	Опора а	Опора b	Опора с
Усилие (Н) $N = \frac{3EI\Delta l}{l^3}$	+16,48*	-0,81*	-6,66*	+0,095*	+1,48*
Изгибающий момент (Нмм) $M = Nl$	149	8,28	25,2	0,19	9,98
Напряжение в стенке (МПа) $\sigma = M/W$	0,082	0,005	0,09	0,0007	0,036

**Знак «плюс» - сила на гибкую опору действует вверх, знак «минус» -вниз.*

Как видно из результатов расчета, если принимать во внимание только температурные деформации, то система полностью удовлетворяет нормативным требованиям (σ<1,5 МПа).

Для сравнения можно рассчитать напряжения в стенках труб этой же системы только от собственного веса заполненного стояка.
Вес стояка с водой составит: P=0,901x9,5= 8,56 кг.
Сумма коэффициентов упругой реакции: ΣG=2,095+1,837=3,932 Нм.
Смещение стояка под собственным весом: Δl= Pg/ΣG= 8,56 x9,8 /3,932 = 21,33мм

	Опора В	Опора Н	Опора а	Опора b	Опора с
Усилие от собственного веса (Н)	-38,99	-1,67	-37	-1,01	-4,69
Изгибающий момент (Нмм)	831	36	800	22	100
Напряжение в стенке (МПа)	0,46	0,02	2,91	0,08	0,36

Под действием собственного веса опора «а» переходит в область недопустимых напряжений и изгибающих моментов (σ>1,5 МПа; M>412 Нмм).

Суммарные нагрузки и напряжения при учете температурных деформаций и собственного веса:

	Опора B	Опора H	Опора a	Опора b	Опора c
Усилие (H)	-22,51	-2,48	-44,17	-0,92	-3,21
Изгибающий момент (Нмм)	480	53	942	19,6	68,4
Напряжение в стенке (МПа)	0,26	0,029	3,43	0,071	0,25

Из расчета видно, что температурные деформации вертикального стояка разгружают упругие опоры, расположенные выше геометрического центра, и дополнительно нагружают нижние опоры.
Расчет показал, что необходимо увеличить упругие свойства опоры «а», поскольку изгибающий момент у основания опоры достигает 942 Нмм вместо допустимого 412 Нмм. Это можно сделать, увеличив диаметр трубы , увеличив плечо вылета консоли или установив на стояке неподвижную опору, которая воспримет на себя собственный вес стояка. После чего требуется заново произвести деформационно-прочностной расчет стояка.