

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций произведен по СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», с учетом п.7.13 СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения».

Влажностный режим помещений здания в холодный период года – нормальный.

Условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б.

Требуемое термическое сопротивление теплопередаче определено по таблице 3 СП 50.13330.2012 в зависимости от градусо-суток отопительного периода (ГСОП) района строительства.

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \times Z_{\text{от}} = (20 - (-1,3)) \times 213 = 4537 \text{ }^{\circ}\text{C сут}$$

где $t_{\text{в}}$ - расчетная температура внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{от}}$ - средняя температура наружного воздуха в течение отопительного периода, $^{\circ}\text{C}$

$Z_{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода, сут

Требуемое сопротивление теплопередаче для общественного здания:

- для наружной стены $R_0^{\text{TP}} = 4537 \times 0,0003 + 1,2 = 2,56 \text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$

- для окна $R_0^{\text{TP}} = 4537 \times 0,00005 + 0,2 = 0,43 \text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$

- для кровли $R_0^{\text{TP}} = 4537 \times 0,0004 + 1,6 = 3,42 \text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$

Наружная стена:

1. Сэндвич-панели с минватой $\delta=150 \text{ мм}$; $R^{\text{np}} = 2,86 \text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$ (данные производителя)

2. Пеноплекс $\delta=50 \text{ мм}$; $\lambda=0,04 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$

3. ГКЛ в 2 слоя $\delta=25 \text{ мм}$; $\lambda=0,35 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$

$$R_0^{\text{np}} = 1/\alpha_{\text{int}} + \sum \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_{\text{ext}} = 0,115 + 2,86 + 1,25 + 0,071 + 0,043 = 4,34 \text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$$

С учетом понижающего коэффициента (γ) на однородность строительных конструкций

$$R_0^{\text{np}} = 0,115 + (2,86 + 1,25 + 0,071) \times 0,84 + 0,043 = 3,67 \text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт} (> R_{\text{TP}});$$

$$K = 0,27 \text{ Вт/м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Покрытие:

1. Ж/б плита $\delta=200 \text{ мм}$; $\lambda=2,04 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$

2. Пароизоляция $\delta=2 \text{ мм}$

3. Керамзит $\delta_{\text{ср}}=150 \text{ мм}$; $\lambda=0,19 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$

4. Цементно-песчаная стяжка $\delta=30 \text{ мм}$; $\lambda=1,2 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$

5. Утеплитель ТЕХНОРУФ 45 $\delta=120 \text{ мм}$; $\lambda=0,042 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$

6. Полимерная мембрана PLANTER гео $\delta=10 \text{ мм}$

7. Гравий $\delta=30 \text{ мм}$; $\lambda=0,19 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$

8. Тротуарная плитка $\delta=40 \text{ мм}$; $\lambda=0,5 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} R_0^{\text{np}} &= 1/\alpha_{\text{в}} + \sum \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_{\text{н}} = \\ &= 0,115 + 0,2/2,04 + 0,15/0,19 + 0,03/1,2 + 0,12/0,042 + 0,03/0,19 + 0,04/0,5 + 0,043 = \\ &= 4,166 \text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт} (> R_{\text{TP}}); \end{aligned}$$

С учетом понижающего коэффициента (γ) на однородность строительных конструкций

$$R_0^{\text{np}} = 0,115 + (0,098 + 0,79 + 0,025 + 2,857 + 0,158 + 0,08) \times 0,95 + 0,043 = 3,97 \text{ м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт} (> R_{\text{TP}});$$

$$K = 0,25 \text{ Вт/м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Пол по грунту:

$$R_I = 2,15 \text{ м}^2\text{°C/Вт}; K = 0,47 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$R_{II} = 4,3 \text{ м}^2\text{°C/Вт}; K = 0,23 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$R_{III} = 8,6 \text{ м}^2\text{°C/Вт}; K = 0,12 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

$$R_{IV} = 14,2 \text{ м}^2\text{°C/Вт}; K = 0,07 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Окна:

4М1-16-4М1-16-4М1 по ГОСТ 24866-99

$$R_0 = 0,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

$$K = 1,85 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Двери входные:

$$R_{0,дв}^{пр} = 0,6 R_{тр.стены} = 0,6 \times 2,56 = 1,536 \text{ м}^2\text{°C/Вт}; K = 0,65 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Ограничение температуры и конденсации влаги на внутренних поверхностях ограждающих конструкций здания

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °C, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин $\Delta t_{тр}$, °C, установленных в таблице 5 СП 50.13330.2012, и определяется по формуле

$$\Delta t_0 = n \times (t_v - t_n) / (R_0^{пр} \times \alpha_v), \text{ °C}$$

где n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

t_v - расчетная температура внутреннего воздуха, °C

t_n - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °C.

$R_0^{пр}$ - приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$;

α_v - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$, принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012.

Для наружной стены:

$$\Delta t_0 = 1 \times (20 + 24) / (3,67 \times 8,7) = 1,38 < 4,5 \text{ °C}$$

Для покрытия:

$$\Delta t_0 = 0,8 \times (20 + 24) / (3,97 \times 8,7) = 1,02 < 4,0 \text{ °C}$$

Выводы:

1. Расчетные термические сопротивления теплопередаче стен, покрытия и остекления не ниже требуемых значений, определенных по таблице 3 СП 50.13330.2012.

2. Расчетные температурные перепады между температурой внутреннего воздуха и температурами на внутренних поверхностях стен и покрытия не превышают требуемых, установленных в таблице 5 СП 50.13330.2012.

Приложение 2

Укрупненный расчет расхода тепла на отопление

Ориентировочное значение теплотерь через ограждающие конструкции здания для оценки нагрузки тепловых сетей определяют по формуле:

$$Q_{зд.} = a \times q \times V_H \times (t_{в} - t_{н}), \quad \text{Вт}$$

где

a – коэффициент учета района строительства здания:

$$a = 0,54 + 22 / (t_{в} - t_{н}); \quad a = 0,54 + 22 / (20 + 24) = 1,04$$

q – удельная тепловая характеристика здания, Вт/м³хК, соответствующая расчетной разности температуры для основных помещений;

V_H – объем отапливаемой части здания по внешнему обмеру, м³

$t_{в}$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С (в соответствии с п. 7.13 СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06-2009. Общественные здания и сооружения»)

$t_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С.

Удельная тепловая характеристика здания определяется по формуле Ермолаева Н.С.:

$$q = 1,00 \times \{ P / S \times [k_{н.ст.} + \rho \times (k_{ок.} - k_{н.ст.})] + 1 / h \times (k_{пл.} + k_{пол.}) \}, \quad \text{Вт/м}^3\text{хК},$$

где

P , S и h – периметр, площадь и высота здания;

$k_{н.ст.}$, $k_{ок.}$, $k_{пл.}$ и $k_{пол.}$ – коэффициенты теплопередачи, Вт/м²хК, наружных стен, окон, потолка и пола из *Приложения 1*

ρ – коэффициент остекления фасадов здания. По данным архитекторов $\rho = 0,3$.

$$q = 1,00 \times \{ 123 / 673 \times [0,29 + 0,3 \times (1,85 - 0,29)] + 1 / 21 \times (0,25 + 0,27) \} = 0,163 \quad \text{Вт/м}^3\text{хК}$$

$$Q_{зд.} = 1,04 \times 0,163 \times 14130 \times (20 + 24) = 105394 \text{ Вт}$$