



Исх. № 199161 - 05.03.2025/

Дата обновления статьи: 19.02.2025 г.

# Теплотехнический расчет конструкции полов

При строительстве зданий и сооружений, над подвалами и подпольями используют многослойные конструкции полов, включающие в себя:

- пароизоляцию,
- утеплитель,
- финишное покрытие.

Расчет конструкции полов аналогичен теплотехническому для наружных ограждающих конструкций. Поэтому подробно останавливаться на нем не будем.

## Этапы теплотехнического расчета

Разберем основные этапы теплотехнического расчета:

1. В начале задаются вопросами о конструкции полов, районе строительства. Определяется влажностный режим помещения, зона влажности, условия эксплуатации.
2. Затем определяются градусо-сутки отопительного периода (ГСОП).
3. В соответствии с таблицей 3 СП 50.13330.2012 определяют требуемое сопротивление конструкции теплопередаче ( $R_0^{TP}$ ). Задаются толщиной утеплителя и определяют приведенное сопротивление теплопередаче конструкции ( $R^{np}$ ). Если  $R^{np}$  больше  $R_0^{TP}$ , то условие теплопередачи конструкции выполняется. В противном случае меняем толщину утеплителя и повторяем проделанные действия снова.

## Теплотехнический расчет полов по грунту

Теплотехнический расчет пола по грунту начинают с деления конструкции пола на условные четыре зоны шириной 2 метра.

От расположения полов — на уровне или выше уровня земли, ниже уровня земли — зависит методика расположения и подсчета площадей зон:

**Если пол находится выше либо на уровне земли**, отсчет зон начинается от грани стены и далее полосами шириной по 2 метра.

**Если пол расположен ниже уровня земли**, то на начало отсчета зон влияет наличие стен в грунте и их высота от уровня земли.

Отсчет зоны I начинается по стене: от уровня эффективной полосы по периметру здания, равной половине высоты стены от уровня земли, до низа конструкции пола. Пол как бы является продолжением стены: если на стене поместилась зона шириной 1,5 метра, то по полу пойдет продолжение этой зоны, шириной 0,5 метра. Подробнее — в статье [о расположении зон для определения приведённого сопротивления конструкций в грунте](#).



Далее мы считаем площади этих зон и определяем приведенное значение сопротивления теплопередаче. Согласно СП 50.13330.2012 приложение Е, формула определения приведенного сопротивления в зависимости от расположения пола (по уровню грунта или выше, либо ниже уровня земли) может иметь вид:

— для случая расположения пола на уровне земли или выше:

$$R^{пр} = \frac{A_{пол}}{\frac{A_I}{R_I} + \frac{A_{II}}{R_{II}} + \frac{A_{III}}{R_{III}} + \frac{A_{IV}}{R_{IV}} + \varphi_n \cdot P_n}$$

— для случая расположения пола ниже уровня земли:

$$R^{пр} = \frac{A_{пол}}{\frac{A_I}{R_I} + \frac{A_{II}}{R_{II}} + \frac{A_{III}}{R_{III}} + \frac{A_{IV}}{R_{IV}} + \varphi_{пс} \cdot P_{пс}}$$

В данных уравнениях:

$A_{пол}$  — общая геометрическая площадь пола, м.кв. (Не равна сумме площадей зон);

$A_I, A_{II}, A_{III}, A_{IV}$  — площади зон, отсчитываемые от контура здания, м.кв.;

$R_I, R_{II}, R_{III}, R_{IV}$  — значение сопротивления теплопередачи зон,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ;

$\varphi_n, \varphi_{nc}$  — удельные потери теплоты в месте стыка пола со стеной, принимаемые по СП 230.1325800.2015 таблица Г.160,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$P_n, P_{nc}$  — периметр стыка, м.

