

Повышение теплозащитных качеств наружной ограждающей конструкции жилого дома типовой серии

М.И. Бжасхов, Л.Т. Карданов, М.А. Кучуков, Е.А. Антипова, А.Х. Люев

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

Аннотация: В статье рассмотрен способ повышения теплозащитных качеств ограждающей конструкции (наружной стены из кирпичной кладки толщиной 380 мм) жилого дома типовой серии, расположенного в г.о. Нальчик, по ул. Карашаева, 13. Представлен теплотехнический расчет ограждающей конструкции. Графическим способом определено распределение температур в толще ограждающей конструкции существующего здания, а также предложенного варианта с применением плит эффективного утеплителя ROCKWOOL для системы ФАСАД БАТТС.
Ключевые слова: ROCKWOOL, эффективный утеплитель, жилой дом, ограждающая конструкция, теплозащита.

Повышение энергетической эффективности зданий в России является одной из приоритетных задач российской экономики. Средством достижения поставленной задачи в России был выбран закон РФ № 261 («Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»), вступивший в силу 23 ноября 2009 года, исполнение которого позволит в значительной степени повысить энергосбережение и энергетическую эффективность зданий. У нас в стране изданы нормативные документы (СП 50.13330.2012. «Тепловая защита зданий»/ГОССТРОЙ России, ФГУП ЦПП, 2011г. – 122 с.; СП 23.101-2004 «Проектирование тепловой защиты здания» /ГОССТРОЙ России, ФГУП ЦПП, 2004г. – 186 с.; СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 74 с. и др.), которыми необходимо руководствоваться при определении теплозащитных качеств наружных ограждений. Многие ученые в Российской Федерации и за рубежом проводили свои научные исследования по данной проблематике [1-9].

Объект исследования: жилой многоквартирный дом типовой серии в г.о. Нальчик, по ул. Карашаева, 13.

Цель исследования: повышение теплозащитных качеств ограждающей конструкции из кирпичной кладки толщиной 380 мм в жилом многоквартирном доме старого фонда.

В качестве исходных данных для теплового расчета наружной ограждающей конструкции жилого дома типовой серии, расположенного в г.о. Нальчик приняты:

- 1) $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$ - средняя расчетная температура внутреннего воздуха жилого помещения;
- 2) $\varphi_{в} = 55\%$ - относительная влажность внутреннего воздуха жилого помещения;
- 3) $t_{н} = -18^{\circ}\text{C}$ - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, $^{\circ}\text{C}$, обеспеченностью 0,92.

Расчетные значения коэффициента теплопроводности конструктивных слоев наружной ограждающей конструкции жилого дома даны ниже в таблице.

Расчет тепловой защиты ограждающей конструкции

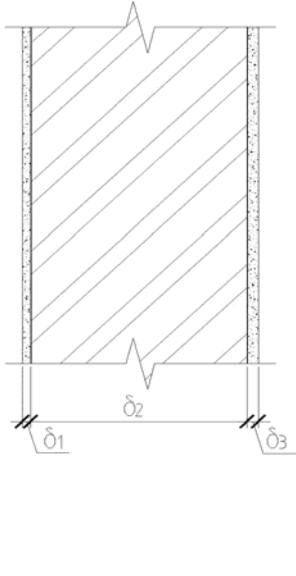
В соответствии с методикой теплового расчета определим градусо-сутки отопительного периода D_d , $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$:

$$D_d = 3260^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

В соответствии с этой величиной, согласно СП 50.13330.2012 вычисляем приведенное термическое сопротивление $R_0^{\text{пр}}$:

$$R_0^{\text{пр}} = 2,54, \frac{\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$$

Таблица
Расчетные значения коэффициента теплопроводности конструктивных
слоев наружной ограждающей конструкции жилого дома

