

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСФОРМИРУЕМОГО ПЛОСКОГО РЕФЛЕКТОРА ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТИ СВЕТОПРОЕМА В НОЧНОЕ ВРЕМЯ

Дусяров Акмал Садуллаевич

Каршинский государственный технический университет,

к.т.н. профессор кафедры энергетическая инженерия.

E-mail: dusyarovakmal70@gmail.com

В последнее время в европейских странах, особенно в ФРГ, “подсветка” помещений плоскими рефлекторами (зеркалами) солнечного излучения, установленными снаружи здания под его оконными проемами, рассматривается как один из путей экономии электрической энергии (для освещения). Наряду с этим считается, что она может найти практическое применение в инсоляционных пассивных системах солнечного отопления с краткосрочными аккумуляторами тепла. Такие тепловые системы будут включать два основных элемента – внутрикомнатный отопительный прибор, представляющий собой совмещенный емкий коллектор солнечного излучения и аккумулятора тепла, устанавливаемый внутри комнаты, возле оконного проема, и шарнирно соединенный с его нижней частью рефлектор, устанавливаемый снаружи под оконным проемом, с возможностью дискретного изменения угла наклона относительно проема.

Преимуществом пассивных систем солнечного отопления рассматриваемого типа является то, что преобразование энергии солнечного излучения в тепловую происходит внутри отапливаемых помещений, т.е. после поступления солнечного излучения в помещение через светопроемы [1,2]. Следовательно, тепловые потери с поверхности совмещенного коллектора-аккумулятора системы, установленного около вертикального светопроема с внутренней стороны, конвекцией и излучением (составляющие до 50% падающего излучения) передаются в отапливаемое помещение как полезная энергия. По этим соображениям тепловая эффективность таких систем в принципе может оказаться более высокой, чем у традиционных пассивных систем солнечного отопления, в которых коллектор солнечной энергии и совмещенный с ним аккумулятор тепла расположены снаружи здания [2,3].

В разработанном и обследованном нами экспериментальном объекте инсоляционной пассивной системы солнечного отопления [3,4], плоский рефлектор, шарнирно соединенный с нижней частью светопроема, служит для дополнительной подсветки отапливаемого помещения днем и дополнительной теплоизоляции поверхности светопроема ночью, в течение которой рефлектор

находится в вертикальном положении и полностью закрывает поверхность светопроема.

Представляет интерес определение создаваемого шарнирно трансформируемым рефлектором теплоизоляционного эффекта в ночное время.

Рассматриваемая задача сводится к расчету и сопоставлению тепловых потерь через обычный светопроем и через светопроем с дополнительной теплоизоляцией в ночное время. Суммарные теплотери обычного светопроема в ночное время определяются из выражения

$$Q_{\text{III}_1} = K_1 F_n \int_{z_2}^{z_1} (t_k - t_o) dz, \quad (1)$$

где

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{2\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{вн}_n}}{\lambda_{\text{вн}_n}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}} \quad (2)$$

- коэффициент теплопередачи обычного светопроема с двухслойным остеклением, разделенный через замкнутой воздушной прослойкой; $\alpha_{\text{вн}}$ и $\alpha_{\text{нар}}$ - коэффициенты теплообмена внутренней и наружной поверхностей светопроема; $\lambda_{\text{ст}}$ и $\delta_{\text{ст}}$ - коэффициент теплопроводности и толщина оконного стекла; $\lambda_{\text{вн}_n}$ и $\delta_{\text{вн}_n}$ - коэффициент теплопроводности и толщина воздушной прослойки между слоями остекления светопроема.

Как показывают расчеты, при $\alpha_{\text{вн}}=8,72$ Вт/(м²·°C), $\delta_{\text{ст}}=0,004$ м, $\lambda_{\text{ст}}=0,76$ Вт/(м²·°C), $\delta_{\text{вн}_n}=0,015$ м $\left(\frac{\delta_{\text{вн}_n}}{\lambda_{\text{вн}_n}}=0,175 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$ и $\alpha_{\text{нар}}=23,26$ Вт/(м²·°C) значение $K_{\text{об}}$, определенное по формуле (3.62), составляет 2.91 Вт/(м²·°C).

