

**ТЕРМОРОС экспресс-техинформбюро сообщает:**

**№6**

### Расчет теплого пола

В режиме работы теплого пола участвуют параметры:

$t_1$  - температурой теплоносителя в подающей

$t_2$  - температурой теплоносителя в обратной

$t_n$  - температурой помещения

$t_{пол}$  - температура поверхности пола

$B$  - шаг раскладки петель трубы пола, м

$q$  - удельная теплоотдача Вт/м<sup>2</sup>, т.е. тепловая мощность в Вт с 1 м<sup>2</sup>

Кроме этого могут применяться различные трубы, пол может иметь различные внешние покрытия, например, керамическая плитка, ковролин, паркет и т. д., нижележащее помещение может иметь разную степень охлаждения, может быть различной толщина стяжки.

Наиболее удобным инструментом определения требуемых параметров при выборе других как заданных являются таблицы, где приведено соответствие значений всех параметров. Здесь мы приводим таблицы для самого распространенного случая, когда применяется металлопластиковая труба 16x2 мм, а толщина бетонной стяжки составляет 45 мм.

Расход теплоносителя  $G$  (кг/час) находится после задания разности температур  $t_1 - t_2$ . Обычно принимается  $t_1 - t_2 = 10^\circ\text{C}$  и

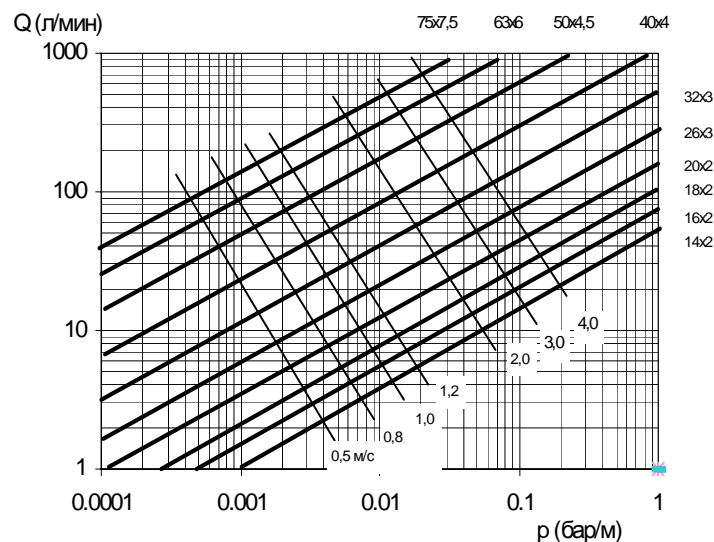
$$G = W / 1.163 / (t_1 - t_2)$$

Скорость воды в трубе находится по формуле

$$V = Q / (\pi d_{внут}^2 / 4)$$

Скорость должна находиться в пределах  $0,2 < V < 1$  м/с. Внутренний диаметр  $d_{внут}$  трубы измеряется в м, объемный расход жидкости  $Q$  измеряется в м<sup>3</sup>/с.

Гидравлическое сопротивление  $R$  контура состоит из сопротивления трения трубы  $R_{тр}$  и суммы местных сопротивлений на повороты труб  $R_z$ . Зная расход  $Q$ , сопротивление трения трубы  $R_{тр}$  можно найти из графиков.



Местные сопротивления составляют в основном повороты петель на 180°, и их количество на 1 м<sup>2</sup> равно 1/В. Коэффициент сопротивления такого поворота равен 1, и сумма гидравлических местных сопротивлений на 1 м<sup>2</sup> пола равна:

$$R_z = 500 \cdot V^2 / B \quad [\text{Па}]$$

Общее гидравлическое сопротивление не должно превышать 2 м (или 20 кПа), так как при больших перепадах давления возможен шум на терморегулирующих вентиллях.

