

Исследование теплопередачи деревянной оконной конструкции с применением пленки

З.А. Хаширов, К.Х. Нуриддинов

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Аннотация: Проблема энергосбережения является одной из самых актуальных проблем нашего времени. В Российской Федерации, особенно в северной части страны, задача энергосбережения занимает одно из первых мест. Как известно, основной причиной повышенного энергопотребления на отопление и вентиляцию зданий является низкий уровень теплоизоляции ограждающих конструкций здания. Наиболее уязвимым элементом для потерь тепла в зданиях являются светопрозрачные конструкции, через которые теряется более половины тепла, подаваемого в здание. Таким образом, для решения этой проблемы необходимо искать пути повышения сопротивления теплопередаче оконных конструкций и повышения их тепловых характеристик. Одним из решений для улучшения тепловых характеристик светопрозрачных конструкций является использование защитных и нагревательных пленок. В данной работе были проведены экспериментальные исследования влияния теплонагревательного элемента на тепловые характеристики оконной конструкции по сравнению с окном без теплонагревательной пленки [1].

Ключевые слова: строительство, светопрозрачные конструкции, теплонагревательная пленка, окно, поток, температура, теплоотдача, эксперимент, сопротивление, воздушный слой.

Целью настоящего исследования являлось исследование влияние пленки на тепловые характеристики деревянного окна и возможность снижения тепловых потерь [2].

На этапе исследования было создано дополнительное воздушное пространство с использованием полиэтиленовой пленки. Для снижения тепловых потерь при строительстве деревянного окна в отдельных переплетах использовалась пленка толщиной 300 мкм, которая устанавливалась между переплетами оконной конструкции. Это привело к тому, что при помощи пленки была создана дополнительная воздушная прослойка между слоями остекления этого окна. После этого изменения конструкции деревянного окна были проведены температурные замеры по восьми точкам на поверхности

внутреннего остекления прибором ИТП-мг4.03 / х (у)"поток" (рис.1), данные которого приведены в таблице 1 [3, 4].

Таблица 1

Температура и тепловой поток на внутренней поверхности остекления с применением пленки, при помощи прибора ИТП-МГ4.03/х(у) «Поток»

Точки	1	2	3	4	5	6	7	8	q_1	q_2
Температуры поверхности остекления, °С и значение теплового потока, Вт/м ²	2,3	2,7	2,8	3,9	4,8	5,6	6,7	7,8	80,3	72,8



Рис.1. Данные температуры на поверхности внутреннего стекла

Далее производится расчет значений теплового потока и теплового сопротивления для светопрозрачной части деревянного окна с использованием пленки:

Величина теплового потока с использованием пленки:

$$q_1 = 80,3 \text{ Вт/м}^2; q_2 = 72,8 \text{ Вт/м}^2$$

Методом интерполяции находим промежуточное значение теплового потока q_3 :

$$q_3 = 76,48 \text{ Вт/м}^2$$

Теперь найдите тепловое сопротивление в тех же точках, но с использованием пленки:

Относительное тепловое сопротивление для светопрозрачной части деревянного окна с пленкой:

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

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

$$R_{t_1} = \frac{t_2 - t_1}{q_1} = \frac{2,65 - (-25,7)}{80,3} = 0,353 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

$$R_{t_2} = \frac{t_2 - t_1}{q_2} = \frac{7,25 - (-19,8)}{72,8} = 0,371 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

$$R_{t_3} = \frac{t_2 - t_1}{q_3} = \frac{3,95 - (-22,9)}{76,48} = 0,351 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

Расчетное сопротивление для точек 1-3 находим по формуле:

$$R = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + R_t + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}$$

где, $\alpha_{\text{н}}$ коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности остекления, $\alpha_{\text{в}}$ коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности, R_t относительное термическое сопротивление;

$$R_1 = \frac{1}{23} + 0,353 + \frac{1}{8,7} = 0,511 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

$$R_2 = \frac{1}{23} + 0,371 + \frac{1}{8,7} = 0,529 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

$$R_3 = \frac{1}{23} + 0,351 + \frac{1}{8,7} = 0,509 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

Сравнительный анализ полученных данных

Сравнительные данные по изменению температуры на поверхности внутреннего остекления оконной конструкции с пленкой и без пленки приведены на рис. 2.