Шарнирно трансформируемый рефлектор, с которым снабжен светопроем опытной комнаты экспериментального объекта, состоит из зеркала с тыльным отражающим покрытием толщиной 4 мм (из оконного стекла), уложенного на слой теплоизоляции из пенопласта толщиной 30 мм, который снизу защищен фанерой толщиной 5 мм. При закрывании поверхности светопроема рефлектором, между ними образуется замкнутая воздушная прослойка толщиной 20 мм.

Коэффициент теплопередачи через рассматриваемый светопроем, определяется по формуле

$$K_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{2\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{вн}_n}}{\lambda_{\text{вн}_n}} + \frac{\delta_{\text{вн}_p}}{\lambda_{\text{вн}_p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_{\text{из}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{\delta_{\text{ф}}}{\lambda_{\text{ф}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{нар}}}}, \quad (3)$$

где λ_3 и δ_3 - коэффициент теплопроводности и толщина стекла с зеркально отражающим покрытием; $\lambda_{\text{из}}$ и $\delta_{\text{из}}$ - коэффициент теплопроводности и толщина

слоя теплоизоляции из пенопласта, на который уложено зеркало; λ_{ϕ} и δ_{ϕ} - коэффициент теплопроводности и толщина клееной фанеры.

При прежних значениях α_{en} , λ_{cm} , δ_{cm} , $\frac{\delta_{en}}{\lambda_{en}}$ и значениях $\delta_{en_p}=0,02$ м, $\left(\frac{\delta_{en_p}}{\lambda_{en_p}}=0,18\frac{\text{м}^2\cdot\text{°C}}{\text{Вт}}\right)$, $\delta_3=\delta_{cm}$, $\lambda_3=\lambda_{cm}$, $\delta_{uz}=0,03$ м, $\lambda_{uz}=0,061$ Вт/(м·°C), $\delta_{\phi}=0,005$ м и $\lambda_{\phi}=0,12$ Вт/(м·°C), как показывают результаты расчетов по формуле (3), значение K_2 составляет 0.94 Вт/(м²·°C)[8,9].

Суммарные тепловые потери через светопроем, имеющий подобную дополнительную теплоизоляцию, определяются из выражения

$$Q_{mn_2} = K_2 F_n \int_{z_2}^{z_1} (t_k - t_o) dz. \quad (4)$$

Величина теплозащитного эффекта, создаваемого шарнирно-трансформируемым рефлектором на поверхности светопроема в ночное время продолжительностью z_2-z_1 , определяется по формуле

$$Q_{mn_1} - Q_{mn_2} = \Delta Q_{mn} = (K_1 - K_2) F_n \int_{z_2}^{z_1} (t_k - t_o) dz. \quad (5)$$

Если обозначить через

$$\bar{t}_o'' = \frac{1}{Z_1 - Z_2} \int_{z_1}^{z_2} t_o dz, \quad (6)$$

то выражение для определения уменьшения тепловых потерь отапливаемого помещения, имеющего температуру t_k , равную 18°С, за счет теплоизоляции его светопроема в ночное время шарнирно трансформируемым рефлектором, отнесенного к единице площади последнего, может быть записано в виде

$$q_{mз} = \frac{\Delta Q_{mn}}{F_n} = \frac{Q_{mn_1} - Q_{mn_2}}{F_n} = (K_1 - K_2)(t_k - \bar{t}_o'') \Delta z_n, \quad (7)$$

где $\bar{t}_o''$ - средняя ночная температура окружающей среды; Δz_n - продолжительность периода, в течение которого поверхность проема закрыта рефлектором[6,7].

Зависимость $q_{mз} = \Delta Q_{mn} / F_n$ от изменения t_o при $\Delta z_n = z_1 - z_2 = 16$ ч и $K_1 = 2.91$ Вт/(м²·°C), $K_2 = 0.94$ Вт/(м²·°C), $t_k = 18^\circ\text{C}$ (const) приведена на рис.1.