### **Приближенные оценки для наиболее распространенных случаев.**

#### **Городская квартира.**

##### *1. Использование горячей воды непосредственно из водопровода.*

Принимается средняя температура воды в контуре теплого пола 50°C

##### ***Ванная:***

Покрытие - керамическая плитка

Температура воздуха  $t_n = 24^\circ\text{C}$

Температура поверхности пола (керамическая плитка)  $t_{\text{пол}} = 33^\circ\text{C}$

Шаг петель 30 см

Длина контура на 1 м<sup>2</sup>  $B = 3.4 \text{ м}$

Теплоотдача 98 Вт/м<sup>2</sup>

##### ***Туалет:***

Покрытие - керамическая плитка

Температура воздуха  $t_n = 20^\circ\text{C}$

Температура поверхности пола (керамическая плитка)  $t_{\text{пол}} = 31^\circ\text{C}$

Шаг петель 25 см

Длина контура на 1 м<sup>2</sup>  $B = 4 \text{ м}$

Теплоотдача 130 Вт/м<sup>2</sup>

##### ***Кухня:***

Покрытие - линолеум

Температура воздуха  $t_n = 20^\circ\text{C}$

Температура поверхности пола  $t_{\text{пол}} = 29^\circ\text{C}$

Шаг петель 25 см

Длина контура на 1 м<sup>2</sup>  $B = 4 \text{ м}$

Теплоотдача 102 Вт/м<sup>2</sup>

##### *2. Использование горячей воды из системы отопления.*

Требуемая температура в контуре теплого достигается узлами смешения, например, на базе термосмесителя TERMOFAR арт. 3950. Пример собственной сборки такого узла смешения описан в «Альбоме технических решений», узел № 3.1, изд. «Терморос».

Оптимальная средняя температура воды 45°C

##### ***Ванная:***

Покрытие - керамическая плитка

Температура воздуха  $t_n = 24^\circ\text{C}$

Температура поверхности пола (керамическая плитка)  $t_{\text{пол}} = 33^\circ\text{C}$

