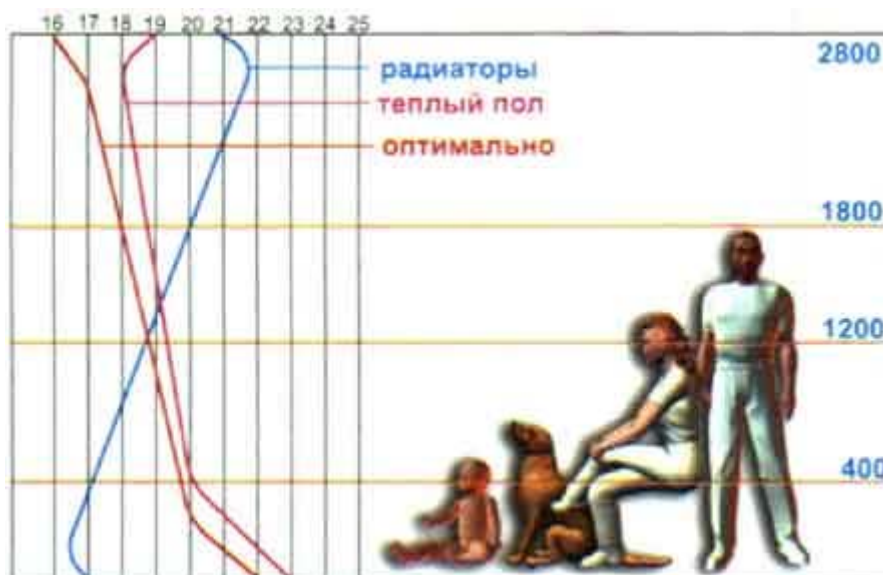


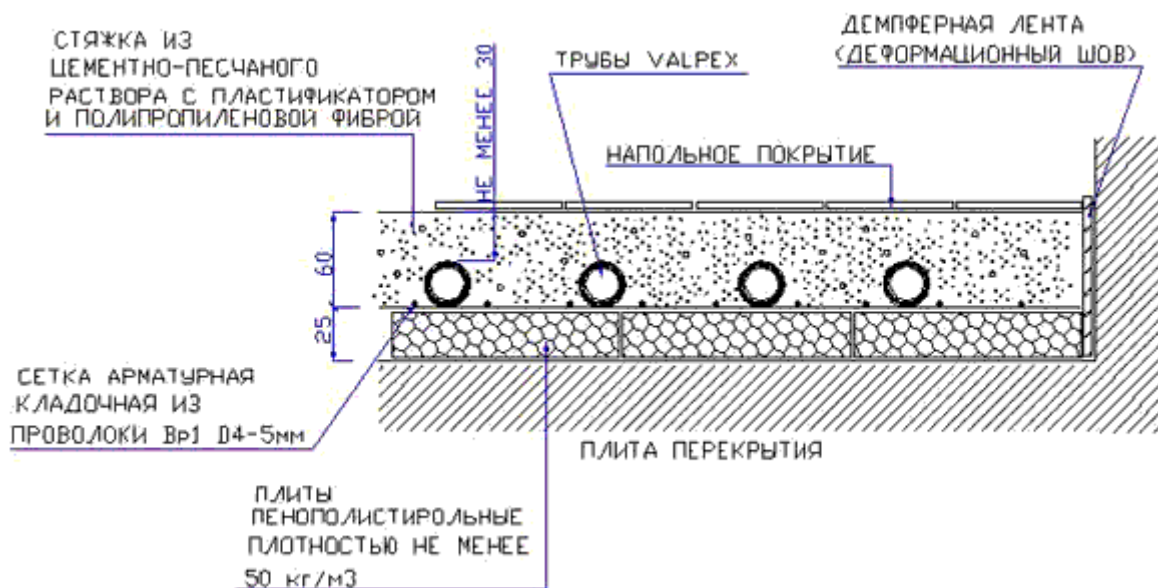
## СИСТЕМЫ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Водяные теплые полы прочно вошли в арсенал инженерного оборудования дома благодаря созданию ими максимально комфортного для человека и домашних животных температурного режима в помещениях.

Графики распределения температуры по высоте помещения



Основным фактором, который обеспечивает надежность и эффективность системы теплого пола - это использование комплектной системы, поставляемой одним производителем, что гарантирует полную совместимость всех элементов и возможность точного расчета температурных режимов. Практика показывает, что устройство теплых полов "на глазок" обходится заказчику в 1,5-2,3 раза дороже, чем грамотно спроектированная и налаженная система. Для возможности выполнения системы напольного отопления необходимо, чтобы помещение имело резерв по высоте для размещения "пирога" теплого пола. Минимально требуемая высота конструкции теплого пола составляет 85мм (без учета покрытия пола).