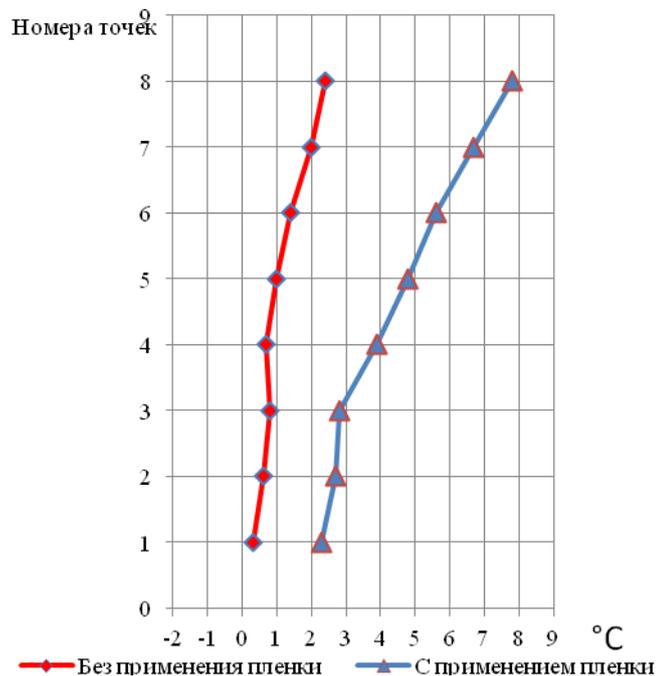


Рис.2. Сравнительные данные температур на поверхности остекления

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

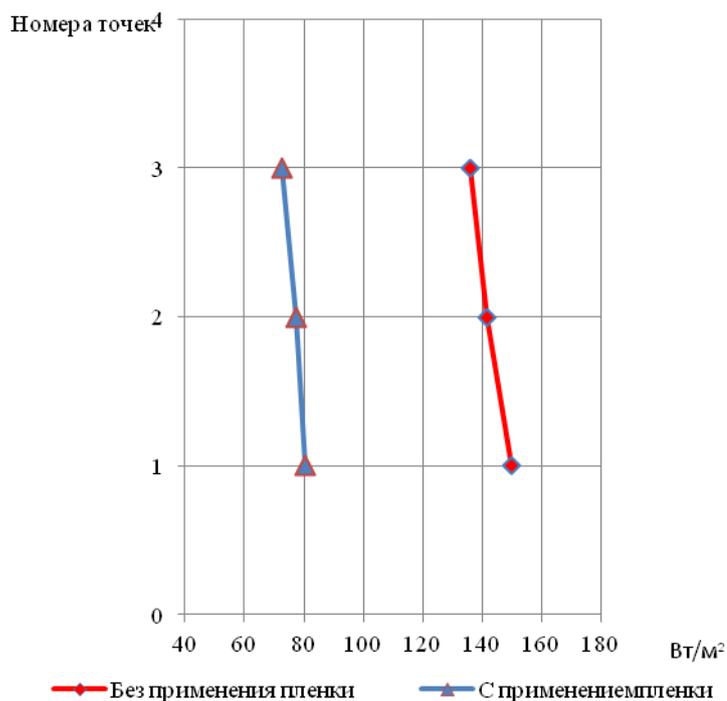


Рис.3. Потоки тепла для деревянного окна

По результатам расчета строим сравнительный график сопротивления теплопередачи для деревянного окна (рис. 4) [7]

