



Исх. № 199161 - 14.12.2025/

Информационная статья от: 18.03.2024

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 ($R_0^{тп}$). Задаются толщиной утеплителя и определяют приведенное сопротивление теплопередаче конструкции ($R^{пп}$). Если $R^{пп}$ больше $R_0^{тп}$, 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:

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

— для случая расположения пола ниже уровня земли:

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

В данных уравнениях:

$A_{\text{пол}}$ — 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, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

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

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, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

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

$R_{бпi}$ — 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, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$.

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 δ , мм	Теплопроводность $\lambda(B)$, Вт/(м•°C)
Конструкция пола			
1	Цементно-песчаная смесь	40	0,93
2	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID	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:

$$R_o^{TP} = a * \text{ГСОП} + b$$

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 ($R_o^{TP} \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$):

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

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

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

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 ($S = 394,44 \text{ м}^2$).

Сопротивление теплопередаче, $R_i \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определим по формуле:

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

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

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

Удельные потери теплоты элемента:

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

Зона пола II (S = 375,4 м²)

Сопротивление теплопередаче, $R, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, 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 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$), принимаемое по таблице Е.3.

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

Удельные потери теплоты элемента:

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

Зона пола III (S = 343,4 м²)

Сопротивление теплопередаче, $R, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, 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 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$), принимаемое по таблице Е.3.

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

Удельные потери теплоты элемента:

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

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

Сопrotивление теплопередаче, $R, \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, 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 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$), принимаемое по таблице Е.3.

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

Удельные потери теплоты элемента:

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

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

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

Удельные потери теплоты элемента:

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

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:

$$R_{\text{пол}}^{\text{пр}} = \frac{A_{\text{пол}}}{\frac{A_i}{R_i} + \frac{A_{II}}{R_{II}} + \frac{A_{III}}{R_{III}} + \frac{A_{IV}}{R_{IV}} + \sum L_j \Psi_j} = \frac{2300,9}{419,919} = 5,48 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

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

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

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.

Автор статьи:

Виталий Воеводин

Ведущий инженер-проектировщик



Ответ сформирован в
базе знаний по ссылке