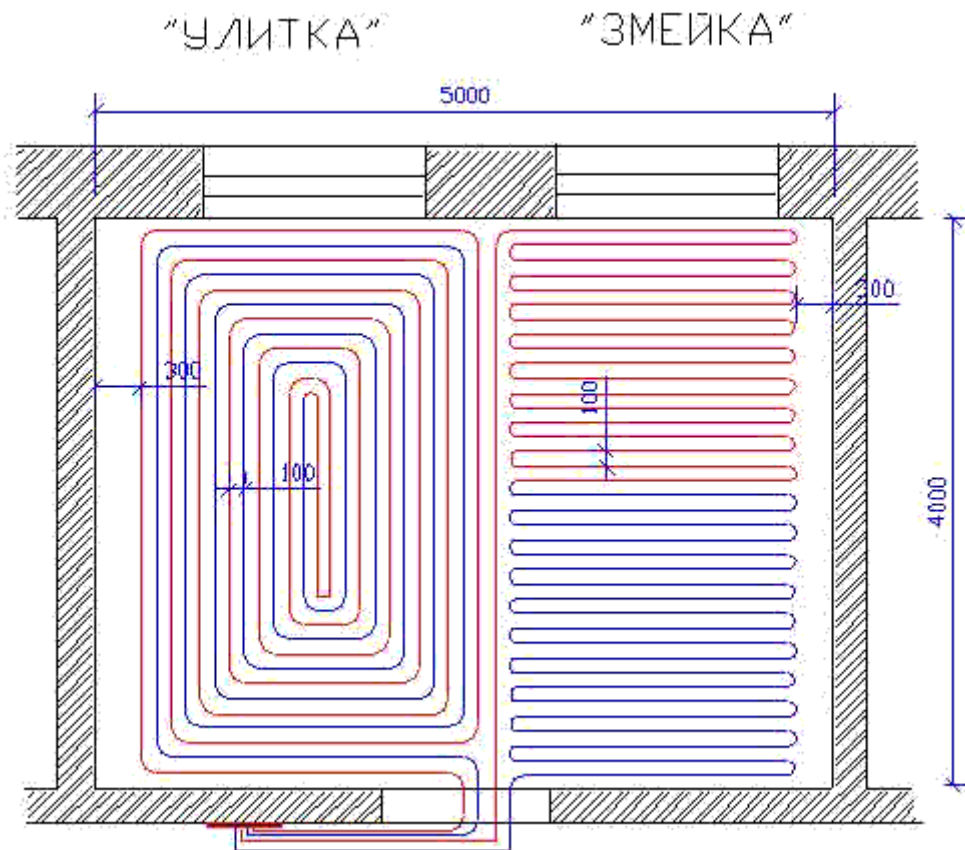


Существует несколько способов раскладки петель теплого пола по помещению. Наиболее предпочтительным вариантом является укладка "улиткой". По сравнению с раскладкой

"змейкой" первый вариант дает 10-15% экономии в количестве трубы и значительно выигрывает по гидравлическим характеристикам из-за малого количества "калачей".

*Сравнение вариантов укладки петель*

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



На практике применяются следующие способы подключения систем теплых полов:

1. непосредственно от теплогенератора (котла) через смесительно-регулирующий узел;
2. от системы радиаторного отопления через теплообменник с созданием собственного контура;
3. от контура горячего водоснабжения через термостатический узел;

4. от обратного трубопровода системы радиаторного отопления через термостатический узел ( данный способ пока не утвержден российскими строительными нормами).

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

1. для равномерной теплоотдачи трубы теплого пола следует укладывать параллельно друг другу;
2. наращивать петли допускается только с применением пресс-фитингов ( при этом сопротивление фитингов включается в гидравлический расчет);
3. после укладки труб следует выполнить исполнительную схему, где указать точную привязку осей труб. Это необходимо, чтобы при дальнейших работах не повредить трубу. Для крепления строительных конструкций к полу, в стяжке нужно устанавливать пробки, дюбели или закладные детали;
4. деформационные швы следует устраивать в следующих местах:
  - вдоль стен и перегородок;
  - при размере пола свыше  $40\text{м}^2$ ;
  - при длине пола свыше 8м;
  - в местах входящих углов.
5. к одному коллектору надо стараться присоединять петли примерно равной длины.

## ***РАСЧЕТ ТЕПЛОГО ПОЛА***

Принцип расчета теплого пола рассмотрим на конкретном примере.

### **ПРИМЕР**

#### **Исходные данные:**

*Требуемая температура внутреннего воздуха в помещении.* Для жилых помещений эта величина обычно составляет  $20^{\circ}\text{C}$ .

