

Расчетно-экспериментальное исследование влияния обогрева межстекольного пространства на теплозащитные свойства деревянных оконных конструкций

З.А.Хаширов, И.В. Ермаков

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), Москва

Аннотация: В последние годы в России значительно ужесточены требования к теплозащитным свойствам светопрозрачных конструкций зданий и сооружений. Однако потери тепла через окна продолжают составлять значительную часть общих потерь тепла через оконные конструкции зданий. Следовательно, для уменьшения потерь тепла через светопрозрачные конструкции и решения проблемы энергосбережения в зданиях необходимо искать способы повышения сопротивления теплопередаче окон. Одним из решений для улучшения теплоизоляции оконных конструкций и повышения комфорта в помещениях жилых и общественных зданий в зимний период является использование обогрева межстекольного пространства [1].

Ключевые слова: воздушная прослойка, проектирование, теплонагревательный элемент, теплопередача, здание, оконная конструкция, температурный режим, нагрев, межстекольное пространство, обогрев.

Целью данного исследования было изучение влияния обогрева межстекольного пространства на тепловые характеристики деревянного окна с размерами 1530 × 440 мм и возможность снижения тепловых потерь [2].

На этапе данного эксперимента в межстекольное пространство оконной конструкции был установлен нагревательный элемент в виде нихромовой спирали. На клеммы нагревательного элемента подавалось напряжение 75 вольт и далее подключен через понижающий трансформатор к сети переменного тока. В течение 60 минут проводился низкотемпературный нагрев межстекольного пространства и поверхности остекления оконной конструкции. Измерения температур на поверхностях остекления осуществлялись с помощью измерительного прибора ИТП-МГ4.03/х(у) «Поток» по восьми точкам температур и по двум точкам датчиками теплового потока, данные которых занесены в таблицу 1 [3, 4].

Таблица 1

Распределение температур по внутренней поверхности остекления с применением теплонагревательного элемента

Точки измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	q_1	q_2
Значения температур, °С и теплового потока, Вт/м ²	35,2	17,4	15,6	15,7	15,3	14,6	14,1	13,6	16,3	25,4

*Примечание: Точка №1 находилась на уровне нагревательного элемента.