Шаг петель 20 см

Длина контура на 1 м<sup>2</sup>  $B = 5 \text{ м}$

Теплоотдача 104 Вт/м<sup>2</sup>

### Туалет:

Покрытие - керамическая плитка

Температура воздуха  $t_{п}=20^{\circ}\text{C}$

Температура поверхности пола (керамическая плитка)  $t_{пол}=31^{\circ}\text{C}$

Шаг петель 20 см

Длина контура на  $1\text{ м}^2$   $B=5\text{ м}$

Теплоотдача  $125\text{ Вт/м}^2$

### Кухня:

Покрытие - линолеум

Температура воздуха  $t_{п}=20^{\circ}\text{C}$

Температура поверхности пола (керамическая плитка)  $t_{пол}=29^{\circ}\text{C}$

Шаг петель 20 см

Длина контура на  $1\text{ м}^2$   $B=5\text{ м}$

Теплоотдача  $96\text{ Вт/м}^2$

### Жилая комната:

Покрытие – ковровое покрытие, толстый паркет

Температура воздуха  $t_{п}=20^{\circ}\text{C}$

Температура поверхности пола (керамическая плитка)  $t_{пол}=27^{\circ}\text{C}$

Шаг петель 20 см

Длина контура на  $1\text{ м}^2$   $B=5\text{ м}$

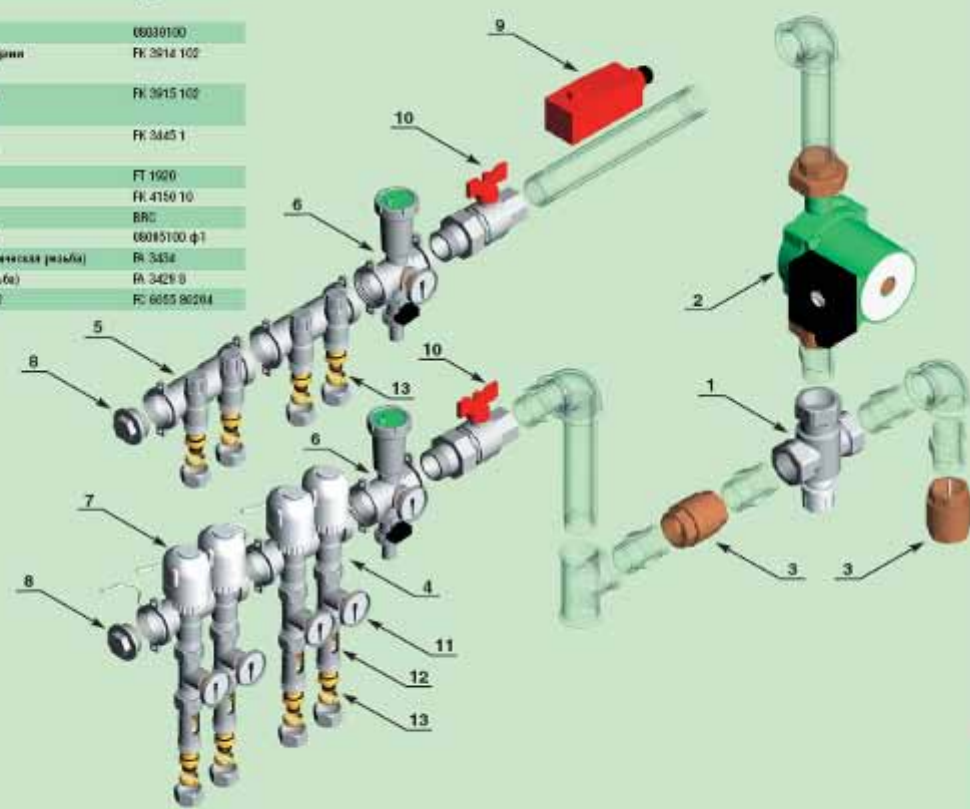
Теплоотдача  $79\text{ Вт/м}^2$

АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

FAR

Детализровка

1	Термостатический смеситель, 1"	FA 3056 10
2	Циркуляционный насос системы отопления с присоединительными коллектами, 1"	DAB
3	Обратный клапан, 1"	06030100
4	Фланцевый регулирующий коллектор с 2 отводами (отводы с метрической резьбой), 1"	FK 3614 102
5	Фланцевый запорный коллектор с 2 отводами (отводы с метрической резьбой), 1"	FK 3615 102
6	Хромированный угол с вытеснением воздуха, термометром и сплюснутым краем, 1"	FK 3445 1
7	Защелпительная головка	FT 1920
8	Заглушка для коллектора, 1 1/2"	FK 4150 10
9	Накладной термостатический датчик	BRG
10	Полупроводниковый шаровой кран с фланцем, 1"	06015100 ф1
11	Хромированный тройник с термометром (метрическая резьба)	FA 3434
12	Хромированный разгонник (метрическая резьба)	FA 3425 B
13	Наконечник для мп труб с наконечной гайкой, 20x2	FC 6055 80204



Отопление

77

www.armatura-far.ru

# Таблицы выбора параметров

**Таблица. Расчет теплового потока**  
для напольного покрытия с  $R_{дв}=0,00 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$  (например: керамическая плитка)

Труба  $\varnothing 16 \times 2 \text{ мм}$

**Температура поверхности пола**  
(согл. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12):

Зона постоянного пребывания:  $t_{пол} \text{ макс. } 26^\circ \text{C}$   
Ванная комната и бассейны:  $t_{пол} \text{ макс. } 31^\circ \text{C}$   
Краявая зона:  $t_{пол} \text{ макс. } 35^\circ \text{C}$

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки В (см)									
		10		15		20		25		30	
		Расход трубы L (м/м²)									
		10,00		6,70		5,00		4,00		3,40	
t <sub>ср</sub> °C	t <sub>п</sub> °C	1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола									
		Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C
30	15	100,3	24,0	88,4	22,9	74,9	21,8	64,8	21,1	56,4	20,3
	18	80,2	25,4	69,1	24,4	59,9	23,8	51,9	23,0	45,1	22,4
	20	66,8	26,2	57,6	25,5	49,9	24,8	43,3	24,2	37,8	23,6
	22	53,5	27,1	45,1	26,5	39,9	25,9	34,6	25,4	30,1	25,0
	24	40,1	27,5	34,8	27,4	29,9	27,0	25,0	26,6	22,6	26,3
35	15	133,7	26,7	115,2	25,2	99,8	24,0	86,5	22,9	75,2	21,9
	18	113,8	28,1	97,9	26,3	84,8	25,7	73,5	24,8	63,9	24,0
	20	100,3	29,0	86,4	27,3	74,9	26,9	64,9	26,1	56,4	25,3
	22	86,9	29,9	74,9	28,9	64,9	28,1	56,2	27,3	48,9	26,7
	24	73,5	30,8	63,4	29,9	54,9	29,2	47,6	28,6	41,4	28,0
40	15	167,1	29,4	144,0	27,5	124,8	26,0	108,2	24,7	94,0	23,5
	18	147,0	30,8	126,7	28,2	109,8	27,8	95,2	26,5	82,7	25,8
	20	133,7	31,7	116,2	30,2	99,3	29,0	86,5	27,8	75,2	26,8
	22	120,3	32,5	103,7	31,3	89,8	30,2	77,9	29,2	67,7	28,3
	24	106,9	33,6	92,2	32,4	79,8	31,3	69,2	30,4	60,2	29,7
45	15	200,5	31,9	172,8	29,8	149,7	28,0	129,0	26,4	112,8	25,0
	18	180,5	33,4	155,6	30,4	134,7	29,8	116,3	28,4	101,5	27,1
	20	167,1	34,4	144,0	32,5	124,8	31,0	108,2	29,7	94,0	28,5
	22			132,5	33,6	114,2	32,2	99,5	31,0	86,5	29,9
	24			121,0	34,7	104,3	33,4	90,8	32,2	79,0	31,3
50	15	233,9	34,3	204,8	32,0	174,7	29,9	151,2	28,1	131,6	26,6
	18			184,4	33,7	159,7	31,8	138,4	30,1	120,4	28,7
	20			172,8	34,8	149,7	33,0	129,8	31,4	112,8	30,0
	22					139,7	34,2	121,1	32,7	105,3	31,4
	24							112,5	34,0	97,8	32,8