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

*Конструкция пола.* Для рассматриваемого примера ( см. п. 5.3.) в расчет принимается толщина цементно-песчаной стяжки 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 теплотерь даже для жилых помещений может составлять от 40 Вт/м<sup>2</sup> ( для зданий с эффективными ограждающими конструкциями и стеклопакетами ) до 250-300Вт/м<sup>2</sup> (для коттеджей с кирпичными неутепленными стенами и большим количеством проемов).В нашем примере теплотери помещения составляют Q=1288Вт. То есть удельные теплотери помещения составляют  $q = 1288/16,1 = 80 \text{Вт/м}^2$

*Предварительно принятые решения:*

*Определение диаметра трубы и шага между осями труб.*

Зная удельные теплотери, зададимся диаметром трубы и шагом между осями труб, используя график.

График зависимости удельного теплового потока от средней температуры воды

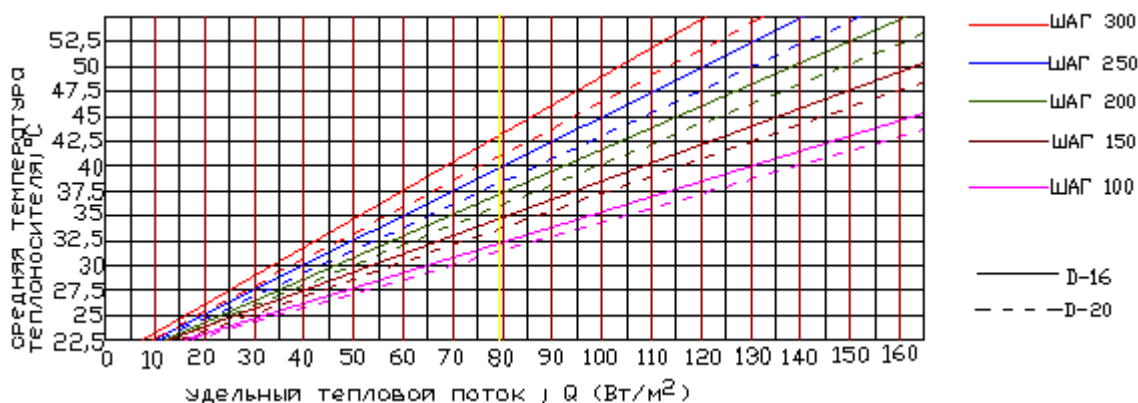


График показывает, что для достижения требуемого теплового потока 80 Вт/м<sup>2</sup> можно использовать несколько вариантов , сведенных в таблицу

Шаг, см	Диаметр, мм	Средняя температура теплоносителя, °C	Количество трубы на 1 м <sup>2</sup> , м.п.	Количество трубы на 20 м <sup>2</sup> , 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		

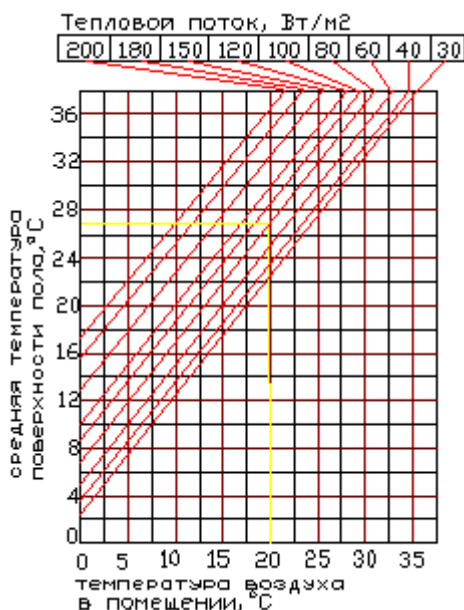
Для выбора наиболее оптимального варианта необходимо произвести дополнительные расчеты.

**Расчетные данные:**

*Определение средней температуры поверхности пола.*

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

График зависимости средней температуры поверхности пола от теплового потока и внутренней температуры воздуха:



Для нашего примера средняя температура поверхности пола составит 26,9°C. Средняя температура пола не превышает допустимых значений, представленных в таблице:

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

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

### Определение средней температуры теплоносителя.

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

Расчет ведем по формуле:

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

где :  $q$  – удельный тепловой поток ( 80 Вт/м<sup>2</sup>);

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

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

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

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

### Окончательный выбор шага труб.

Возвращаясь к графику, становится ясно, что из условия не превышения максимально допустимой температуры поверхности пола надо принимать шаг труб 100мм ( трубы Valrex 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 Valrex, 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 $\Delta t$ .

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

### Определение температуры теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе.

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

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

### Определение расхода теплоносителя в петле.

Расход теплоносителя в петле (  $G$  ) рассчитывается для подбора окончательного диаметра труб и вычисления гидравлических потерь.  $G = Q_1 / (4187 \times \Delta t) = 844 / (4187 \times 5) = 0,04$  кг/с.

### Определение скорости движения теплоносителя.

Максимальная скорость движения теплоносителя в трубах теплого пола должна лежать в пределах от 0,15 до 1 м/с. Определим скорости воды в трубах диаметрами 16мм и 20мм (внутренние диаметры  $D_{\text{вн}}$  -12мм и 16мм):

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

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

Обе трубы удовлетворяют допустимым интервалам скоростей. Принимаем трубу с наружным диаметром 16, как менее дорогую. На практике, порой выгоднее принимать большее значение диаметра, чтобы снизить гидравлические потери в системе.