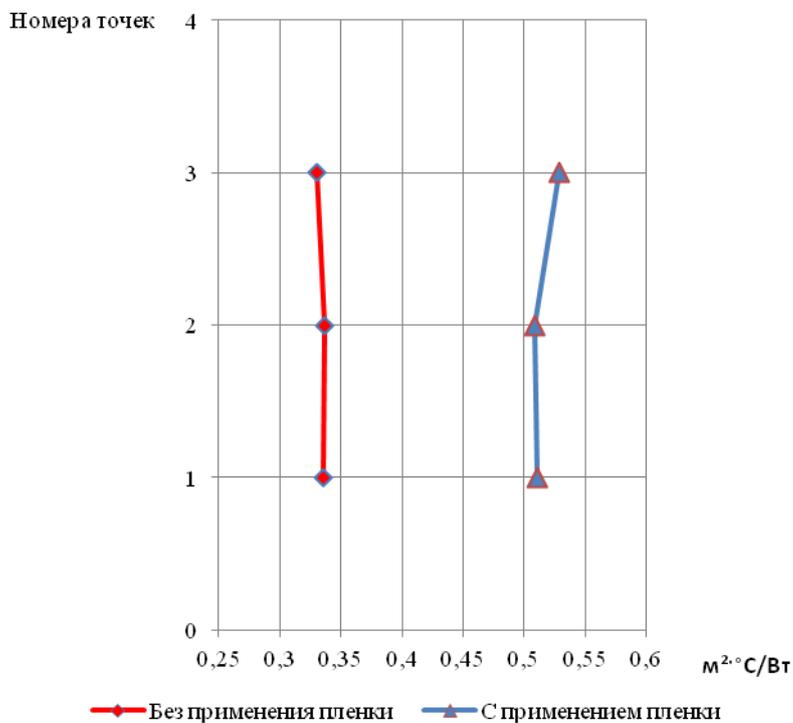


Рис.4. Сопротивление теплопередачи деревянного окна

На основании представленных данных экспериментальных исследований видно, что использование пленки позволяет повысить температуру внутренней поверхности остекления и, соответственно, снизить потери тепла через светопрозрачные ограждающие конструкции и снизить потребление тепловой энергии на отопление зданий в зимний период [8, 9].

Как видно из рис. 2, температура внутреннего остекления увеличилась с 2,3 °С в нижней части остекления до 5,4 °С в верхней части остекления. Средняя температура воздуха увеличилась на 3,85 °С.

Анализ расчетов показал, что сопротивление теплопередаче с использованием пленки увеличилось на 31,3% по сравнению с обычной деревянной оконной конструкцией [2, 10].

Литература

1. Гныря А.И., Низовцев М.И., Петров Е.В., Терехов В.И. Использование обогрева помещений между стеклами для улучшения тепловых характеристик стеклопакетов. Строительные материалы. - 2000. - № 11. - с. 10 - 12.
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. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных наполнителей: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических тех. наук. - Томск, 2000. - 22 с.
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. Петров Е.В., Качаева С.Г., Алексеев А.А. Изучение влияния различных факторов на тепловые характеристики светопрозрачных ограждений // Научный Вестник. - 2014. - № 1 (1). – с.99 - 105.
6. Зайцев И.А., Степанова Т.А., Петров Е.В. Исследование тепловых характеристик светопрозрачных стен // Избранные доклады 60-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых - Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2015. – С. 111 - 115.
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; Заявлено 21.01.2002; Приоритет 21.01.2002, Бюл. № 22 // Изобретения. 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: Butterworth Heinemann, 1991. – 442.pp. 117-120.
10. Низовцев М.И., Терехов В.И., Петров Е.В., Гныря А.И. Застекленные окна. Исследование теплообмена. - 2002. Т. 33, № 5 - 6. С. 334 - 341.

References

1. Gny`rya A.I., Nizovcev M.I., Petrov E.V., Terexov V.I. Ispol`zovanie obogreva pomeshhenij mezhdru steklami dlya uluchsheniya teplovy`x karakteristik steklopaketov. Stroitel`ny`e materialy`. 2000. №11. pp. 10 - 12.
 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. Petrov E.V. Vliyanie razlichny`x faktorov na teplovy`e karakteristiki okonny`x napolnitelej: Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata texnicheskix nauk. tek. Nauk [The influence of various factors on the thermal
-

characteristics of window fillers: Abstract of thesis for the degree of candidate of technical specifications]. Tomsk, 2000. 22 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. Petrov E.V., Kachaeva S.G., Alekseev A.A. Nauchny`j Vestnik. 2014. №1 (1). pp. 99 - 105.

6. Zajcev I.A., Stepanova T.A., Petrov E.V. Izbranny`e doklady` 60-j universitetskoj nauchno-texnicheskoj konferencii studentov i molody`x ucheny`x. Tomsk: Izd-vo Tomskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel`nogo universiteta, 2015. pp. 111 - 115.

7. Poleznaya model` Rossijskoj Federacii 24495, MKI E 06 B 3/66. Okonny`j blok. Gny`rya A.I., Petrov E.V., Terexov V.I., Nizovcev M.I. (RF). 2002101784/20; Zayavleno 21.01.2002; Prioritet 21.01.2002, Byul. №22. Izobreneniya. 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. Nizovcev M.I., Terexov V.I., Petrov E.V., Gny`rya A.I. Zasteklenny`e okna. Issledovanie teploobmena. 2002. V. 33, №5 - 6. pp. 334 - 341.