

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ УТЕПЛИТЕЛЯ НАРУЖНОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ЖИЛОГО ДОМА ДЛЯ Г. ОРЕНБУРГА

Вороньжева А.В., Шевцова Т.И.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Энерго- и теплосбережение играют значимую роль в современном строительстве. Одним из наиболее продуктивных способов энергосбережения зданий является применение многослойных ограждающих конструкций, что дает возможность создать комфортный микроклимат здания. Правильно подобранная конструкция наружной стены, учитывающая тепловой, влажностный и воздушный режим ограждения, позволит избежать такие негативные процессы как: образование конденсата в толще и на поверхности ограждения, понижение температуры внутреннего воздуха, образование плесени на стенах и т.п.

Тепловые потери можно снизить до необходимого минимума лишь в том случае, если увеличить сопротивление теплопередаче наружных стен. Для этого необходимо применять эффективные теплоизоляционные материалы.

Исходные данные для расчета.

Климатологические данные г. Оренбурга:

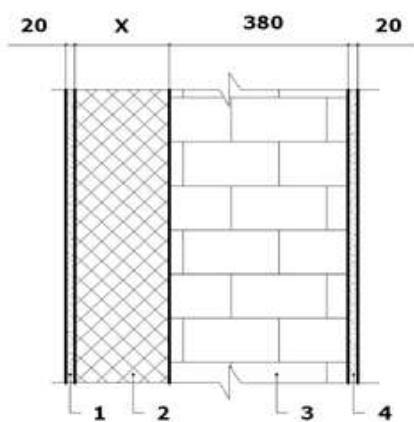
Расчетные температуры воздуха [СП 131.13330.2012]:

- Температура наиболее холодной пятидневки: $t_n = -32$ [°C]
- В отапливаемых помещениях: $t_{вн} = +20$ [°C]
- Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{ср} = -6,1$ [°C]
- Поправочный коэффициент α (при -32 °C) – 0,98

Отопительный период:

- Продолжительность: 195 суток [СП 131.13330.2012]

В качестве расчетной ограждающей конструкции примем стену из следующих слоев:



- 1 - штукатурка,
- 2 - теплоизолирующий материал - минеральная вата на синтетическом связующем,
- 3 - керамический кирпич,
- 4 - штукатурка.

Рисунок 1- Эскиз конструкции ограждения

1 Найдем требуемое сопротивление теплопередаче.

Для нахождения этого параметра используем СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции по энергосберегающим требованиям $R_{0тр}$, ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт определяется по формуле:

$$R_{0тр} = f(GCOП), \quad (1)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода определяются по формуле:

$$GCOП = (t_g - t_{он}) \cdot z_{он}, \quad (2)$$

где $t_{он}$ - средняя температура периода со среднесуточной температурой наружного воздуха $\leq 8 [^\circ C]$ (отопительного периода);

$z_{он}$ - продолжительность отопительного периода, суток со среднесуточной температурой наружного воздуха $\leq 8 [^\circ C]$;

Таблица 1- Зависимость $R_{0тр} = f(GCOП)$, [СП 50.13330.2012]

Наименование ограждения	Жилые здания	Общественные здания	Производственные здания
Стены	$1,4 + 0,00035 \cdot GCOП$	$1,2 + 0,0003 \cdot GCOП$	$1,0 + 0,0002 \cdot GCOП$

$$GCOП = (20 - (-6,1)) \cdot 195 = 5089,5$$

По формуле 1 и таблице 1 получаем:

$$R_{стены}^{тр} = 1,4 + 0,00035 \cdot 5089,5 = 3,18 \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

2 Расчет фактического термического сопротивления ограждающей конструкции.

Фактическое сопротивление теплопередаче $R_{ф}$ ограждающей конструкции должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче, определённого исходя из санитарно-гигиенических условий и условий энергосбережения: $R_{ф} \geq R_{тр}$.

Общее (фактическое) сопротивление теплопередаче равно сумме граничных сопротивлений теплоперехода и термических сопротивлений отдельных слоёв:

$$R_{ф} = \frac{1}{\alpha_g} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (3)$$

Термические сопротивления R_v и R_n (граничные сопротивления теплоперехода) на внутренней α_v и наружной α_n поверхности равны соответственно:

$$R_{\text{в}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}, \quad R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (4)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – величина удельной теплоотдачи (восприятия) на внутренних поверхностях наружных стен, равная $8,7 \text{ [Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)]}$;

$\alpha_{\text{н}}$ – величина удельной теплоотдачи (восприятия) на наружных поверхностях наружных стен, равная $23 \text{ [Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)]}$.

Термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции $R_{\text{к}}$ находится, как сумма термических сопротивлений слоев R_i и воздушной прослойки:

$$R_{\text{к}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\text{в.п.}}, \quad (5)$$

Термическое сопротивление i -го слоя ограждения зависит от коэффициента теплопроводности и толщины материала

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (6)$$

где δ_i – толщина слоя;

λ_i – удельная теплопроводность материала.

В случае многослойной конструкции, толщина теплоизоляционного слоя (утеплителя) определяется по формуле, м:

$$\delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} \left[R_{\text{нр}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \right], \quad (7)$$

где $\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сумма термических сопротивлений слоёв.

3 Расчет фактического сопротивления стены:

$$R_{\text{ф}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{x_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\delta_{\text{кк}}}{\lambda_{\text{кк}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \geq R_{\text{стены}}^{\text{тр}}$$

$$x_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} \cdot \left[R_{\text{стены}}^{\text{тр}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\delta_{\text{кк}}}{\lambda_{\text{кк}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \right]$$

Материалы:

Штукатурка (цементно-песчаный раствор) $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_0 = 0,76 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$

Кирпичная кладка из керамического обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе: $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_0 = 0,7 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$;

Утеплитель – минеральная вата на синтетическом связующем (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950): $\gamma_0 = 250 \text{ кг/м}^3$, $\lambda_0 = 0,082 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$.

$$x_{ym} = 0,082 \cdot \left[3,18 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \right] \approx 0,2 \text{ м}$$

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,2}{0,082} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,19 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} > R_{\text{стены}}^{\text{тр}} = 3,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Таким образом, по результатам поведенных расчетов фактическое сопротивление R_{ϕ} теплопередаче ограждающей конструкции больше требуемого сопротивления, что удовлетворяет условию: $R_{\phi} \geq R_{\text{пр}}$, следовательно, для данной конструкции стены жилого дома в г. Оренбурге необходимо использовать утеплитель, толщиной 20 см.

Список литературы

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2). – Минрегион России, 2012. -112с.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Минрегион России, 2012. -133с.
3. Лихненко Е.В. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций гражданских зданий: Методические указания/ Е.В. Лихненко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 26 с.
4. Мансуров, Р. Ш. Теплотехнический расчет наружных ограждений : метод. указания / Р. Ш. Мансуров .— Оренбург : ГОУ ОГУ, 2007 .— 33 с.