#### *Определение длин петель.*

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

#### *Определение потерь давления в петлях.*

Потери давления в петлях теплого пола определяются для подбора насосного оборудования и расчета предварительной настройки регулировочных вентилей коллектора. Общие потери в петле складываются из линейных (от трения) потерь и потерь давления на преодоление местных сопротивлений (изменение направления, диаметра, характеристик потока). Линейные потери в петлях находим на основании полученного значения скорости теплоносителя (0,354 м/с) и выбранного диаметра трубы (16мм) по гидравлическим таблицам (Приложение 15 ). Перемножив полученные удельные потери (167 Па/м) на длину трубы получим линейные потери давления  $167 \times 96 = 16032$  Па. Сумму коэффициентов местных сопротивлений  $Z$  определяем как произведение количества отводов («калач» считается за два отвода) на 0,5 (КМС отвода). Для нашего примера («улитка»)  $Z = 52 \times 0,5 = 26$ . (Потери в соединительных фитингах условно не учитываются). Потери на местные сопротивления определяются по формуле:

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

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

### ***ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ОДНОЙ ПЕТЛЕ НЕ ДОЛЖНЫ ПРЕВЫШАТЬ 20 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 приступить к выбору насоса и составлению таблицы предварительной настройки коллекторных вентилей.

Для прочих вариантов конструкций пола можно использовать нижеприведенные графики.

## Графики теплового потока для различных вариантов покрытий:

График зависимости удельного теплового потока от средней температуры воды в трубах ValPex (при толщине стяжки 30мм, T.воздуха в помещении 20°C, покрытии пола из керамической плитки)

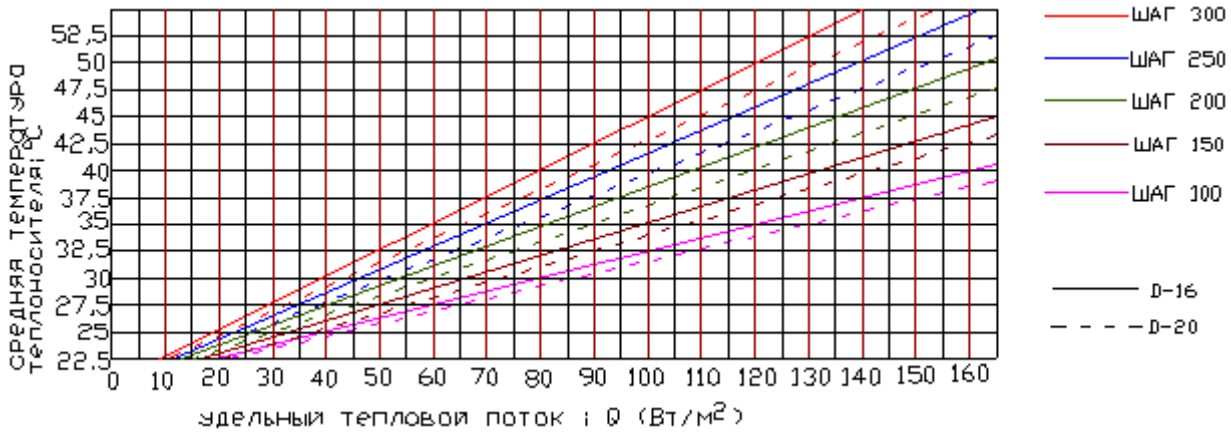


График зависимости удельного теплового потока от средней температуры воды в трубах ValPex (при толщине стяжки 50мм, T.воздуха в помещении 20°C, покрытии пола из керамической плитки)

