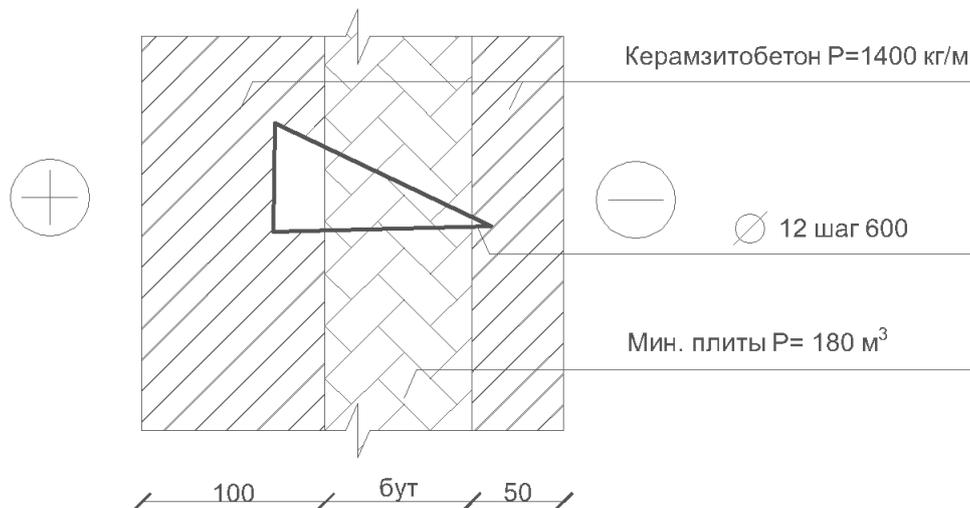


Теплотехнический расчет трехслойной стеновой панели на гибких связях для промышленных зданий.

Схема стеновой панели



Исходные данные для расчета:

Район строительства – г. Острогжск

$$t_{H=t_5} = t_5^{0.92} - 24^{\circ} \text{C}; t_{от} = -2,5^{\circ} \text{C}; Z_{от} = 190 \text{ сут.}$$

(СП 131.13330.2012 таб. 3.1.; колонки – 5, 12 ,11)

$$t_{в} = 15^{\circ} \text{C}; \varphi = 55\% \text{ (ГОСТ 30494)}$$

По СП 50.13330.2012 определяем:

- Влажностный режим помещения – нормальный (табл. 1)
- Зона влажности района строительства – 3 (сухая) (прил. В)
- Условия эксплуатации ограждающих конструкций – А (табл. 2)

По СП 50.13330.2012 находим расчетные коэффициенты теплопроводности материалов (прилож.Т табл. Т.1 стр. 82-94)

- Керамзитобетон $\rho_0 = 1400 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 0.56 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$
- Минераловатные плиты $\rho_0 = 180 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 0.045 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)}$

В проектируемом здании тепловая защита будет обеспечена, если соблюдены требования показателей «а» и «в»:

а – приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций должно быть не менее нормируемых значений

$$R_0^{тр} \text{ м}^2\text{C/Вт};$$

- санитарно-гигиеническое требование в соответствии, с которым расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых значений Δt_n °С

1. Толщину утеплителя определяем исходя из условий соблюдения требования показателей «а».

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0 м² °С/Вт, наружной стены из панелей на гибких связях следует принимать не менее значения R_0^{TP} м²°С/Вт; определяемого по табл. 3 СП 50.13330.2012 колонка 3 в зависимости от градусо-суток района строительства ГСОП, °С * сут:

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{от}) Z_{от} ; \text{°С} * \text{сут.}$$

В нашем случае ГСОП = [15 – (–2,5)] * 190 = 3325 °С * сут.

$R_0^{TP} = a * \text{ГСОП} + b = 0,0002 * 3325 + 1,0 = 1,665$ м²°С/Вт (для стен жилых зданий)

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной панельной стены определяем по формуле:

$$R_0 = (1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + x/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_{н})r$$

Где r – коэффициент теплотехнической однородности (в нашем случае $r = 0,87$)

$\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 4 СП 50.13330.2012

$$(\text{ в нашем случае } \alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ °С}))$$

$\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, Вт/(м² °С), принимаемый по табл 6 СП 50.13330.2012

В рассматриваемом примере $\alpha_{н} = 23$ Вт/(м² °С). (Для поверхности, обращенной в сторону вентилируемой прослойки $\alpha_{н} = 10,8$ Вт/(м² °С).)

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}$$

Где δ_1 и λ_1 – толщина, м и расчетный коэффициент теплопроводности материала i -того слоя, Вт/(м² °С), принимаемый с учетом условий эксплуатации конструкций по *табл.*

T.1 СП 50.13330.2012

Приведенное сопротивление теплопередаче трехслойной панели на гибких связях с учетом $r = 0,87$:

$$R_0 = \left(\frac{1}{8.7} + \frac{0.1}{0.56} + \frac{\delta_2}{0.045} + \frac{0.05}{0.56} + \frac{1}{23} \right) r$$

$$\begin{aligned} R_0 &= \left(0.115 + 0.179 + \frac{\delta_2}{0.045} + 0.089 + 0.043 \right) 0.87 = \\ &= \left(0.426 + \frac{\delta_2}{0.045} \right) 0.87 \geq 1.665 = R_0^{\text{тп}} \end{aligned}$$

Откуда толщина утеплителя:

$$\delta_2 \geq \left(\frac{1.665}{0.87} - 0.426 \right) 0.045 = 0.067 \approx 0.05 \text{ м}$$

Суммарная толщина панели:

$$\delta = 0.1 + 0.05 + 0.05 = 0.20 \text{ м}$$

Фактическое приведенное сопротивление теплопередаче панельной стены:

$$R_0^{\phi} = \left(0.426 + \frac{0.05}{0.045} \right) 0.87 = 1.337 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

2. Проверяем соблюдение требования показателя « δ » (санитарно-гигиенических условий).