Согласно СП 50.13330.2012 приложение Е, значения сопротивления теплопередаче зон ( $R_I, R_{II}, R_{III}, R_{IV}$ ) определяются по формуле:

$$R_i = \frac{1,6}{\lambda_{гр}} \cdot R_{бпi} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}}$$

В данном уравнении:

$\delta_{ут}$  — толщина утепляющего слоя, м;

$\lambda_{ут}$  — теплопроводность материала утепляющего слоя,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$\lambda_{гр}$  — теплопроводность грунта. При отсутствии данных о теплопроводности грунта, принимается равной 1,6,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$R_{бпi}$  — базовое значение сопротивления теплопередачи зоны для пола по грунту, принимаемое по СП 50.13330.2012 (изм. 2) таблица Е.3, либо посмотреть значение в статье, на которую ссылались выше,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ .

Требуемое сопротивление теплопередаче определяют в соответствии с п. 5.2 СП 50.13330.2012.

Давайте рассмотрим данный расчет на примере.

#### Исходные данные:

№ Параметр	Значение	Ед. изм.
1 Местоположение	Благовещенск	
2 Условия эксплуатации ограждающих конструкций	Б	
3 Продолжительность отопительного периода, $Z_{от}^*$	210	суток

4	Средняя температура отопительного периода, $t_{от}^*$	-10,6	°C
5	Температура внутри помещения, $t_{в}$	20	°C
6	Влажность	60	%
7	Вид здания	Жилые, гостиницы и общежития	
8	Тип конструкции	стена, пол по грунту	
9	Коэффициент эксплуатации теплоизоляционного материала, $Y_s$	0,9	

\* - параметры приняты на основе СП 131.13330.2020

#### Геометрические параметры рассматриваемого здания:

Высота стен подвала от уровня земли до низа фундамента — 3,6 м.

Периметр стен — 197,3 м.



#### Конструкции стен и полов рассматриваемого здания:

№	Материал слоя	Толщина $\delta$ , мм	Теплопроводность $\lambda(B)$ , Вт/(м•°C)
Конструкция пола			
1	Цементно-песчаная смесь	40	0,93
2	<u>Экструзионный пенополистирол</u> <u>ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID</u>	50	0,034
3	Монолитный железобетон	400	2,04

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °C•сут/год по формуле (5.2) СП 50.13330.2012 с изменениями №2:

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от}) * Z_{от} = (20 - (-10,6)) * 210 = 6426 \text{ °C} * \text{сут/год}$$

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_{отр}$  исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче:

$$R_o^{TP} = a * ГСОП + b$$

где а и b — коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 с изменениями №2 для соответствующих групп зданий.

#### Конструкция пола

Для ограждающей конструкции вида — перекрытия чердачные, перекрытия над неотапливаемыми подпольями и подвалами, полы по грунту и типа здания — Жилые, гостиницы и общежития:

$$a = 0,00045;$$

$$b = 1,9.$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 с изменениями №2 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ( $R_o^{TP}$  м<sup>2</sup>•°С)/Вт:

$$R_o^{TP} = 0,00045 * 6426 + 1,9 = 4,79 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

По формуле (5.1) СП 50.13330.2012 с изменениями №2 определим нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_o^{норм} = R_o^{TP} * m_p = 4,79 * 1 = 4,79 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

$m_p$  — коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете по формуле (5.1) принимаем равным:  $m_p=1$ .

#### Расчет удельных потерь теплоты, обусловленных элементами

Зона пола I ( $S = 394,44$  м<sup>2</sup>).

Сопротивление теплопередаче,  $R_i$  м<sup>2</sup>•°С/Вт, определим по формуле:

$$R_i = \frac{1,6}{\lambda_{гр}} R_{бпi} + \frac{\delta_{гп}}{\lambda_{ут}} \gamma_s + \frac{\delta_{осн}}{\lambda_{осн}}$$

где  $R_{бпi}$  — базовое сопротивление теплопередаче зоны для пола по грунту (м<sup>2</sup>•°С)/Вт, принимаемое по таблице Е.3.

