

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра гидравлики и теплотехники

Теплофизический расчет наружной стены коттеджа

ГАЗОБЕТОН
единая система заказов



Раздел выполнили:

Зав. кафедрой гидравлики и
теплотехники СГАСУ, к.т.н., доцент

инженер кафедры ГИТ СГАСУ

Вытчиков Ю.С.

Нохрина Е.Н.

Подпись

заверяю

Начальник отдела

кадров СГАСУ

Вытчиков Ю.С.

Нохрина Е.Н.

Селенко

11.02.2010

Самара 2010



1 Теплофизический расчет наружной стены

В таблице 1 приведен состав ограждения.

Таблица 1 Состав ограждения

№ п/п	Наименование	Толщина δ , м	Плотность γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м °С)	Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м ч Па)
1	Цементно-песчаная затирка	0,005	1800	0,76	0,09
2	Газобетонные блоки на клеевом растворе	0,35	600	0,17	0,17
3	Цементно-песчаный раствор	0,005	1800	0,76	0,09

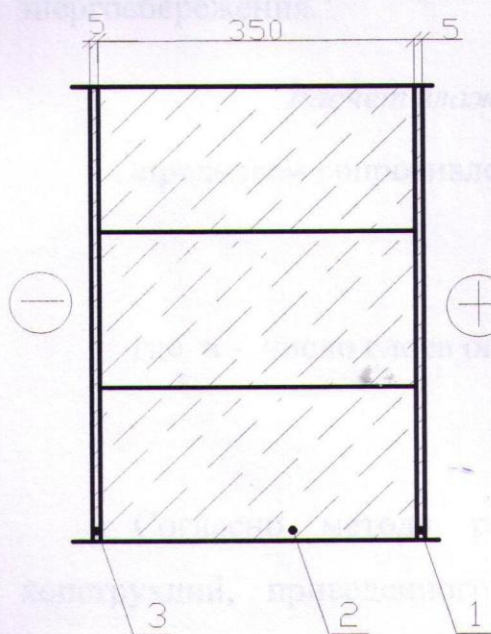


Рисунок 1 - Состав конструкции

Теплотехнический расчет ограждения

На рисунке 1 показан порядок расположения слоев в конструкции.

Находим градусо - сутки отопительного периода (D_d) по формуле

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}^{\text{av}}) Z_{\text{ht}},$$

где t_{int} - средняя температура воздуха в помещении, °С; $t_{\text{ext}}^{\text{av}}$ и Z_{ht} - средняя температура, °С и продолжительность, отопительного периода, сут. [1].

Для рассматриваемого типа здания

(г. Самара):

$$t_{\text{int}} = 20 \text{ °С}; t_{\text{ext}}^{\text{av}} = -5,20 \text{ °С}; Z_{\text{ht}} = 203 \text{ сут.}$$

$$D_d = 5115,6 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут.}$$

Определяем R_0^{req} для рассматриваемого типа здания

$$R_0^{\text{req}} = 3,19 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт.}$$

В соответствии с требованиями [1] при реализации потребительского подхода минимальное значение сопротивление теплопередаче наружной стены определяется по формуле (8)

$$R_{0\text{min}}^{\text{тп}} = R_0^{\text{тп}} \cdot 0,63 = 3,19 \cdot 0,63 = 2,01 \text{ (м}^2\text{ } ^\circ\text{C)/Вт.}$$

Определяем приведенное сопротивление конструкции:

$$\begin{aligned} R_0^r &= r \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} \right) = \\ &= 0,95 \cdot (1/8,7 + 0,005/0,76 + 0,35/0,17 + 0,005/0,76 + 1/23) = \\ &= 0,95 \cdot 2,23 = 2,12 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт.} \end{aligned}$$

Коэффициент теплопередачи для ограждения

$$k = 1/R_0 = 1/2,23 = 0,448 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ } ^\circ\text{C})$$

$$R_{0\text{min}}^{\text{тп}} < R_0^r$$

Строительная ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям энергосбережения.

Расчет влажностного режима ограждения

Определяем сопротивление паропроницанию конструкции согласно [1]

$$R_{n0} = \sum_{i=1}^n R_{ni},$$

где n - число слоев ограждения: $n=3$;

$$R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i};$$

Согласно методу расчета влажностного режима ограждающих конструкций, приведенного в [3], определяем значения безразмерных переменных X_i и Y_i на границах слоев стены по следующим формулам:

$$X_i = \frac{\sum R_x}{R_0}; \quad Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{n0}},$$

где X_i – безразмерное термическое сопротивление строительной конструкции до рассматриваемого сечения;

Y_i – безразмерное сопротивление паропроницанию строительной конструкции до рассматриваемого сечения.