	Зона постоянного пребывания
	Краявая зона
	Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.15.

**Примечание.** Расчет действителен для цементно-песчаной стяжки с толщиной 45 мм над трубой!

Таблица.

## Расчет теплового потока

для напольного покрытия с  $R_{1B}=0,05 \text{ м}^2/\text{Вт}$  (например: паркет, синтетическое волокно)Труба  $\varnothing 16 \times 2 \text{ мм}$ 

## Температура поверхности пола

(согл. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12):

Зона постоянного пребывания:  $t_{\text{пол макс.}} 26^\circ\text{C}$ Ванная комната и бассейны:  $t_{\text{пол макс.}} 31^\circ\text{C}$ Краевая зона:  $t_{\text{пол макс.}} 35^\circ\text{C}$ 

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки В (см)									
		10		15		20		25		30	
		Расход трубы L (м/м²)									
		10,00		6,70		5,00		4,00		3,40	
t <sub>ср</sub> °C	t <sub>п</sub> °C	1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола									
		Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C
30	15	73,6	21,8	65,0	21,1	57,6	20,5	51,1	19,9	45,4	19,4
	18	58,8	23,6	52,0	23,0	46,1	22,5	40,9	22,0	36,3	21,6
	20	49,0	24,7	43,3	24,2	38,4	23,8	34,1	23,4	30,3	23,0
	22	39,2	25,8	34,7	25,4	30,7	25,1	27,2	24,8	24,2	24,5
	24	29,4	27,0	26,0	26,6	23,0	26,4	20,4	26,1	18,2	25,9
35	15	98,1	23,8	86,7	22,9	76,8	22,1	68,1	21,3	60,5	20,7
	18	83,4	25,6	73,7	24,8	65,3	24,1	57,9	23,5	51,5	22,9
	20	73,6	26,8	65,0	26,1	57,6	25,5	51,1	24,9	45,4	24,4
	22	63,8	28,0	56,3	27,3	49,9	26,8	44,3	26,3	39,4	25,9
	24	53,9	29,1	47,7	28,6	42,3	28,1	37,5	27,7	33,3	27,3
40	15	122,6	25,8	108,4	24,7	96,0	23,7	85,2	22,8	75,7	22,0
	18	107,9	27,7	95,3	26,6	84,5	25,7	74,9	24,9	66,6	24,2
	20	98,1	28,8	86,7	27,9	76,8	27,1	68,1	26,3	60,5	25,7
	22	88,3	30,0	78,0	29,2	69,1	28,4	61,3	27,8	54,5	27,2
	24	78,5	31,2	69,3	30,4	61,5	29,8	54,5	29,2	48,4	28,7
45	15	147,1	27,8	130,0	26,4	115,2	25,2	102,2	24,2	90,8	23,2
	18	132,4	29,6	117,0	28,4	103,7	27,3	92,0	26,3	81,7	25,5
	20	122,6	30,8	108,4	29,7	96,0	28,7	85,2	27,8	75,7	27,0
	22	112,8	32,0	99,7	31,0	88,3	30,0	78,3	29,2	69,6	28,5
	24	103,0	33,2	91,0	32,3	80,7	31,4	71,5	30,6	63,6	30,0
50	15	171,6	29,7	151,7	28,1	134,4	26,8	119,2	25,6	105,9	24,5
	18	156,9	31,6	138,7	30,1	122,9	28,9	109,0	27,7	96,9	26,7
	20	147,1	32,8	130,0	31,4	115,2	30,2	102,2	29,2	90,8	28,2
	22	137,3	34,0	121,4	32,7	107,5	31,6	95,4	30,6	84,8	29,7
	24	127,5	35,2	112,7	34,0	99,9	33,0	88,6	32,1	78,7	31,2

