



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^{tp}). Задаются толщиной утеплителя и определяют приведенное сопротивление теплопередаче конструкции (R^{pr}). Если R^{pr} 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 поместились 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:

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

— 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_1, A_2, A_3, A_4 — площади зон, отсчитываемые от контура здания, м.кв.;

R_1, R_2, R_3, R_4 — значение сопротивления теплопередачи зон, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$;

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

P_h, P_{nc} — периметр стыка, м.

Согласно СП 50.13330.2012 приложение Е, значения сопротивления теплопередаче зон (R_1, R_2, R_3, R_4) определяются по формуле:

$$R_i = \frac{1,6}{\lambda_{gp}} \cdot R_{6pi} + \frac{\delta_{yt}}{\lambda_{yt}}$$

В данном уравнении:

δ_{yt} — толщина утепляющего слоя, м;

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

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

R_{6pi} — базовое значение сопротивления теплопередачи зоны для пола по грунту, принимаемое по СП50.13330.2012 (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_{ot}^*	210	суток

4	Средняя температура отопительного периода, $t_{\text{от}}^*$	-10,6	°C
5	Температура внутри помещения, t_b	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:

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

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

$$R_o^{tp} = a * \Gamma_{COP} + b$$

где a 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} $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$):

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

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

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

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

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

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

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

Удельные потери теплоты элемента:

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

Зона пола II (S = 375,4 м²)

Сопротивление теплопередаче, R, м²•°C/Вт, определим по формуле:

$$R_i = \frac{1,6}{\lambda_{\text{рп}}} R_{\text{бп}i} + \frac{\delta_{\text{yt}}}{\lambda_{\text{yt}}} \gamma_s + \frac{\delta_{\text{осн}}}{\lambda_{\text{осн}}}$$

где R_{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:

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

Зона пола III (S = 343,4 м²)

Сопротивление теплопередаче, R, м²•°C/Вт, определим по формуле:

$$R_i = \frac{1,6}{\lambda_{\text{рп}}} R_{\text{бп}i} + \frac{\delta_{\text{yt}}}{\lambda_{\text{yt}}} \gamma_s + \frac{\delta_{\text{осн}}}{\lambda_{\text{осн}}}$$

где R_{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:

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

Зона пола IV (S = 1542,8 м²)

Сопротивление теплопередаче, R_i м²•°C/Вт, определим по формуле:

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

где R_{бпi} — базовое сопротивление теплопередаче зоны для пола по грунту (м²•°C)/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 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:

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

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

$$R_{\text{пол}}^{\text{пр}} = 5,48 \frac{\text{M}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Bt}} \geq R_{\text{o}}^{\text{норм}} = 4,79 \frac{\text{M}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Bt}}$$

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