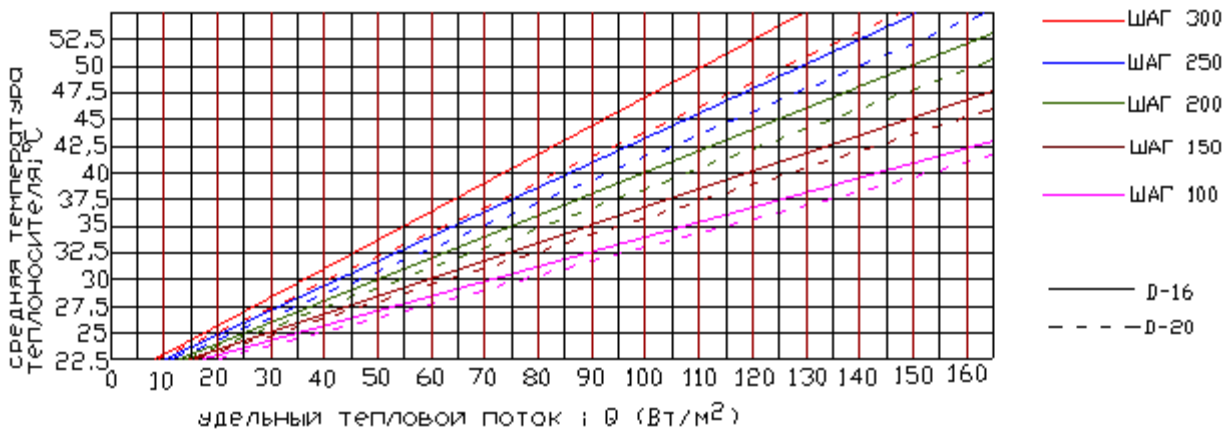


График зависимости удельного теплового потока от средней температуры воды в трубах ValPex (при толщине стяжки 30мм, T.воздуха в помещении 20°C, покрытии пола из ленолиума)

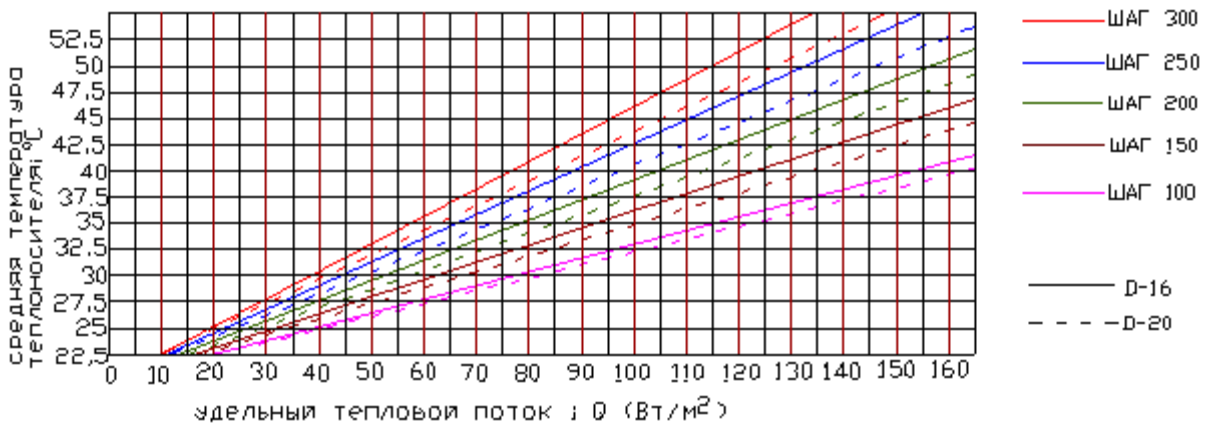




График зависимости удельного теплового потока от средней температуры воды в трубах ValPex (при толщине стяжки 70мм, T.воздуха в помещении 20°C, покрытии пола из ленолиума)

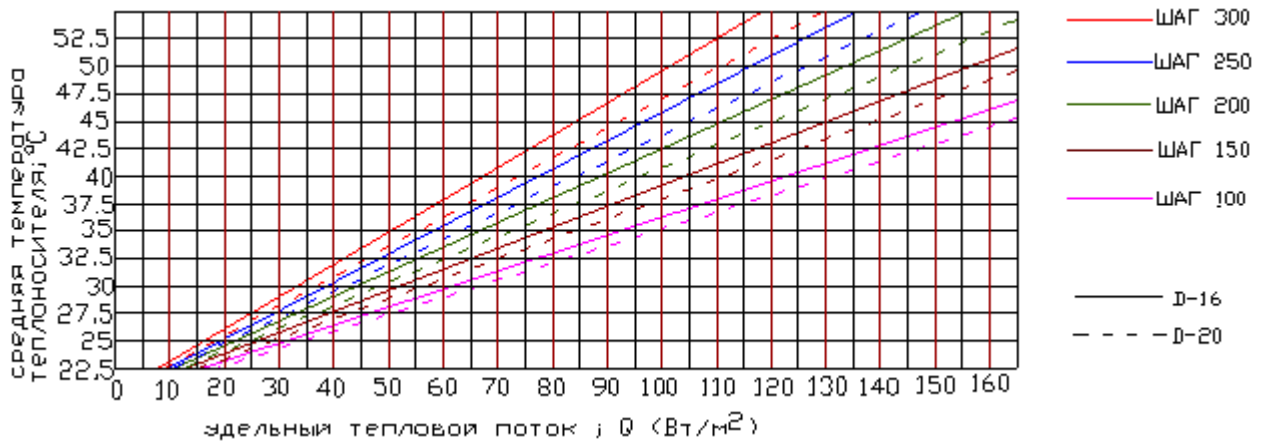
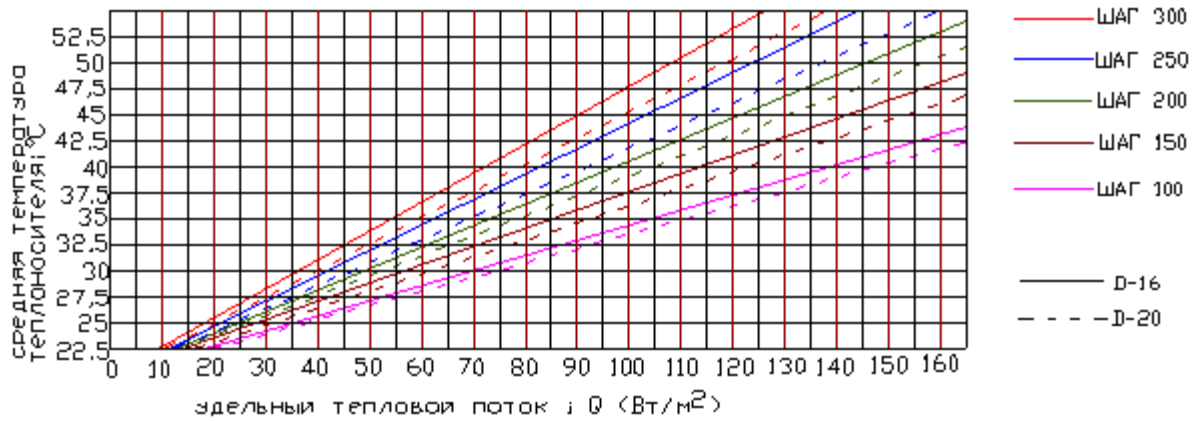


