

УДК 697.7

НОВЫЙ МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ЧЕРДАЧНОГО ПОМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛИМАТА

Щипачева Е.В. – д.т.н., профессор (ТашиИИТ)

Рахимова Н.Б. – ст. науч., сотрудник-соискатель (ТашиИИТ)

Юнусов Р. – магистрат (ТашиИИТ)

В условиях сухого жаркого климата одним из определяющих факторов нарушения комфортности жилых комнат верхних этажей здания является чрезмерный перегрев чердачного помещения. Физический метод оптимизации его температурного режима может быть основан на регуляризации теплопотерь с поверхности ограждения (кровли) путем варьирования ее излучательной способностью.

Пусть ε_0 – начальная излучательная способность поверхности кровли с температурой T_c . Тогда плотность потока q_0 тепловых потерь согласно [1] выразится

$$q_0 = a // (T_c - T_{нв}) + \varepsilon_0 \cdot \sigma \cdot (T_c^4 - T_{гз}^4) \quad (1)$$

Далее положим, что излучательная способность поверхности стала ε_r (например, после нанесения на поверхность кровли покрытия с излучательной способностью ε_r). При прочих равных условиях плотность теплового потока с поверхности ограждения станет

$$q_r = a // (T_c - T_{нв}) + \varepsilon_r \cdot \sigma \cdot (T_c^4 - T_{гз}^4). \quad (2)$$

Относительная величина энергосберегающего эффекта определится соотношением

$$\Delta q = \frac{q_0 - q_r}{q_0}, \quad (3)$$

или с учетом (1) и (2) – формулой:

$$\Delta q = (\varepsilon_0 - \varepsilon_r) / (\varepsilon_0 + a // ((T_c - T_{нв})) / \sigma (T_c^4 - T_{гз}^4)). \quad (4)$$

Согласно [2] коэффициент теплообмена $\alpha //$ при турбулентном режиме свободной конвекции может быть представлен выражением

$$\alpha // \cong \gamma \cdot (T_c - T_{нв}), \quad (5)$$

где γ – коэффициент, учитывающий температурный режим.

Очевидно, что изменение излучательной способности кровли приводит к изменению структуры и величины тепловых потерь с поверхности ограждения и изменению сопротивления теплопередаче R . Обозначим: R_T^0 – сопротивление теплопередаче при ε_0 , R_T^r – сопротивле-

ние теплопередаче при ε_r , T_e – внутренняя температура чердачного пространства. Тогда, согласно определению сопротивления теплопередаче [2], имеем:

$$R_T^o = \frac{T_e - T_c}{q_o} \quad (6)$$

и

$$R_T^r = \frac{T_e - T_c}{q_r} \quad (7)$$

Из (6) и (7) с учетом (4) получаем, что

$$R_T^r = \frac{R_T^o q_o}{q_r} = \frac{R_T^o}{1 - \Delta q} \quad (8)$$

С учетом нанесенного покрытия, т.е. добавления некоторого слоя δ_r с коэффициентом теплопроводности λ_s , начальное сопротивление теплопередаче конструкции покрытия должно быть увеличено на собственное термическое сопротивление $R_s = \frac{\delta_r}{\lambda_s}$. Окончательно получим:

$$R_T^r = \frac{R_T^o q_o}{q_r} = \frac{R_T^o + R_s}{1 - \Delta q} \quad (9)$$

Выражение (9) можно рассматривать как некоторый функционал, экстремум которого приводит к оптимальным теплофизическим характеристикам ограждающей конструкции, обеспечивающим требуемый температурный режим чердачного помещения. Однако, здесь мы не будем решать вариационную задачу, а поступим много проще. Сразу зададим требуемую величину внутренней температуры чердачного пространства, обеспечивающую, при прочих равных условиях, комфортную температуру верхнего этажа и определим R_T^r , как функцию наружной температуры воздуха. На рис. 1 приведены результаты расчета сопротивления теплопередаче покрытия с кровельным ковром из исходного материала с начальной излучательной способностью $\varepsilon_o = 0,92$ и покрытия при нанесении на кровельный ковер слоя толщиной $\delta_r = 0,3$ мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda_s = 0,15$ Вт/м·К и излучательной способностью $\varepsilon_r = 0,33$. Коэффициент γ в формуле (5) аппроксимировался для диапазона наружной температуры -30 °С $\leq t_{нв} \leq +50$ °С выражением $\gamma = 10,336 - 0,0092 \cdot t_{нв}^*$. Величина внутренней температуры T_v чердачного помещения считалась постоянной для всего рассматриваемого диапазона температур наружного воздуха и была взята равной $t_v = 24$ ° С. Очевидно, что это идеализированный случай, когда температура внутреннего чердачного помещения остается как бы посто-

* В [3] дается выражение аппроксимации коэффициента γ для диапазона температур -40 °С $\leq t_v \leq 10$ °С. Поскольку в данной работе рассматривается более широкий диапазон температур, то были выполнены необходимые расчеты, обеспечивающие пересчет коэффициентов для рассматриваемого диапазона температур.

янной на протяжении всего климатического года. Но эта идеализация позволяет наглядно увидеть возможность путем варьирования излучательной способностью наружной поверхности ограждающей конструкции поддерживать температуру чердачного помещения, обеспечивающую комфортные условия комнат верхних этажей здания.

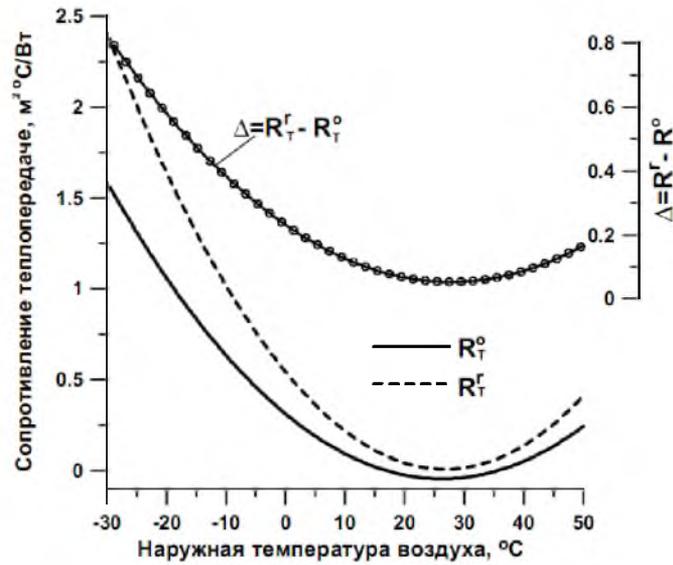


Рис. 1. Сопротивление теплопередаче R_T^o покрытия с кровельным ковром из исходного материала с излучательной способностью ϵ_o и сопротивление теплопередаче покрытия R_T^r при нанесении на кровельный ковер слоя с излучательной способностью ϵ_r ($\epsilon_r < \epsilon_o$), как функции температуры наружного воздуха и их разность Δ

Как видно из рис. 1 нанесение на поверхность кровли слоя с низкой излучательной способностью, при прочих равных факторах, значительно повышает сопротивление теплопередаче покрытия во всем рассматриваемом диапазоне наружных температур воздуха. Очевидно, что разность сопротивления теплопередаче исходного материала с отражательной способностью ϵ_o и того же материала с покрытием ϵ_r ($\epsilon_r < \epsilon_o$) зависит от величины напора теплового потока, который характеризуется градиентом температуры наружного и внутреннего воздуха, что собственно и отражено на рис. 1.