$$R_I = \frac{1,6}{1,6} 2,1 + \frac{0,05}{0,034} 0,9 + \frac{0,4}{2,04} = 3,62 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Удельные потери теплоты элемента:

$$\frac{1}{R_I} = \frac{1}{3,62} = 0,276 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

**Зона пола II (S = 375,4 м²)**

Сопrotивление теплопередаче, R, м²·°C/Вт, определим по формуле:

$$R_i = \frac{1,6}{\lambda_{\text{гр}}} R_{\text{бпi}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} \gamma_s + \frac{\delta_{\text{осн}}}{\lambda_{\text{осн}}}$$

где  $R_{\text{бпi}}$  — базовое сопротивление теплопередаче зоны для пола по грунту (м²·°C)/Вт, принимаемое по таблице Е.3.

$$R_{II} = \frac{1,6}{1,6} 3,8 + \frac{0,05}{0,034} 0,9 + \frac{0,4}{2,04} = 5,32 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Удельные потери теплоты элемента:

$$\frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{5,32} = 0,276 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

**Зона пола III (S = 343,4 м²)**

Сопrotивление теплопередаче, R, м²·°C/Вт, определим по формуле:

$$R_i = \frac{1,6}{\lambda_{\text{гр}}} R_{\text{бпi}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} \gamma_s + \frac{\delta_{\text{осн}}}{\lambda_{\text{осн}}}$$

где  $R_{\text{бпi}}$  — базовое сопротивление теплопередаче зоны для пола по грунту (м²·°C)/Вт, принимаемое по таблице Е.3.

$$R_{III} = \frac{1,6}{1,6} 5,2 + \frac{0,05}{0,034} 0,9 + \frac{0,4}{2,04} = 6,72 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Удельные потери теплоты элемента:

$$\frac{1}{R_{III}} = \frac{1}{6,72} = 0,276 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Зона пола IV ( $S = 1542,8 \text{ м}^2$ )

Сопrotивление теплопередаче,  $R, \text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определим по формуле:

$$R_i = \frac{1,6}{\lambda_{\text{гр}}} R_{\text{бпi}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} \gamma_s + \frac{\delta_{\text{осн}}}{\lambda_{\text{осн}}}$$

где  $R_{\text{бпi}}$  — базовое сопротивление теплопередаче зоны для пола по грунту ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), принимаемое по таблице Е.3.

$$R_{IV} = \frac{1,6}{1,6} 7,7 + \frac{0,05}{0,034} 0,9 + \frac{0,4}{2,04} = 9,22 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Удельные потери теплоты элемента:

$$\frac{1}{R_{IV}} = \frac{1}{9,22} = 0,276 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Стык стены с полом ( $L = 197,3 \text{ м}$ )

Параметры рассматриваемого элемента: глубина расположения стыка — 3,6 м.

Удельные потери теплоты элемента:

$$\Psi_1 = 0,115 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$$

Таким образом, определены все удельные потери теплоты, обусловленные всеми элементами в рассматриваемом фрагменте ограждающей конструкции.

#### Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{пол}}^{\text{пр}} = \frac{A_{\text{пол}}}{\frac{A_i}{R_i} + \frac{A_{ii}}{R_{ii}} + \frac{A_{iii}}{R_{iii}} + \frac{A_{iv}}{R_{iv}} + \sum L_j \Psi_j} = \frac{2300,9}{419,919} = 5,48 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

**Вывод:** данная конструкция обеспечивает нормируемое сопротивление теплопередаче. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции превышает нормируемое сопротивление теплопередаче:

$$R_{\text{пол}}^{\text{пр}} = 5,48 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \geq R_{\text{о}}^{\text{норм}} = 4,79 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Стоит отметить, что специалистами компании ТехноНИКОЛЬ при методической, технической и информационной поддержке НИИСФ РААСН, был разработан теплотехнический онлайн-калькулятор. Он поможет рассчитать все значения и сэкономит ваше время.

**Разработал:**

Виталий Воеводин

Ведущий инженер-проектировщик



Ответ сформирован в  
базе знаний по ссылке