График зависимости удельного теплового потока от средней температуры воды в трубах ValPex (при толщине стяжки 50мм, T.воздуха в помещении 20°C, покрытии пола из ленолиума)



**ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБ Valpex И Valtec Super**

*Гидравлические характеристики труб при 10°C(холодная вода)*

Расход, л/с	Труба 16x2		Труба 20x2		Труба 26x3		Труба 32x3		Труба 40x3,5	
	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м
0,01	0,088	25.8	0.05	8.18	0.32	3.35	0.02	1.17	-	-
0.02	0.178	51.68	0.10	16.35	0.064	6.7	0.038	2.35	-	-
0.03	0.265	132.3	0.149	24.5	0.096	10	0.06	3.52	-	-
0.04	0.353	219	0.2	55.8	0.127	13.4	0.075	4.7	-	-
0.05	0.442	323.6	0.249	82.5	0.159	28.6	0.094	5.86	-	-
0.06	0.531	445.2	0.3	113.5	0.191	39.3	0.11	7.04	-	-
0.07	0.62	583	0.348	148.7	0.223	51.5	0.13	14.8	-	-
0.08	0.707	736.5	0.398	187.8	0.255	65	0.15	18.7	-	-
0.09	0.796	905	0.448	230.8	0.287	80	0.17	23	-	-
0.10	0.885	1088	0.497	337.5	0.318	96	0.19	27.7	0.12	8.91
0.12	1.062	1497	0.597	382	0.382	132	0.23	38	0.14	12.3
0.14	1.239	1961	0.697	500	0.446	173	0.26	49.8	0.16	16.1
0.16	1.314	2477	0.791	632	0.51	219	0.30	63	0.187	20.3
0.18	1.59	3044	0.896	776	0.57	269	0.34	77	0.21	24.9
0.20	1.77	3660	0.995	933	0.64	323	0.38	93	0.23	30
0.22	1.95	4474	1.095	1103	0.7	382	0.41	110	0.257	35.4
0.24	2.12	5225	1.194	1284	0.764	445	0.45	128	0.28	41.2
0.26	2.3	6029	1.29	1477	0.828	552	0.49	147	0.304	47.4
0.28	2.48	6884	1.39	1682	0.892	583	0.53	168	0.328	54
0.30	2.65	7789	1.49	1898	0.955	658	0.57	189	0.351	61
0.32	2.83	8746	1.59	2124	1.02	736	0.603	212	0.374	68.2
0.34	3.01	9752	1.69	2363	1.08	819	0.64	235	0.40	75.9
0.36	-	-	1.79	2611	1.15	905	0.678	260	0.42	83.8
0.38	-	-	1.89	2966	1.21	994	0.716	286	0.444	92.1
0.4	-	-	1.99	3250	1.27	1088	0.754	313	0.468	101
0.45	-	-	2.24	4011	1.43	1337	0.848	384	0.526	124
0.5	-	-	2.49	4843	1.59	1608	0.942	462	0.585	149
0.55	-	-	2.74	5745	1.75	1900	1.04	546	0.643	176
0.6	-	-	2.99	6717	1.91	2286	1.13	636	0.701	205
0.65	-	-	3.23	7757	2.07	2637	1.22	732	0.76	238
0.7	-	-	3.48	8865	2.29	3011	1.32	833	0.819	268
0.8	-	-	-	-	2.55	3823	1.51	1052	0.94	339
0.9	-	-	-	-	2.87	4723	1.7	1293	1.05	417
1.0	-	-	-	-	3.18	5707	1.88	1607	1.17	501
1.1	-	-	-	-	3.5	6777	2.07	1904	1.29	592
1.2	-	-	-	-	3.82	7030	2.26	2225	1.40	689
1.3	-	-	-	-	4.14	9165	2.45	2567	1.52	793
1.4	-	-	-	-	-	-	2.64	2932	1.64	903



