

Для расчета потребуются два СНиПа, один СП, один ГОСТ и одно пособие:

- СНиП 23-02-2003 (СП 50.13330.2012). "Тепловая защита зданий". Актуализированная редакция от 2012 года [1].
- СНиП 23-01-99* (СП 131.13330.2012). "Строительная климатология". Актуализированная редакция от 2012 года [2].
- СП 23-101-2004. "Проектирование тепловой защиты зданий" [3].
- ГОСТ 30494-96 (заменен на ГОСТ 30494-2011 с 2011 года). "Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях" [4].
- Пособие. Е.Г. Малявина "Теплопотери здания. Справочное пособие" [5].

В процессе выполнения теплотехнического расчета определяют:

- теплотехнические характеристики строительных материалов ограждающих конструкций;
- приведённое сопротивление теплопередачи;
- соответствие этого приведённого сопротивления нормативному значению.

Теплотехнический расчет трехслойной стены без воздушной прослойки.

Исходные данные

1. Климат местности и микроклимат помещения.

Район строительства: **г. Сургут.**

Назначение здания: **жилое.**

Расчетная относительная влажность внутреннего воздуха из условия не выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений равна - **55%** (СНиП 23-02-2003 п.4.3. табл.1 для нормального влажностного режима).

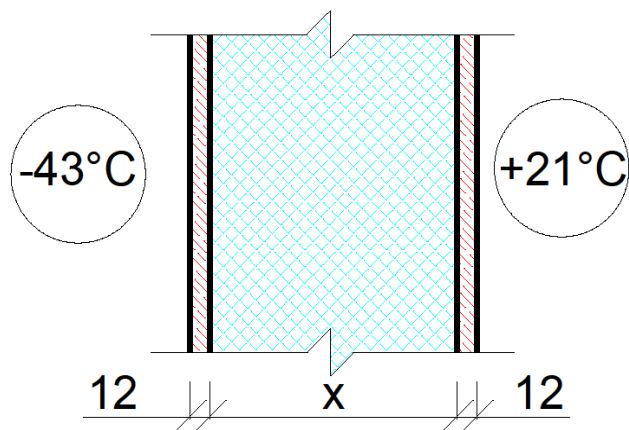
Оптимальная температура воздуха в жилой комнате в холодный период года $t_{int} = 21^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 30494-96 табл.1).

Расчетная температура наружного воздуха t_{ext} , определяемая по температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 = **-43°C** (СНиП 23-01-99 табл. 1 столбец 5);

Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой наружного воздуха 8°C равна $Z_{ht} = 257$ **сут** (СНиП 23-01-99 табл. 1 столбец 11);

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{ht} = -9,9^{\circ}\text{C}$ (СНиП 23-01-99 табл. 1 столбец 12).

2. Конструкция стены.



Стена состоит из следующих слоев:

- Плита ОСП-3, толщиной 12 мм;
- Утеплитель (пенополистирол ППС-14), на рисунке его толщина обозначена знаком "X", так как она будет найдена в процессе расчета;
- Плита ОСП-3, толщиной 12 мм;

3. Теплофизические характеристики материалов.

Значения характеристик материалов сведены в таблицу.

№	Наименование	Плотность, кг/м ³	λ , Вт/(м•°С)	t, мм
1.	Плита ориентированно-стружечная, OSB-3 (влагостойкая)	600	0.13	12
2.	Плита пенополистирольная теплоизоляционная ППС - 14	14	0.038	150
3.	Плита ориентированно-стружечная, OSB-3 (влагостойкая)	600	0.13	12

Примечание (*): Данные характеристики можно также найти у производителей теплоизоляционных материалов.

Расчет

4. Определение толщины утеплителя.

Для расчета толщины теплоизоляционного слоя необходимо определить сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции исходя из требований санитарных норм и энергосбережения.

4.1. Определение нормы тепловой защиты по условию энергосбережения.

Определение градусо-суток отопительного периода по п.5.3 СНиП 23-02-2003:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})Z_{ht} = (20 + 4,1)215 = 7941,2^\circ\text{C}\times\text{сут}$$

Примечание: также градусо-сутки имеют обозначение - ГСОП.