	Зона постоянного пребывания
	Краевая зона
	Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.16.

Примечание. Расчет действителен для цементно-песчаной стяжки с толщиной 45 мм над трубой!



Таблица.

## Расчет теплового потока

для напольного покрытия с  $R_{\lambda,в}=0,10 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$  (например: ковровое покрытие, толстый паркет)Труба  $\varnothing 16 \times 2 \text{ мм}$ 

Температура поверхности пола

(согл. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12):

Зона постоянного пребывания:  $t_{\text{пол макс.}} 26^\circ \text{C}$ Ванная комната и бассейны:  $t_{\text{пол макс.}} 31^\circ \text{C}$ Крайняя зона:  $t_{\text{пол макс.}} 35^\circ \text{C}$ 

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки В (см)									
		10	15	20	25	30					
		Расход трубы L (м/м²)									
		10,00	6,70	5,00	4,00	3,40					
1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола											
t <sub>ср.</sub> °C	t <sub>п</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C
30	15	58,3	20,5	52,5	20,0	47,4	19,6	42,8	19,2	38,8	18,8
	18	46,6	22,5	42,0	22,1	37,9	21,7	34,3	21,4	31,0	21,1
	20	38,9	23,8	35,0	23,5	31,6	23,2	28,6	22,9	25,8	22,6
	22	31,1	25,1	28,0	24,8	25,3	24,6	22,8	24,3	20,7	24,1
	24	23,3	26,4	21,0	26,2	19,0	26,0	17,1	25,8	15,5	25,7
35	15	77,7	22,2	70,1	21,5	63,2	20,9	57,1	20,4	51,7	19,9
	18	66,0	24,2	59,6	23,6	53,8	23,1	48,5	22,7	43,9	22,3
	20	58,3	25,5	52,5	25,0	47,4	24,6	42,8	24,2	38,8	23,8
	22	50,6	26,8	45,5	26,4	41,1	26,0	37,1	25,7	33,6	25,3
	24	42,8	28,2	38,5	27,8	34,9	27,4	31,4	27,1	28,4	26,9
40	15	97,1	23,8	87,6	23,0	79,1	22,3	71,4	21,6	64,6	21,0
	18	85,5	25,8	77,1	25,1	69,6	24,5	62,8	23,9	56,8	23,4
	20	77,7	27,2	70,1	26,5	63,2	26,9	57,1	26,4	51,7	24,9
	22	69,9	28,5	63,1	27,9	56,3	27,4	51,4	26,9	46,5	26,5
	24	62,2	29,8	55,0	29,3	50,6	28,8	45,7	28,4	41,3	28,0
45	15	116,6	25,3	105,1	24,4	94,9	23,5	85,7	22,8	77,5	22,1
	18	104,9	27,4	94,5	26,6	85,4	25,8	77,1	25,1	69,8	24,5
	20	97,1	28,8	87,6	28,0	79,1	27,3	71,4	26,6	64,6	26,0
	22	89,4	30,1	80,6	29,4	72,7	28,7	65,7	28,1	59,4	27,5
	24	81,6	31,5	73,6	30,8	66,4	30,2	60,0	29,7	54,3	29,2
50	15	136,0	26,8	122,5	25,8	110,7	24,9	99,9	24,0	90,4	23,2
	18	124,3	28,0	112,1	28,0	101,2	27,1	91,4	26,3	82,7	25,6
	20	116,6	30,3	105,1	29,4	94,9	28,6	85,7	27,8	77,5	27,1
	22	108,8	31,7	98,1	30,8	88,5	30,0	79,9	29,3	72,4	28,7
	24	101,0	33,1	91,1	32,5	82,2	31,5	74,2	30,8	67,2	30,3

	Зона постоянного пребывания
	Крайняя зона
	Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91*, п. 3.16.