Распределения сопротивления теплопередаче поверхности с излучательной способностью ϵ_o и той же поверхности, покрытой некоторым слоем с излучательной способностью ϵ_r , представленные на рис.1, как функции температуры наружного воздуха, рассчитаны при фиксированной температуре внутреннего воздуха для всего заданного диапазона температур наружного воздуха. Это позволило получить картину реакции сопротивления теплопередаче на градиенты температуры наружного и внутреннего воздуха для различных ϵ . Для выяснения реального распределения внутренней температуры чердачного помещения, как функции наружной температуры воздуха при изменении сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции согласно (9), представим внутреннюю температуру воздуха t_v из соотношения [4]

$$q = a_{\Sigma} \left[\frac{a t_a + a t_{\text{окр}}}{a_{\Sigma}} - t_c \right], \quad (10)$$

где $t_{\text{окр}}$ – температура окружающих поверхностей, $t_c = T_c - 273,15$. Без ограничения общности примем приближение $t_b \approx t_{\text{окр}}$, не имеющее решающего значения в рассматриваемых рамках нашей задачи. Тогда, t_b из (10) определится соотношением

$$t_a = a_{\Sigma} \left[\frac{q + t_c}{a (1 + a)} \right]. \quad (11)$$

На рис. 2 приведены распределения внутренней температуры чердачного помещения, как функции наружного воздуха для $q=q_0$ (ϵ_0) и $q=q_r$ (ϵ_r).

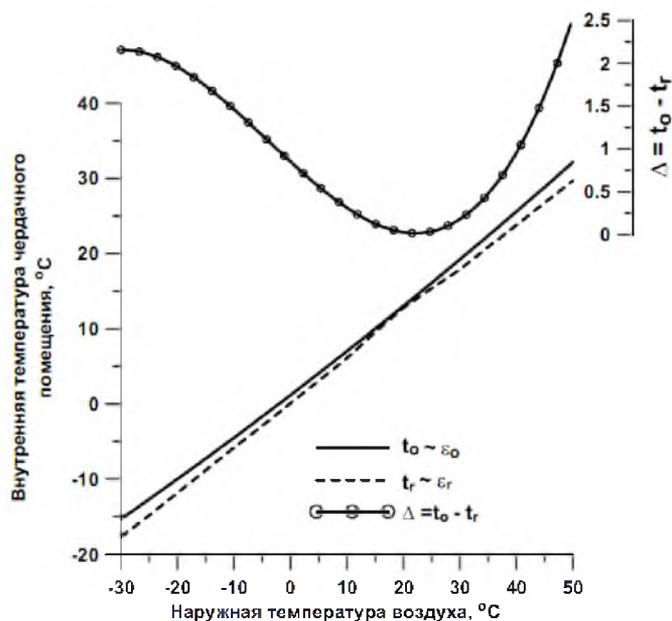


Рис. 2.2. Распределение внутренней температуры чердачного помещения, как функции температуры наружного воздуха при различной излучательной способности кровельного ковра ($\epsilon_0 > \epsilon_r$)

Как видно из приведенных на рис. 2 распределений, снижение излучательной способности ограждающих конструкций при температурах наружного воздуха $t_{\text{нв}} > 35^\circ\text{C}$ позволяет существенно понизить внутреннюю температуру чердачного помещения.

Таким образом, используя покрытия для поверхности кровли с низкой излучательной способностью можно улучшить микроклимат помещений и тем самым снизить потребление энергии системами кондиционирования воздуха.

Литература

1. Щипачева Е.В., Рахимова Н.Б. Физическое воздействие наружной среды на формирование температурного режима чердачных помещений зданий /Материалы Республиканской научно-тех. конференции «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» (5-6 декабря 2014 г.).
2. Богословский В. Н. Тепловой режим здания. – М.: Стройиздат, 1979. – 249с.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – М.: «АВОК-ПРЕСС», 2006. – 251с.
4. Табунщиков Ю. А., Климовицкий М. С. Расчет теплового режима помещения при раздельном учете конвективной и лучистой составляющих теплообмена //Сборник трудов НИИСФ «Тепловой режим и долговечность зданий», 1987. – С. 16-25.

Аннотация

Ёзги давр мабойнида бинонинг чордоқ хонасидаги ҳароратни, паст нурланувчи ҳоссага эга бўлган томбоб материаллардан фойдаланилган ҳолда пасайтириш усули таклиф этилган.

Summary

The Offered method of reduction of the temperature lofts premiseses of the building at year term to account of the using the roofing material with low radiation by ability.