Гидравлические характеристики труб при 60°C (горячая вода)

Расход, л/с	Труба 16х2		Труба 20х2		Труба 26х3		Труба 32х3		Труба 40х3,5	
	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м
0,01	0,088	9.20	0.05	2.91	0.32	-	0.02	-	-	-
0.02	0.178	49.6	0.10	12.7	0.064	-	0.038	-	-	-
0.03	0.265	101.3	0.149	25.7	0.096	-	0.06	-	-	-
0.04	0.353	167	0.2	42.6	0.127	-	0.075	-	-	-
0.05	0.442	247	0.249	62.9	0.159	21.8	0.094	-	-	-
0.06	0.531	339	0.3	86.6	0.191	30	0.11	-	-	-
0.07	0.62	446	0.348	113	0.223	39.3	0.13	-	-	-
0.08	0.707	581	0.398	143	0.255	49.6	0.15	-	-	-
0.09	0.796	717	0.448	176	0.287	61	0.17	-	-	-
0.10	0.885	866	0.497	212	0.318	73.3	0.19	21.1	0.12	-
0.12	1.062	1200	0.597	292	0.382	101	0.23	29	0.14	-
0.14	1.239	1584	0.697	394	0.446	132	0.26	38	0.16	-
0.16	1.314	2016	0.791	500	0.51	167	0.30	48	0.187	-
0.18	1.59	2496	0.896	618	0.57	205	0.34	58.9	0.21	-
0.20	1.77	3022	0.995	746	0.64	247	0.38	70.9	0.23	22.9
0.22	1.95	3595	1.095	885	0.7	301	0.41	83.8	0.257	27
0.24	2.12	4214	1.194	1035	0.764	352	0.45	97.6	0.28	31.4
0.26	2.3	4879	1.29	1196	0.828	406	0.49	112	0.304	36.2
0.28	2.48	5590	1.39	1368	0.892	464	0.53	128	0.328	41.2
0.30	2.65	6346	1.49	1550	0.955	525	0.57	144	0.351	46.5
0.32	2.83	7148	1.59	1742	1.02	589	0.603	161	0.374	52
0.34	3.01	7995	1.69	1944	1.08	657	0.64	180	0.40	57.8
0.36	3.18	8887	1.79	2157	1.15	728	0.678	198	0.42	64
0.38	3.36	9823	1.89	2380	1.21	802	0.716	226	0.444	70.3
0.4	-	-	1.99	2614	1.27	880	0.754	247	0.468	76.9
0.45	-	-	2.24	3242	1.43	1089	0.848	305	0.526	64.5
0.5	-	-	2.49	3934	1.59	1318	0.942	369	0.585	114
0.55	-	-	2.74	4688	1.75	1566	1.04	437	0.643	134
0.6	-	-	2.99	5504	1.91	1834	1.13	511	0.701	162
0.65	-	-	3.23	6383	2.07	2125	1.22	591	0.76	186
0.7	-	-	3.48	7324	2.29	2433	1.32	675	0.819	213
0.8	-	-	3.98	9391	2.55	3109	1.51	859	0.94	270
0.9	-	-	-	-	2.87	3862	1.7	1065	1.05	334
1.0	-	-	-	-	3.18	4693	1.88	1290	1.17	405
1.1	-	-	-	-	3.5	5600	2.07	1534	1.29	479
1.2	-	-	-	-	3.82	6584	2.26	1799	1.40	561
1.3	-	-	-	-	4.14	7645	2.45	2084	1.52	648

Расход, л/с	Труба 16x2		Труба 20x2		Труба 26x3		Труба 32x3		Труба 40x3,5	
	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м
1.4	-	-	-	-	4.46	8781	2.64	2388	1.64	742
1.5	-	-	-	-	4.78	9994	2.83	2712	1.75	841
1.6	-	-	-	-	-	-	3.02	3055	1.87	945
1.7	-	-	-	-	-	-	3.2	3418	1.99	1056
1.8	-	-	-	-	-	-	3.39	3800	2.10	1172
1.9	-	-	-	-	-	-	3.58	4201	2.22	1294
2.0	-	-	-	-	-	-	3.76	4622	2.34	1422
2.2	-	-	-	-	-	-	4.15	5521	2.57	1693
2.4	-	-	-	-	-	-	4.52	6497	2.81	1988
2.6	-	-	-	-	-	-	4.9	7550	3.04	2304
2.8	-	-	-	-	-	-	5.28	8679	3.28	2643
3.0	-	-	-	-	-	-	5.65	9885	3.51	3004
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	4.09	4004
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	4.68	5140
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	5.26	6414
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	5.85	7824
5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.43	9371