Примечание. Расчет действителен для цементно-песчаной стяжки с толщиной 45 мм над трубой!

Таблица.

## Расчет теплового потока

для напольного покрытия с  $R_{\lambda,в}=0,15 \text{ м}^2/\text{Вт}$  (например: толстый ковер, велюр, половая доска)Труба  $\varnothing 16 \times 2 \text{ мм}$ 

## Температура поверхности пола

(согл. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12):

Зона постоянного пребывания:  $t_{\text{пол макс.}} 26^\circ\text{C}$ Ванная комната и бассейны:  $t_{\text{пол макс.}} 31^\circ\text{C}$ Крайняя зона:  $t_{\text{пол макс.}} 35^\circ\text{C}$ 

Средняя температура теплоносителя	Температура в помещении	Шаг укладки В (см)									
		10	15		20		25		30		
		Расход трубы L (м/м²)									
		10,00	6,70		5,00		4,00		3,40		
t <sub>ср.</sub> °C	t <sub>п</sub> °C	1. Макс. тепловой поток q 2. Средняя температура поверхности пола									
		Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C	Вт/м²	t <sub>ср.пол</sub> °C
30	15	48,4	19,7	44,2	19,3	40,4	18,9	37,0	18,6	33,9	18,4
	18	38,7	21,8	35,4	21,5	32,3	21,2	29,6	21,0	27,1	20,7
	20	32,2	23,2	29,5	23,0	27,0	22,7	24,7	22,5	22,6	22,3
	22	25,8	24,6	23,6	24,4	21,6	24,2	19,7	24,1	18,1	23,9
	24	19,3	26,0	17,7	25,9	16,2	25,7	14,8	25,6	13,6	25,5
35	15	64,5	21,0	59,0	20,6	53,9	20,1	49,3	19,7	45,2	19,4
	18	54,8	23,2	50,1	22,8	45,8	22,4	41,9	22,1	38,4	21,8
	20	48,4	24,7	44,2	24,3	40,4	23,9	37,0	23,6	33,9	23,4
	22	41,9	26,1	38,3	25,8	35,0	25,5	32,0	25,2	29,4	25,0
	24	35,5	27,5	32,4	27,2	29,5	27,0	27,1	26,7	24,8	26,5
40	15	80,6	22,4	73,7	21,8	67,4	21,3	61,6	20,8	56,5	20,4
	18	70,9	24,6	64,9	24,1	59,3	23,6	54,2	23,2	49,7	22,8
	20	64,5	26,0	59,0	25,6	53,9	25,1	49,3	24,7	45,2	24,4
	22	58,0	27,5	53,1	27,1	48,5	26,7	44,4	26,3	40,7	26,0
	24	51,6	28,9	47,2	28,5	43,1	28,2	39,4	27,9	36,1	27,6
45	15	96,7	23,7	88,4	23,0	80,9	22,4	74,0	21,8	67,8	21,3
	18	87,0	25,9	79,6	25,3	72,8	24,7	66,6	24,2	61,0	23,7
	20	80,6	27,4	73,7	26,8	67,4	26,3	61,6	25,8	56,5	25,4
	22	74,2	28,9	67,8	28,3	62,0	27,8	56,7	27,4	52,0	27,0
	24	67,7	30,3	61,9	29,8	56,6	29,4	51,8	28,9	47,4	28,6
50	15	112,8	25,0	103,2	24,3	94,3	23,5	86,3	22,9	79,1	22,3
	18	103,2	27,3	94,3	26,5	86,2	25,9	78,9	25,3	72,3	24,7
	20	96,7	28,7	88,4	28,0	80,9	27,4	74,0	26,8	67,8	26,3
	22	90,3	30,2	82,5	29,5	75,5	29,0	69,0	28,4	63,3	27,9
	24	83,8	31,7	76,6	31,1	70,1	30,5	64,1	30,0	58,7	29,5

Зона постоянного пребывания

Крайняя зона

Недопустимые температуры поверхности пола согл. СНиП 2.04.05-91\*, п. 3.16.

Примечание. Расчет действителен для цементно-песчаной стяжки с толщиной 45 мм над трубой