	Материал	Толщина, δ , м	Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/(м·°С)
	1	3	3
	Штукатурка цементно-песчаная	0,02	0,76
	Кирпич глиняный обыкновенный	0,380	0,58
	Штукатурка цементно-песчаная	0,02	0,76

Требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждений (исключая световые проёмы) по санитарно-гигиеническим требованиям принимаем:

$$R_0^{TP} = 1.1 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}},$$

Значение расчетного сопротивления теплопередаче $R_0^P, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$, рассматриваемой ограждающей конструкции, должно быть не менее требуемого значения:

$$R_0^P \geq R_0^{TP}$$

Для нахождения R_0^P , вычисляем термическое сопротивление каждого отдельного слоя наружного ограждения, а затем суммируем их.

Разность между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности наружного ограждения $\Delta t_0, \text{°С}$, не должна

превышать нормируемой величины $\Delta t_n, ^\circ\text{C}$.

Из табл. 6 СНиП «Тепловая защита зданий» находим значение $\Delta t_n = 4^\circ\text{C}$.

Расчетный температурный перепад равен:

$$\Delta t_0 = 4,92^\circ\text{C}$$

Расчетный температурный перепад Δt_0 превышает нормируемое значение:

$$\Delta t_0 > \Delta t_n,$$

что не допускается по санитарно-гигиеническому условию.

Чтобы избежать возможности образования конденсата на внутренней поверхности наружной стены, необходимо обеспечить следующее соотношение:

$$t_s > t_d, \text{ где}$$

t_s - температура на внутренней поверхности наружной стены;

t_d - температура точки росы внутреннего воздуха.

Построив график распределения температур в толще наружного ограждения (см. рис. 1) в соответствии с методикой, изложенной в работе [9], находим значение $t_s = 15^\circ\text{C}$.

При $t_s = 20^\circ\text{C}$ и $\varphi_s = 55\%$ температура точки росы внутреннего воздуха $t_d = 10,67^\circ\text{C}$.

Так как выполняется условие $t_s > t_d$, мы можем отметить, что исключается возможность образования конденсата на внутренней поверхности наружной стены.

С другой стороны, условие

$$t_{в} - \tau_{в} = \Delta t_0 \leq 4^{\circ}\text{C}$$

не выполняется (разность между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности наружной стены превышает нормируемую величину). Для устранения данной проблемы необходимо: или увеличить толщину кирпичной кладки ограждающей конструкции (для удовлетворения требований СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», толщина ограждающей конструкции для климатических условий г.о. Нальчик должна быть не менее 700 мм, что приводит к техническим сложностям и значительному удорожанию), или утеплить фасадную часть стены эффективным утеплителем [10], что позволит значительно повысить теплозащитные качества наружного ограждения.

Далее рассмотрим вариант улучшения теплозащитных свойств ограждающей конструкции с применением системы ROCKFACADE.

На рис. 2 показана схема расположения слоев системы теплоизоляции ROCKWOOL «ФАСАД БАТТС».

Расчет необходимой толщины эффективного утеплителя

По выше изложенным данным, определим по СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий" необходимую толщину теплоизоляционного слоя:

$$\delta_{из} = [2.54 - (0.144 + 0.020 + 0.655 + 0.026 + 0.043)] \cdot 0.037 = 0.062 \text{ м.}$$

Принимаем толщину плитного утеплителя $\delta_{из} = 70 \text{ мм}$, в соответствии с номенклатурой выпускаемой заводским способом продукции ROCKWOOL. Определяем общее сопротивление теплопередаче наружной стены:

$$R_0^p = 2,79 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$$

Разность между температурой внутреннего воздуха и

температурой на внутренней поверхности наружного ограждения $\Delta t_0, ^\circ\text{C}$, не должна превышать нормируемой величины $\Delta t_n, ^\circ\text{C}$. Чтобы проверить выполнение этого условия, строим схему распределения температур в многослойной ограждающей конструкции с применением эффективного утеплителя – плит теплоизоляции ROCKWOOL (см. рис.3) и определяем значение температуры на внутренней поверхности наружной стены - $t_{\text{в}}$ ($t_{\text{в}} = 18,48 ^\circ\text{C}$).

