

УДК 699.86

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ В Г. КЕМЕРОВО

Кемерова М. Е. студент гр. 13141/4 2 курс Магистратуры

Научный руководитель: Масликов В.И. д.т.н., профессор

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра великого  
г.Санкт-Петербург

Дома не соответствуют современным теплотехническим нормам, которые в разы ужесточились в начале 2000-х годов. Для примера: термическое сопротивление типичной для прошлых лет конструкции из керамзитобетона толщиной 350 мм – 0,65 м<sup>2</sup>•°С/Вт. По современным нормам оно нуждается в ремонте. Решением данной проблемы будет являться проведение капитального ремонта по утеплению здания.

Для примера расчета взят 10-ти этажный многоквартирный дом. Наружные и внутренние стены здания крупнопанельные 97-й серии. Толщина несущих наружных стен – 350 мм, внутренних – 200 мм, перегородок – 80 мм. Плиты соединены на сварку. Швы заполнены цементно-песчаным раствором.

Конструктивные решения ограждающих конструкций стен:

1. Однослойная ж/б панель (сопротивление теплопередаче 0,74 м<sup>2</sup> · °С/Вт)



Рисунок 1 – Конструкция стены

$$R_{\text{усл.}}^0 = 1/8,7 + 0,35/0,74 + 1/23 = 0,623 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Проведен проверку теплозащитных свойств оболочки. Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования).

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче наружных стен:

$$R_0^{\text{тр}} = A \cdot \text{ГСОП} + b = 0.00035 \cdot 6583 + 1.4 = 3.7 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} \quad (1)$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружных стен:

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} \cdot 0.63 = 3.7 \cdot 0.63 = 2.33 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} \quad (2)$$

Приведенные значения сопротивления теплопередаче стен:

$$R_0^{\text{пр}} = 0.95 \cdot 0.59 = 0.56 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Не соответствуют требуемым значениям

Проведём подбор толщины утеплителя. Принимаем среднее сопротивление теплопередаче утеплителя  $\lambda = 0.045 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ . Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче наружных стен  $R_0^{\text{тр}} = 3.7 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

$$R_{\text{усл.}}^0 = 1/8.7 + 0.35/0.74 + \frac{x}{0.045} + 1/23 = 3.7 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$X = 0.138 \text{ м}$$

Принимаем требуемую толщину теплоизоляционного слоя 0,15 м

$$R_{\text{усл.}}^0 = 1/8.7 + 0.35/0.74 + \frac{0.15}{0.045} + 1/23 = 3.95 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

$$R_{\text{усл.}}^0 = 3.95 \geq R_0^{\text{тр}} = 3.7$$

Определение предельных значений удельных единовременных затрат на повышение теплозащиты.

Неравенство (3) выражает условие окупаемости единовременных затрат на повышение теплозащиты ограждающих конструкций – удельное значение единовременных затрат должно быть меньше предельного значения, которое зависит от ГСОП, стоимости тепловой энергии и учетной ставки по кредитам банка [11]:

$$-\frac{\Delta K}{\Delta k} < 0.024 \times \text{ГСОП} \times C_T / p = \omega. \quad (3)$$

Рассчитаем параметр  $\omega$  для города Кемерово :

$$\omega = 0.024 \cdot 6583 \cdot 0.01/0.13 = 12.2$$

Согласно (19) единовременные затраты на утепление стены  $\Delta k$  не должны превышать величины  $(-\Delta k) \cdot \omega$ .

$$\Delta k = \frac{1}{R_{\text{усл.}} + \frac{0.15}{\lambda}} - \frac{1}{R_{\text{усл.}}} = \frac{1}{0.602 + \frac{0.15}{0.045}} - \frac{1}{0.602} = -1.41 \quad (4)$$

В рассматриваемом случае получается, что предельное значение единовременных затрат на утепление стены, при которых они окупаются составляет:

$$\Delta k \leq 1,41 * 12,2 = 17,202 \text{ долл/м}^2$$

Максимальная стоимость реконструкции 1 м<sup>2</sup> фасада 17.202 долл/м<sup>2</sup> в г. Кемерово, в противном случае инвестиции не окупятся. Создан шаблон по расчету окупаемости в MathCad