Сопротивления и безразмерные переменные заносим в таблицу 2.

Таблица 2 Сопротивления теплопередаче, паропроницанию конструкции и безразмерные переменные - термическое сопротивление и сопротивление паропроницанию

№ п/п	$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$	$R_{ni} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ м}^2 \text{ чПа/мг}$	$X_i = \frac{\sum R_x}{R_0}$	$Y_i = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni}}{R_{no}}$
1	0,01	0,06	0,0545	0,0256
2	2,06	2,06	0,9776	0,9744
3	0,01	0,06	0,9805	1,0000

Результаты расчета влажностного режима ограждения приведены на рисунке 2.

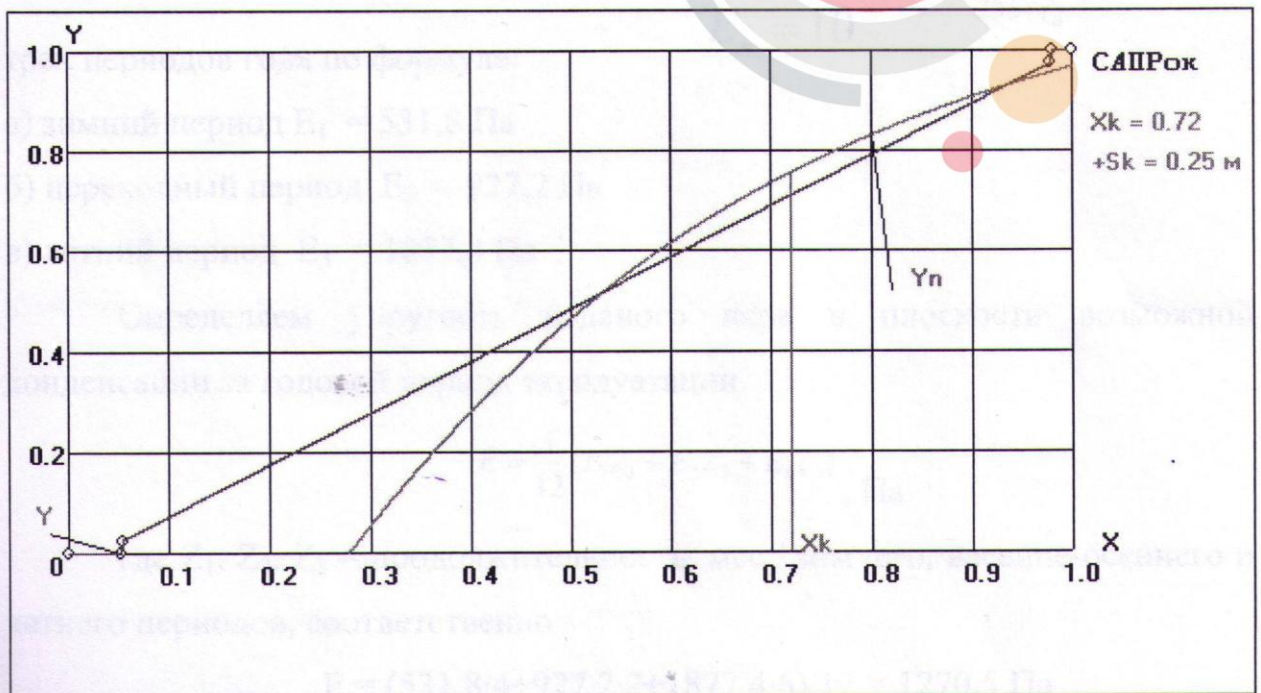


Рисунок 1 – Результаты расчета влажностного режима ограждения

Кривая Y_n построена для значений температуры внутреннего воздуха $t_{int} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\phi = 55 \text{ } \%$. Параметры наружного

воздуха приняты средними для наиболее холодного месяца ($t_{ext}^l = -13,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $\varphi = 84 \%$).

Так как линии Y и Y_n пересекаются, то имеет место конденсации водяного пара в толще рассматриваемой конструкции, поэтому необходимо выполнить расчет на влагонакопление.