Значение Δt_n – нормируемого температурного перепада принимаем:

$$\Delta t_n = 4 ^\circ\text{C}$$

Определяем значение разности между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности наружной стены

$$t_{\text{в}} - t_{\text{в}} = \Delta t_0, ^\circ\text{C}:$$

$$\Delta t_0 = 1,52 ^\circ\text{C}.$$

Значение расчетного температурного перепада Δt_0 меньше нормируемого значения Δt_n :

$$\Delta t_0 < \Delta t_n,$$

что удовлетворяет первому санитарно-гигиеническому условию показателя «б».

При $t_{\text{в}} = 20 ^\circ\text{C}$ и $\varphi_{\text{в}} = 55\%$ температура точки росы внутреннего воздуха помещения $t_d = 10,67 ^\circ\text{C}$.

График распределения температур по слоям ограждающей конструкции

Кирпичная кладка из сплошного кирпича толщиной 380 мм

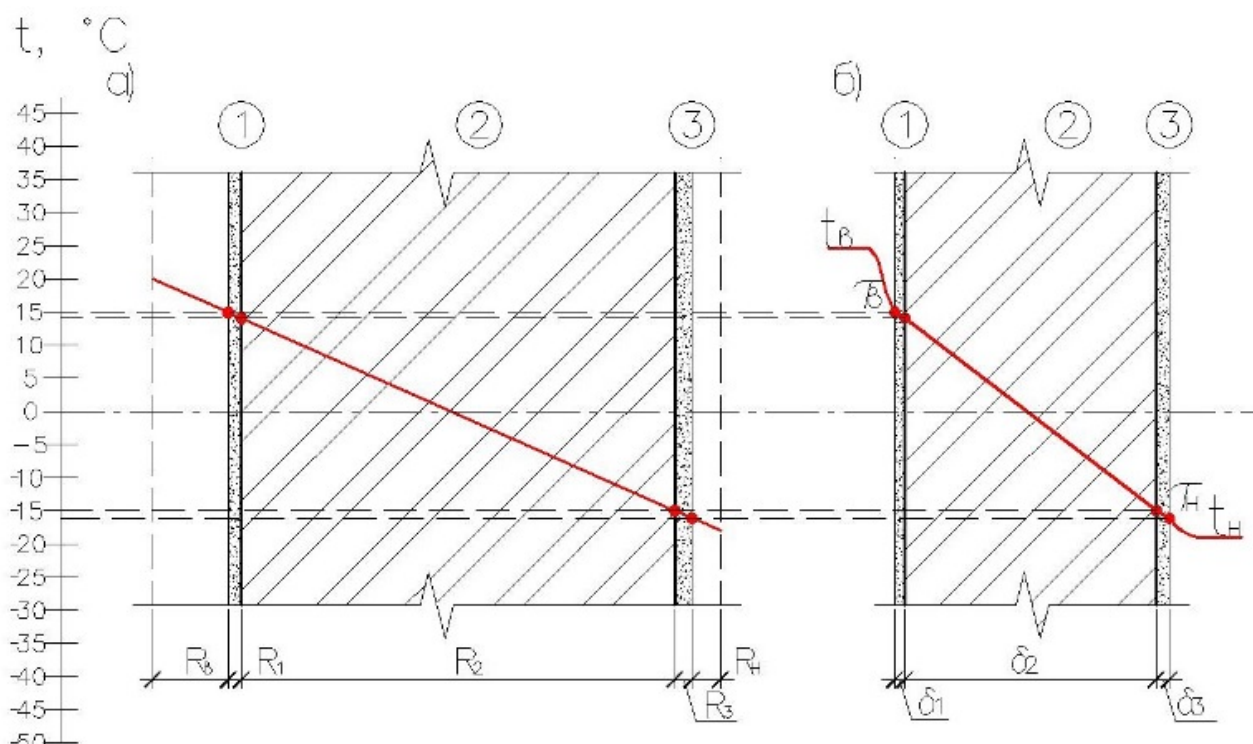


Рис. 1. Распределение температур в многослойной ограждающей конструкции:

- а) в масштабе термических сопротивлений;
- б) в масштабе толщин слоев.