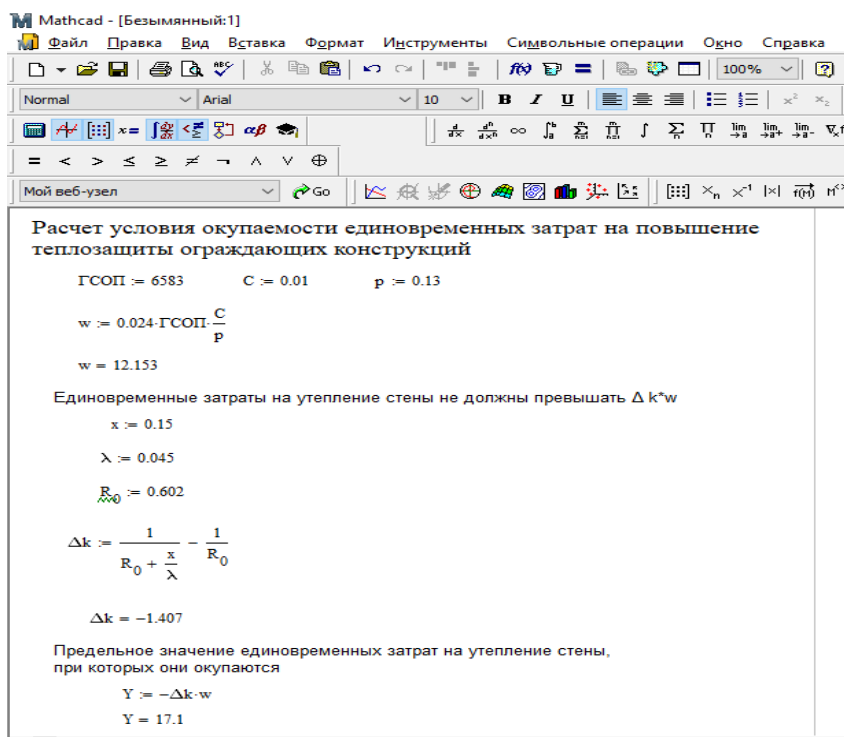


Рисунок 2 - шаблон для расчета окупаемости инвестиций в Mathcad

Максимальная стоимость реконструкции 1 м<sup>2</sup> фасада 17.202 долл/м<sup>2</sup> в г. Кемерово.

### Список литературы

1. Методическое пособие «Методические указания по совершенствованию и актуализации раздела проектной документации, содержащего мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности к проектируемым и построенным жилым и общественным зданиям.» Москва 2017 г.
2. В.С.Беляев, Ю.Г.Граник, Ю.А.Матросов. Энергоэффективность и теплозащита зданий. Издательство АСВ, М., 2014.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология
4. СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»
5. СП 230. 1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических однородностей»

6. СП 60.13130.2013 «СНиП 41-01-2003 « Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
7. СП 54.13330.2011 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»
8. СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99\* Строительная климатология»
9. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»
10. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
11. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Часть 2. В. Г. Гагарин
12. Богуславский Л.Д. Экономия теплоты в жилых зданиях. —М.: Стройиздат, 1990.- 3 с.
13. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий// АВОК. 2009. №1. С. 4.
14. Baustoffkenntnis/begr. Von Wilhelm Scholz. Unter Mitarb. Von Heinrich Bruckner...- 14, neubearb. Und erw.Aufl. -Duesseldorf: Werner, 1999.
15. WTA-Merkblatt 2-4-94/D. Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. 1995
16. Information Paper IP 17/01, Assessing the Effects of Thermal Bridging at Junctions and Around Openings. Tim Ward, BRE, 2001
17. Thermal nondestructive testing of buildings and builded constructions / O.N. Budadin, O.V. Lebedev, E.V. Abramova, M.A. Rodin // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2003. Vol. 39. Iss. 5. P. 395-409.
18. Centre de rencontres universitaires, Berlin-Wilmersdorf // Architecture d'aujourd'hui.- 1980.- № 209.- P. 40-48.
19. Optimization-based feasibility study of an active thermal insulator / Harren-Lewisa T., Rangavajhalab S., Messacc A., Zhangd J. // Building and Environment. 2012. Vol. 53. Pp. 7–15
20. ASHRAE 90 2P. Energy efficient design of low-rise residential  $\phi$  buildings. Proposed American National Standard.- 1986. -13
21. Energy conservation in buildings. Regulations and guidelines :D3, National Building Code.- 1978.- 13 p.
22. Дюльдин Ю.В., Юхневич В.М. Системы утепления фасадов. // Строительные материалы. 2001. - №12. - с.30
23. Федеральный закон об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации от 18.11.2009