Гидравлические характеристики труб при 80°C (отопление)

Расход, л/с	Труба 16x2		Труба 20x2		Труба 26x3		Труба 32x3		Труба 40x3,5	
	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м
0,01	0,088	13.6	0.05	-	0.32	-	0.02	-	-	-
0.02	0.178	45.8	0.10	-	0.064	-	0.038	-	-	-
0.03	0.265	93	0.149	-	0.096	-	0.06	-	-	-
0.04	0.353	154	0.2	-	0.127	-	0.075	-	-	-
0.05	0.442	227	0.249	58	0.159	20	0.094	-	-	-
0.06	0.531	324	0.3	79.8	0.191	27.7	0.11	-	-	-
0.07	0.62	426	0.348	105	0.223	36.2	0.13	-	-	-
0.08	0.707	541	0.398	132	0.255	45.7	0.15	-	-	-
0.09	0.796	669	0.448	162	0.287	56.2	0.17	-	-	-
0.10	0.885	808	0.497	195	0.318	67.6	0.19	19.4	0.12	-
0.12	1.062	1123	0.597	279	0.382	93	0.23	26.8	0.14	-
0.14	1.239	1485	0.697	367	0.446	122	0.26	35	0.16	-
0.16	1.314	1892	0.791	467	0.51	154	0.30	44.2	0.187	-
0.18	1.59	2347	0.896	576	0.57	196	0.34	54.4	0.21	-
0.20	1.77	2846	0.995	698	0.64	237	0.38	65.4	0.23	21
0.22	1.95	3391	1.095	829	0.7	281	0.41	77.3	0.257	24.9
0.24	2.12	3980	1.194	970	0.764	328	0.45	90	0.28	29
0.26	2.3	4614	1.29	1122	0.828	379	0.49	103	0.304	33.3
0.28	2.48	5291	1.39	1284	0.892	433	0.53	122	0.328	38
0.30	2.65	6061	1.49	1456	0.955	490	0.57	128	0.351	42.8
0.32	2.83	6783	1.59	1638	1.02	551	0.603	155	0.374	48
0.34	3.01	7595	1.69	1830	1.08	615	0.64	172	0.40	53.3
0.36	3.18	8450	1.79	2032	1.15	682	0.678	191	0.42	59
0.38	3.36	9350	1.89	2245	1.21	752	0.716	210	0.444	64.7
0.4	-	-	1.99	2467	1.27	825	0.754	231	0.468	70.9
0.45	-	-	2.24	3065	1.43	1022	0.848	285	0.526	90
0.5	-	-	2.49	3725	1.59	1239	0.942	344	0.585	109
0.55	-	-	2.74	4446	1.75	1476	1.04	409	0.643	129
0.6	-	-	2.99	5228	1.91	1731	1.13	479	0.701	151
0.65	-	-	3.23	6071	2.07	2006	1.22	554	0.76	174
0.7	-	-	3.48	6975	2.29	2300	1.32	633	0.819	199
0.8	-	-	3.98	8964	2.55	2945	1.51	808	0.94	253
0.9	-	-	-	-	2.87	3666	1.7	1002	1.05	312
1.0	-	-	-	-	3.18	4462	1.88	1216	1.17	378
1.1	-	-	-	-	3.5	5334	2.07	1449	1.29	449
1.2	-	-	-	-	3.82	6281	2.26	1701	1.40	527
1.3	-	-	-	-	4.14	7303	2.45	1973	1.52	609
1.4	-	-	-	-	4.46	8399	2.64	2264	1.64	698

Расход, л/с	Труба 16x2		Труба 20x2		Труба 26x3		Труба 32x3		Труба 40x3,5	
	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м	Скорость, м/с	Потери давления, Па, м
1.5	-	-	-	-	4.78	9570	2.83	2573	1.75	792
1.6	-	-	-	-	-	-	3.02	2902	1.87	891
1.7	-	-	-	-	-	-	3.2	3250	1.99	996
1.8	-	-	-	-	-	-	3.39	3617	2.10	1107
1.9	-	-	-	-	-	-	3.58	4003	2.22	1223
2.0	-	-	-	-	-	-	3.76	4408	2.34	1345
2.2	-	-	-	-	-	-	4.15	5274	2.57	1604
2.4	-	-	-	-	-	-	4.52	6217	2.81	1886
2.6	-	-	-	-	-	-	4.9	7233	3.04	2190
2.8	-	-	-	-	-	-	5.28	8326	3.28	2515
3.0	-	-	-	-	-	-	5.65	9493	3.51	2862
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	4.09	3824
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	4.68	4921
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	5.26	6153
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	5.85	7519
5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.43	9020