При указанных значениях Δz_n , K_1 , K_2 и t_k зависимость $\Delta Q_{mn} = f(\bar{t}_o'')$ при $-10^\circ\text{C} \leq \bar{t}_o'' \leq 10^\circ\text{C}$ может быть представлена в виде прямой

$$q_{mз} = \Delta Q_{mn} / F_n = 2042.5 - 113.5 \cdot \bar{t}_o'', \text{ кДж/м}^2. \quad (8)$$

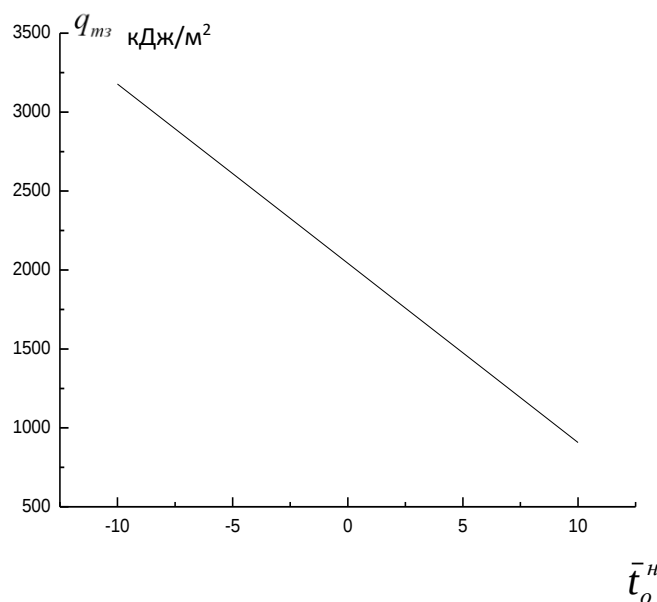


Рис.1. Зависимость q_{mz}^c от $\bar{t}_o^n$.

Как следует из рисунка и уравнения (8), значение q_{mz}^c тем выше, чем ниже значение $\bar{t}_o^n$. Так, если значение $\Delta Q_{mn}/F$ при $t_o=4^\circ\text{C}$ составляет 1588.5 кДж/м^2 , то при $t_o=-4^\circ\text{C}$ составляет 2496.5 кДж/м^2 , что на 57% выше, чем при $t_o=4^\circ\text{C}$ [5]. По этой причине указанный фактор очень важен для инсоляционных пассивных систем солнечного отопления со сплошными светопрозрачными южными стенами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дусяров А.С., Авезов Р.Р. Температурный режим помещения с рефлекторной пассивной системой солнечного отопления и аккумулятором тепла // Гелиотехника, 2000. –№4. –С.50-54.
2. Дусяров А.С. Расчет теплозащитного эффекта применения шарнирно-трансформируемого рефлектора для дополнительной теплоизоляции поверхности светопроема ночью. // Гелиотехника, 2004. –№4. –С.88-91.
3. Авезов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения.- Ташкент: Фан, 1988.-288с.
4. Дусяров А.С. Тепловая эффективность инсоляционных пассивных систем солнечного отопления // Гелиотехника, 2001. –№4. –С.32-36.
5. Даффи Дж.А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. –М.: Мир, 1977. –420с.
6. Дусяров А.С., Авезов Р.Р. Оптимальный угол наклона к горизонту трансформируемого рефлектора пассивных систем солнечного отопления // Гелиотехника, 2000. –№1. –Ст. 60-63.
7. Дусяров А.С., Авезов Р.Р. Температурный режим помещения с рефлекторной пассивной системой солнечного отопления и аккумулятором тепла // Гелиотехника, 2000. –№4. –С.50-54.
8. Вейнберг В.Б. Оптика в установках для использования солнечной энергии. –М.: Оборонгиз, 1964.-224с.
9. Справочник по климату. Вып.19. Часть 1. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние.- Л.: Гидрометиздат, 1966. –76 с.