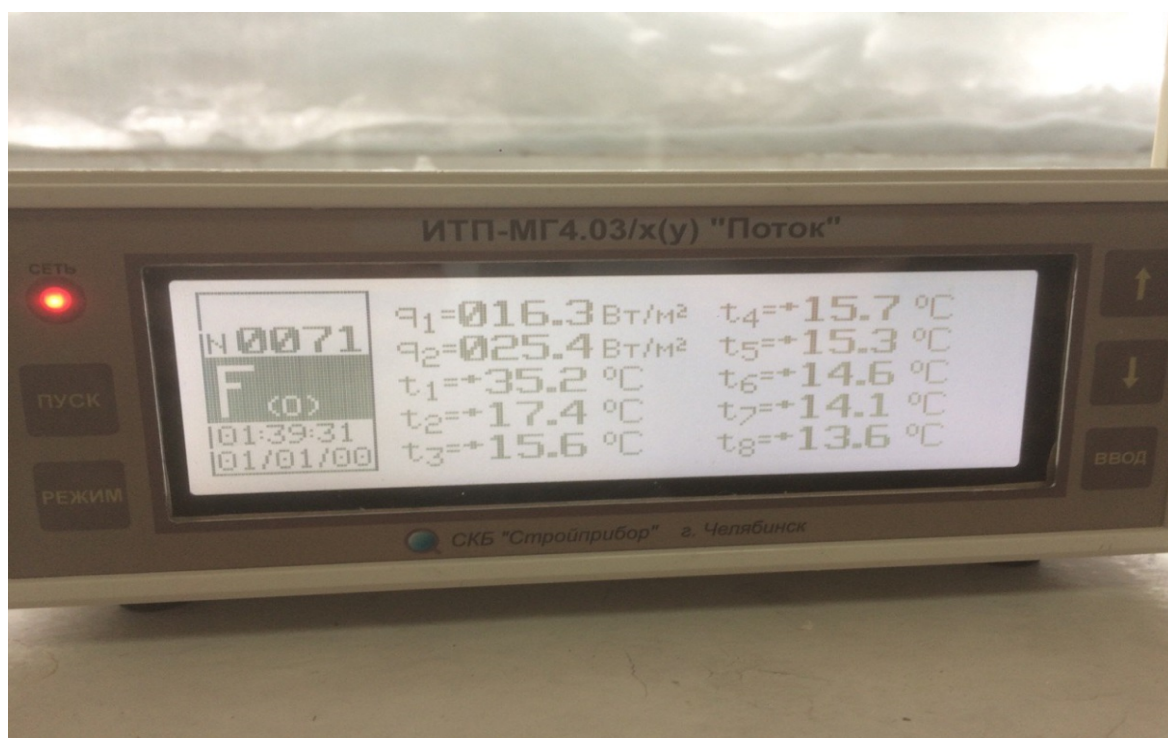


Рис.1а. Данные температуры на поверхности внутреннего остекления



Рис.16. Иллюстрация греющего элемента.

Далее производится расчет значений теплового потока и термического сопротивления для светопрозрачной части деревянного окна с применением обогрева:

Значение теплового потока:

$$q_1 = 16,3 \text{ Вт/м}^2; q_2 = 25,4 \text{ Вт/м}^2$$

Методом интерполяции находим промежуточное значение теплового потока q_3 :

$$q_3 = 21,1 \text{ Вт/м}^2.$$

Находим относительное термическое сопротивление для светопрозрачной части деревянного окна:

$$R = \frac{\Delta t}{q}$$

где Δt – разница температур внутренней на наружной поверхности остекления; q – значение теплового потока [5, 6].

$$R_1 = \frac{t_2 - t_1}{q_1} = \frac{16,5 - 1,2}{16,3} = 0,93 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

$$R_2 = \frac{t_2 - t_1}{q_2} = \frac{13,85 - 1,9}{25,4} = 0,47 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

$$R_3 = \frac{t_2 - t_1}{q_3} = \frac{15,5 - 2,55}{21,1} = 0,61 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Расчетное сопротивление для точек 1-3 находим по формуле:

$$R = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_w} + R_t$$

где, α_n – коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности остекления, α_w – коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности, R_t – относительное термическое сопротивление;

$$R_{t_1} = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_w} + 0,93 = 1,088 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

$$R_{t_2} = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_w} + 0,47 = 0,628 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

$$R_{t_3} = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_w} + 0,61 = 0,768 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Сравнительный анализ полученных данных

Сравнительные данные по изменению температуры по поверхности внутреннего остекления конструкции окна с обогревом и без обогрева приведены на рисунке 2.

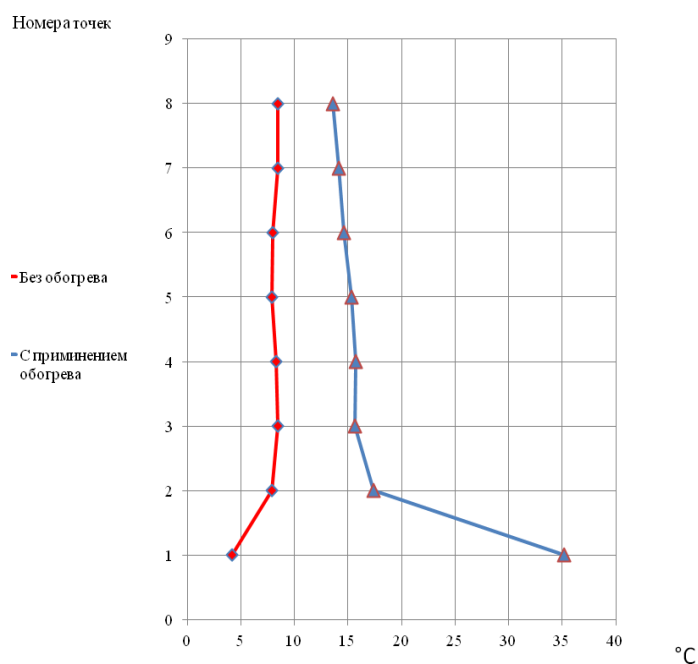


Рис.2. Сравнительные данные температур на поверхности остекления

На основе полученных данных строим сравнительный график тепловых потоков для деревянного окна (рис. 3).