Нормативное значение приведенного сопротивления теплопередаче следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по СНиП 23-02-2003 (табл.4) в зависимости от градусо-суток района строительства:

$$R_{\text{req}} = a \times D_d + b = 0,00035 \times 5182 + 1,4 = 4,17942 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт},$$

где: D_d - градусо-сутки отопительного периода в Сургуте,

a и b - коэффициенты, принимаемые по таблице 4 (если СНиП 23-02-2003) или по таблице 3 (если СП 50.13330.2012) для стен жилого здания (столбец 3).

4.1. Определение нормы тепловой защиты по условию санитарии.

В нашем случае рассматривается в качестве примера, так как данный показатель рассчитывается для производственных зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м³ и зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации (осенью или весной), а также зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12 °С и ниже приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций (за исключением светопрозрачных).

Определение нормативного (максимально допустимого) сопротивления теплопередаче по условию санитарии (формула 3 СНиП 23-02-2003):

$$R_{\text{req}} = \frac{n(T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{1(21+43)}{4 \times 8,7} = \frac{64}{34,8} = 1,839 \text{ м}^2 \text{°C/Вт}$$

где: $n = 1$ - коэффициент, принятый по таблице 6

[1] для наружной стены;

$t_{\text{int}} = 21 \text{ °C}$ - значение из исходных данных;

$t_{\text{ext}} = -43 \text{ °C}$ - значение из исходных данных;

$\Delta t_n = 4 \text{ °C}$ - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимается по таблице 5 [1] в данном случае для наружных стен жилых зданий;

$\alpha_{\text{int}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \times \text{°C)}$ - коэффициент теплопередачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимается по таблице 7 [1] для наружных стен.

4.3. Норма тепловой защиты.

Из приведенных выше вычислений за требуемое сопротивление теплопередачи выбираем R_{req} из условия энергосбережения и обозначаем его теперь $R_{\text{тpо}} = 4,179 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$.

5. Определение толщины утеплителя.

Для каждого слоя заданной стены необходимо рассчитать термическое сопротивление по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

где: δ_i - толщина слоя, мм;

λ_i - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя Вт/(м × °С).

1 слой (Плита ОСП-3): $R_1 = 0,012/0,13 = 0,0923 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$.

3 слой (Плита ОСП-3): $R_3 = 0,012/0,13 = 0,0923 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$.

Определение минимально допустимого (требуемого) термического сопротивления теплоизоляционного материала (формула 5.6 Е.Г. Малявина "Теплопотери здания. Справочное пособие"):

$R_{yT}^{TP} = R_{TPO} - (R_{int} + R_{ext} + \sum R_i) =$	

$$= 4,179 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,0923 + 0,0923 \right) = 3,835 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

где: $R_{int} = 1/\alpha_{int} = 1/8,7$ - сопротивление теплообмену на внутренней поверхности;

$R_{ext} = 1/\alpha_{ext} = 1/23$ - сопротивление теплообмену на наружной поверхности, α_{ext} принимается по таблице 14 [5] для наружных стен;

$\sum R_i = 0,0923 + 0,0923$ - сумма термических сопротивлений всех слоев стены без слоя утеплителя, определенных с учетом коэффициентов теплопроводности материалов, принятых по графе А или Б (столбцы 8 и 9 таблицы Д1 СП 23-101-2004) в соответствии с влажностными условиями эксплуатации стены, $\text{м}^2\cdot\text{°C/Вт}$

Толщина утеплителя равна (формула 5,7 [5]):

$\delta_{yT}^{TP} = \lambda_{yT} \cdot R_{yT}^{TP} =$	

$$= 0,038 \times 3,835 = 0,1457 \text{ м} = 145,7 \text{ мм}$$

где: λ_{yT} - коэффициент теплопроводности материала утеплителя, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$.

Определение термического сопротивления стены из условия, что общая толщина утеплителя будет 145 мм (формула 5.8 [5]):

$R_0 = R_{int} + R_{ext} + \sum R_{\tau,i} =$			

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + 0,0923 + \frac{0,145}{0,038} + 0,0923 = 4,304 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

где: $\sum R_{\tau,i}$ - сумма термических сопротивлений всех слоев ограждения, в том числе и слоя утеплителя, принятой конструктивной толщины, $\text{м}^2\cdot\text{°C/Вт}$.

Из полученного результата можно сделать вывод, что

$R_0 = 4,304 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт} > R_{TPO} = 4,179 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт} \rightarrow$ следовательно, толщина утеплителя подобрана **правильно**.