- 1 - штукатурка цементно-песчаная;
- 2 - кирпичная кладка;
- 3 - штукатурка цементно-песчаная

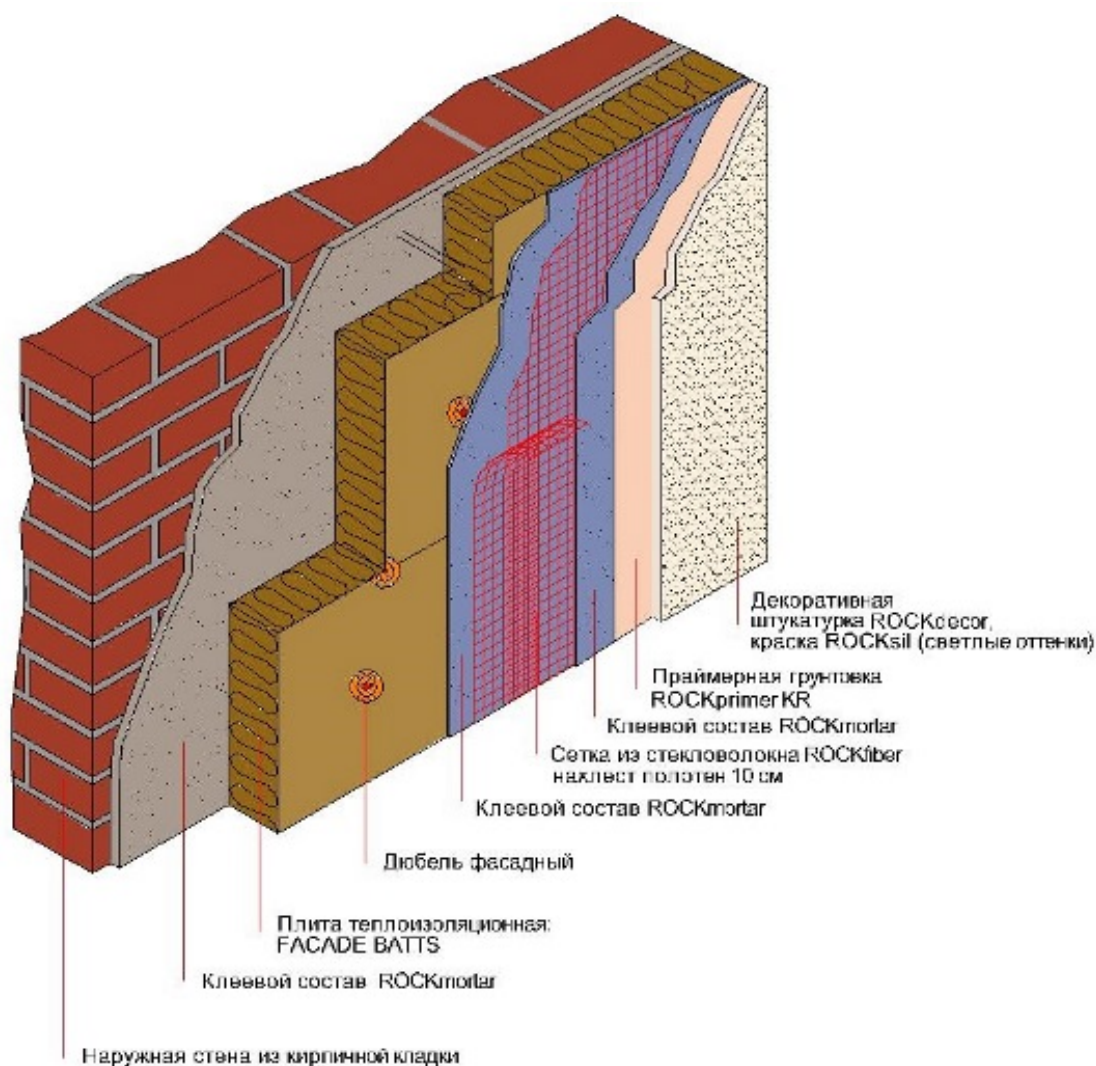


Рис. 2. Схема расположения слоев системы теплоизоляции ROCKWOOL «Фасад БАТТС»

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции $t_{в} = 18,48^{\circ}\text{C}$ больше температуры точки росы внутреннего воздуха $t_{d} = 10,67^{\circ}\text{C}$, что удовлетворяет второму санитарно-гигиеническому условию. На рис. 3 показана схема распределения температур в многослойной ограждающей конструкции с применением эффективного утеплителя – плит теплоизоляции ROCKWOOL.

График распределения температур по слоям ограждающей конструкции с применением «ROCKWOOL ФАСАДНАЯ СИСТЕМА»