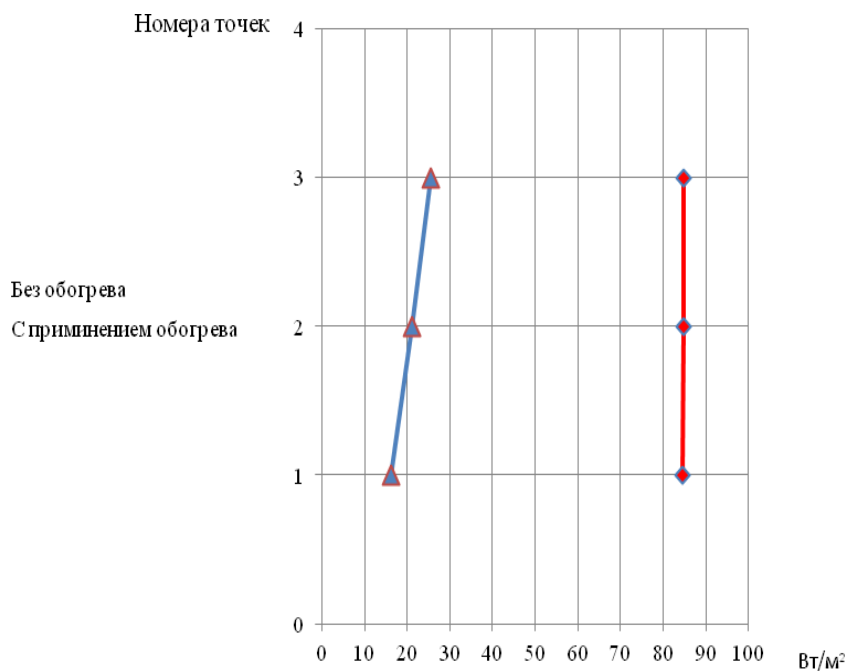


Рис.3. Потоки тепла для деревянного окна

На основе полученных данных строим сравнительный график термического сопротивления для деревянного окна (рис.4) [7].

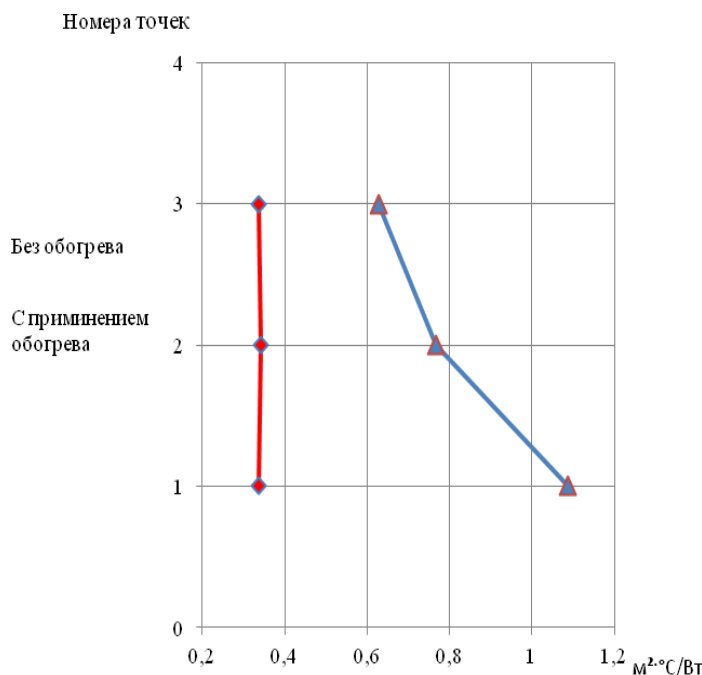


Рис.4. Сопротивление теплопередачи деревянного окна

Как видно из приведенных данных (рис. 2), обогрев воздушной прослойки с помощью теплонагревательного элемента позволяет при относительно небольших мощностях существенно повысить температуру внутренней поверхности остекления на $5,2 \dots 9,5 \text{ °С}$, не считая той точки, где расположен нагревательный элемент. Наибольший эффект применения обогрева межстекольного пространства с помощью нагревательного элемента оказывает на нижнюю, наиболее холодную, область остекления. Кроме этого, применение обогрева межстекольного пространства позволяет обеспечить более равномерное распределение температур по высоте на поверхности остекления [8, 9].