Расчетный температурный перепад Δt_0 , °С между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемой величины Δt_H °С (по табл. 5 СП 50.13330.2012) и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{(t_B - t_H)}{R_0^{\phi} \alpha_B} \leq t_B - t_p \text{ и не более } 7 \text{ °С (стр. 6),}$$

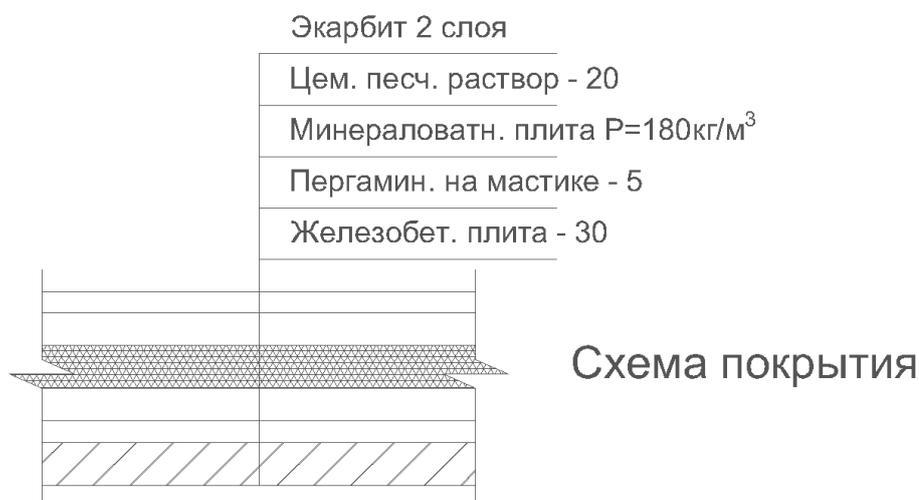
t_p - температура точка росы, определяемая по таблице приложения Р (стр. 108 – 109) СП 23-101-2004 с учетом φ . В данном случае $t_p = 6.04$ °С.

Подставив в формулу значения величин, получаем:

$$\Delta t_0 = \frac{(15 + 24)}{1.337 * 8.7} = 3.35 < 15 - 6.04 = 8.96 \text{ °С}$$

Условие требования показателя « δ » выполняется.

Теплотехнический расчет покрытия.



Расчетные коэффициенты теплопроводности материалов конструкции покрытия. (с учетом условий эксплуатации констр. А по табл. Т.1 прилож. Т СП 50.13330.2012)

- Железобетон $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 1.92 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$;
- Пергамин на мастике $\lambda = 0.17 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$;
- Минераловатные плиты $\rho_0 = 180 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 0.045 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$;
- Цем. - песчан. Раствор $\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$; $\lambda = 0.76 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$;
- Экарбит $\lambda = 0.17 \text{ Вт/(м}^2\text{°C)}$;

Толщину утеплителя определяем, исходя из условий соблюдения требования показателя «а», по которому приведенное сопротивление теплопередаче

R_0 ; м² °C/Вт покрытия должно быть не менее нормируемого значения

$R_0^{\text{ТР}}$; м² °C/Вт определяемого для покрытия (по табл. 3 СП 50.13330.2012, колонка 4) в зависимости от градусо-суток строительства ГСОП °C сут.

ГСОП = 3325 °C * сут. (см. выше)

$$R_0^{\text{ТР}} = a * \text{ГСОП} + b = 0.00025 * 3325 + 1.5 = 2.331 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции покрытия с последовательно расположенными слоями:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$$

$$R_0 = \frac{1}{8.7} + \frac{0.03}{1.92} + \frac{0.005}{0.17} + \frac{\delta_3}{0.045} + \frac{0.02}{0.76} + \frac{0.015}{0.17} + \frac{1}{23} \geq R_0^{\text{тp}} = 2.331 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Откуда толщина утеплителя δ_3 :

$$\begin{aligned} \delta_3 &\geq (2.331 - 0.115 - 0.016 - 0.029 - 0.026 - 0.088 - 0.043)0.045 = \\ &= (2.331 - 0.317) 0.045 = 0.0906 \approx 0.09 \text{ м} \end{aligned}$$

$$R_0^{\phi} = 0.317 + \frac{0.09}{0.045} = 2.317 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Проверяем соблюдение требования показателя « δ ». Расчетный температурный перепад Δt_0 °C между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должно превышать нормируемой величины Δt_n , °C, приведенной в табл. 5 СП 50.13330.2012

$$\Delta t_0 = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{R_0^{\phi} \alpha_{\text{в}}} \leq 0.8(t_{\text{в}} - t_{\text{п}}), \text{ но не более } 6 \text{ °C.}$$

$$\Delta t_0 = \frac{(15 - 24)}{2.317 * 8.7} = 1.93 < 0.8(15 - 6.04) = 7.17 \text{ °C}$$

Требование показателя « δ » выполняется.