Кирпичная кладка из сплошного кирпича толщиной 380 мм с эффективным утеплителем

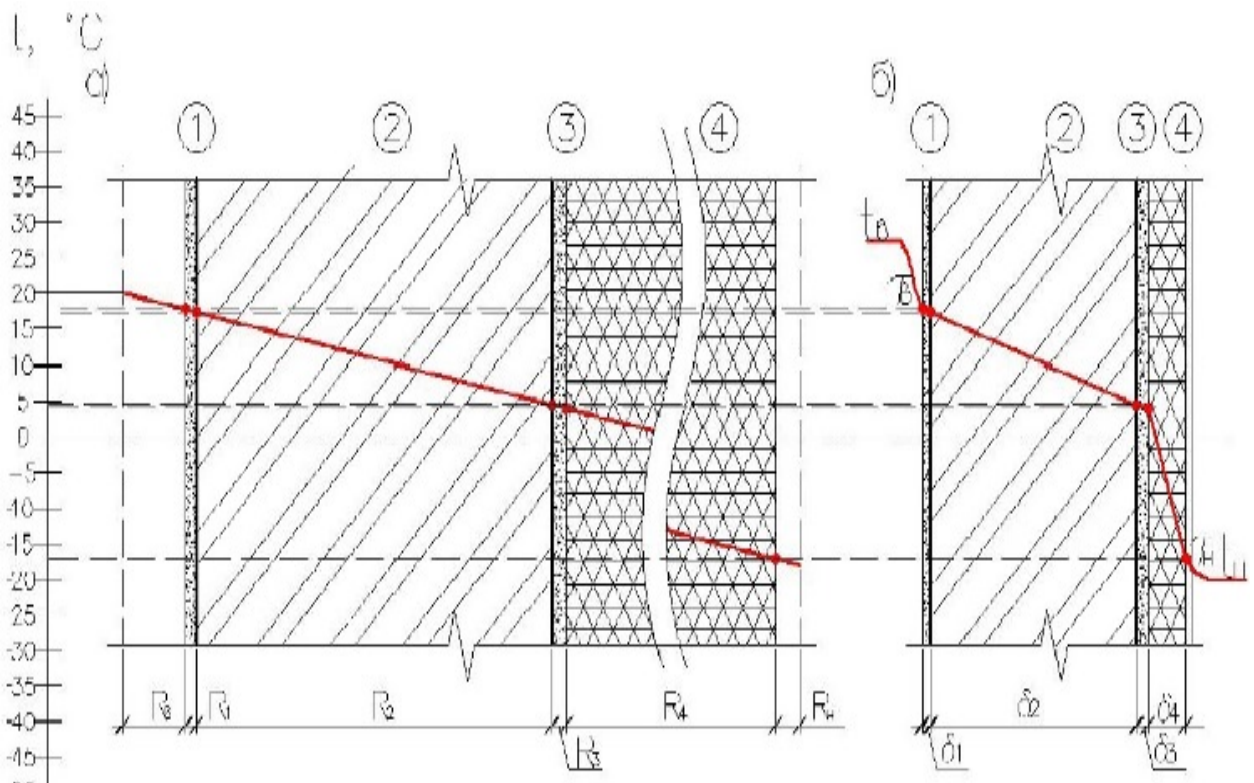


Рис. 3. Распределение температур в многослойной ограждающей конструкции:

- а) в масштабе термических сопротивлений;
- б) в масштабе толщин слоев.

- 1 - штукатурка цементно-песчаная;
- 2 - кирпичная кладка;
- 3 - штукатурка цементно-песчаная;
- 4 - эффективный утеплитель (плиты ROCKWOOL)



Литература

1. Страхова Н.А., Лебединский П.А. Анализ энергетической эффективности экономики России // Инженерный вестник Дона, 2012, №3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/999.
2. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. М.: Стройиздат, 1979. 248 с.
3. Роджерс Т. С. Проектирование теплозащиты зданий. Пер. с англ. М.: Стройиздат, 1966. - 226 с.
4. Круглова А.И. Климат и ограждающие конструкции. М.: Госстройиздат, 1970. - 169 с.
5. Л.Т. Карданов, М.И. Бжахов, В.Х. Хуранов, З.Р.Лихов. Сравнительная оценка теплотехнических качеств систем верхнего света // Инженерный вестник Дона, 2015, №1, ч.2 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1p2y2015/2784.
6. Гамбург Ю. П. Учет тепла вносимого солнечной радиацией. М.: Госстройиздат, 1966. - 100 с.
7. Rosemann A., Kaase H. Lightpipe application for daylight systems // Solar Energy. 2005. Vol. 78. pp. 772-780.
8. Szokolay S.V. Environmental science handbook for architects and builders Lancaster: Construction Press, 1980. 532 p.