Представленный метод позволяет регулировать тепловые характеристики окна, применяя обогрев в самые холодные дни отопительного периода. Кроме того, было установлено, что использование межстекольного обогрева оконной конструкции обеспечивает более

равномерное температурное поле по высоте остекления и условия комфорта в соответствии со значением допустимой температуры остекления поверхностей оконных конструкций [10].

Литература

1. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность. М.: АСВ. 2011. 296 с.
 2. Гныря А.И., Низовцев М.И., Петров Е.В., Терехов В.И. Термостойкость заливок оконных блоков // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 1998. - № 11 - 12. - с. 90 - 94.
 3. Михеев М.А., Михеева И.М., Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – С. 344.
 4. Гныря А.И., Петров Е.В., Низовцев М.И., Терехов В.И. Влияние нагрева межостеклянного пространства на сопротивление теплопередаче при тройном остеклении // Известия вузов. Строительство. - 1999. - № 11. - с. 74 - 79.
 5. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М: Мир, 1977. – 314 с.
 6. Матросов Ю.А., Бутовский И.Н. Поэлементное теплотехническое нормирование ограждающих конструкций зданий // Жил. Стр-во. –1995. – №12. – С. 6 – 10.
 7. Полезная модель Российской Федерации 24495, МКИ Е 06 В 3/66. Оконный блок / Гныря А.И., Петров Е.В., Терехов В.И., Низовцев М.И. (РФ). - 2002101784/20; Полезные модели. – 2002. – № 22. – С. 647.
 8. Chiba K., Nakatani K. Photoenhance migration of silver atoms in transparent heat mirror coatings // Thin Solid Films. – 1984. –112. – pp. 359-367.
 9. Johnson T.E. Low-e Glazing Design Guide. – Burlington: ButterworthHeinemann, 1991. – 442.pp. 117-120.
-



10. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.

References

1. Samarin O.D. Teplofizika. E`nergoberezhenie. E`nergie`ffektivnost` [Energy saving. Energy efficiency]. M.: ACB. 2011. 296 p.
2. Gny`rya A.I., Nizovcev M.I., Petrov E.V., Terexov V.I. Izvestiya vy`sshix uchebny`x zavedenij. Stroitel`stvo. 1998. №11-12. pp. 90 - 94.
3. Mixeev M.A., Mixeeva I.M. Osnovy` teploperedachi [Heat Transfer Basics]. M.: E`nergiya, 1977. 344 p.
4. Gny`rya A.I., Petrov E.V., Nizovcev M.I., Terexov V.I. Izvestiya vuzov. Stroitel`stvo. 1999. № 11. pp. 74 - 79.
5. Segerlind L. Primenenie metoda konechny`x e`lementov [Application of finite element method]. M: Mir, 1977. 314 p.
6. Matrosov Yu.A., Butovskij I.N. Poe`lementnoe teplotexnicheskoe normirovanie ograzhdayushhix konstrukcij zdaniy [Element-level heat engineering rationing of building envelopes]. Zhil. Str-vo. 1995. №12. pp. 6-10.
7. Poleznaya model` Rossijskoj Federacii 24495, MKI E 06 B 3/66. Okonny`j blok [The utility model of the Russian Federation 24495, MKI E 06 B 3/66. Window block]. Gny`rya A.I., Petrov E.V., Terexov V.I., Nizovcev M.I. (RF). 2002101784/20; Polezny`e modeli. 2002. №22. p. 647.
8. Chiba K., Nakatani K. Photoenhance migration of silver atoms in transparent heat mirror coatings. Thin Solid Films. 1984. 112. pp. 359-367.
9. Johnson T.E. Low-e Glazing Design Guide. Burlington: Butterworth Heinemann, 1991. 442. pp. 117-120.
10. Fokin K.F. Stroitel`naya teplotexnika ograzhdayushhix chastej zdaniy. M.: Strojizdat, 1973. 287 p.