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

Определяем температуру в зоне конденсации для трех периодов года:

а) зимний период

$$\tau_1 = t_{int} - k(t_{int} - t_{ext1})R_{vp} = 20 - 0,448 \cdot (20 + 10,38) \cdot (1,61) = -1,89 \text{ }^\circ\text{C}$$

б) переходный период

$$\tau_2 = t_{int} - k(t_{int} - t_{ext2})R_{vp} = 20 - 0,448 \cdot (20 - 0,4) \cdot (1,61) = 5,87 \text{ }^\circ\text{C}$$

в) летний период

$$\tau_3 = t_{int} - k(t_{int} - t_{ext3})R_{vp} = 20 - 0,448 \cdot (20 - 15,15) \cdot (1,61) = 16,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Определяем значение упругости насыщенного водяного пара E для

единая система заказов

$$E_n = 10 \frac{2.125 + \frac{156 + 8.12 \cdot \tau_n}{236 + \tau_n}}{}$$

трех периодов года по формуле:

а) зимний период $E_1 = 531,8 \text{ Па}$

б) переходный период $E_2 = 927,2 \text{ Па}$

в) летний период $E_3 = 1877,4 \text{ Па}$

Определяем упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации.

$$E = \frac{1}{12} (E_1 Z_1 + E_2 Z_2 + E_3 Z_3), \text{ Па}$$

где Z_1, Z_2, Z_3 – продолжительность, мес., зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, соответственно

$$E = (531,8 \cdot 4 + 927,2 \cdot 2 + 1877,4 \cdot 6) / 12 = 1270,5 \text{ Па}$$

Определяем фактическое сопротивление паропроницанию (R_{vp}^e) части ограждения между наружной поверхностью ограждения и плоскостью возможной конденсации.

$$R_{vp}^e = 2,17 - 1,54 = 0,63 \text{ м}^2\text{чПа/мг}$$

Далее находим требуемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждении за годовой период эксплуатации:

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(e_{int} - E)R_{vp}^e}{(E - e_{ext})} = (1285,6 - 1270,5) \cdot 0,63 / (1270,5 - 713) = 0,02 \text{ м}^2\text{чПа/мг}$$

где e_v – упругость водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и влажности этого воздуха;

e_{ext} – средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, за годовой период, определяемая согласно [3].

Определяем фактическое сопротивление паропроницанию (R_{vp}) части ограждения между внутренней поверхностью ограждения и плоскостью возможной конденсации.

$$R_{vp} = 1,54 \text{ м}^2\text{чПа/мг}$$

$$R_{vp} > R_{vp1}^{req}; \quad 1,54 > 0,02$$

Определяем также требуемое сопротивление паропроницанию из условия ограничения накопления влаги за период с отрицательными температурами

$$R_{vp2}^{req} = \frac{2,4Z_0(e_{int} - E_0)}{A\gamma_\omega\delta_\omega\Delta\omega_{av} + \eta}$$

где Z_0 - продолжительность периода влагонакопления, сут., т.е. периода с отрицательными температурами;

$A=1000$ - переводной коэффициент;

γ_ω - плотность материала изоляции;

δ_ω - толщина изоляции;

$\Delta\omega_{av}$ – предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале, %;

$$\eta = \frac{0,0024(E_0 - e_0^{ext})Z_0}{R_{vp}^e}$$

Для определения E_0 находим температуру наружной изоляции при средней температуре наружного воздуха

$$\tau_{sr} = t_{int} - k(t_{int} - t_{sr})R_{vp} = 20 - 0,448 \cdot (20 + 8,98) \cdot (1,61) = -0,89 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$E_0 = 572,7 \text{ Па}$$

$$\eta = 0,0024 \cdot (572,7 - 310) \cdot 149 / 0,63 = 149,47$$

$$R_{vp2}^{req} = 0,0024 \cdot 149 \cdot (1290 - 572,7) / (600 \cdot 0,35 \cdot 5 + 149,47) = 0,21 \text{ м}^2\text{чПа/мг}$$

$$R_{vp} > R_{vp2}^{req}; \quad 1,54 > 0,21 \text{ м}^2\text{чПа/мг}$$

Результаты расчетов влажностного режима ограждения показали, что фактическое сопротивление паропрооницанию превышает требуемые значения. Следовательно, можно сделать вывод о нецелесообразности нанесения пароизоляции.

Список использованных источников

1. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. –М: Госстрой России, 2004. – 40с.
2. СНиП 2.08.01-89*. Жилые здания. – М.: Минстрой России, 1999. – 38 с.
3. Вытчиков Ю.С. Исследование влажностного режима строительных ограждающих конструкций с помощью метода безразмерных характеристик / Ю.С.Вытчиков, И.Г.Беляков //Известия вузов. Сер. Строительство. - Новосибирск, 1998. -№8 (476). – С.28.
4. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. –М: Госстрой России, 2004. – 51с.

ГАЗОБЕТОН
единая система заказов