9. Физика среды. Учебник: - М.: АСВ, 2011. – 344 с.
10. ROCWOOL «ФАСАДНАЯ СИСТЕМА». Альбом технических решений: - М.: ROCWOOL, 2011. – 54 с.

References

1. Strakhova N.A., Lebedinskiy P.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/999.
 2. Bogoslovskiy V.N. Teplovoy rezhim zdaniya [Thermal regime of the building]. М.: Gosstroyizdat, 1979. 248 p.
-



3. Rodzhers T. S. Proektirovanie teplozashchity zdaniy. Translation from English. [Design of thermal insulation of buildings]. M.: Stroyizdat, 1966. 226 p.
4. Kruglova A.I. Klimat i ograzhdayushchie konstruksii [Climate and walling]. M.: Gosstroyizdat, 1970. 169 p.
5. Kardanov L.T., Bzhakhov M.I., Khuranov V.Kh., Lihov Z.R. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1p2015/2784.
6. Gamburg Yu. P. Uchet tepla vnosimogo solnechnoy radiatsiey [Allowance of heat contributed by solar radiation]. M.: Gosstroyizdat, 1966. 100 p.
7. Rosemann A., Kaase H. Lightpipe application for daylight systems. Solar Energy. 2005. Vol. 78. pp. 772-780.
8. Szokolay S.V. Environmental science handbook for architects and builders Lancaster: Construction Press, 1980. 532 p.
9. Fizika sredi. Uchebnik [Physics of the environment. Tutorial]. M.: ASV, 2011. 344 p.
10. Rocwool "Fasadnaja systema". Albom tekhnicheskikh reshenii [Rocwool. Alboum of technical solutions]. M: ROCWOOL, 2011. 54 p.