

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДНОКАМЕРНОГО СТЕКЛОПАКЕТА

А. В. Ковылин, В. М. Фокин, А. В. Попова

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, Волгоград, Kovylin.andrei@mail.ru

Аннотация. Разработана методика экспериментального определения теплофизических свойств однокамерного стеклопакета. Определены и рассчитаны эквивалентный коэффициент теплопроводности, эквивалентная объёмная теплоёмкость, эквивалентная температуропроводность однокамерного стеклопакета. По экспериментальным данным построен график температурной волны однокамерного стеклопакета.

Ключевые слова: однокамерный стеклопакет, эквивалентный коэффициент теплопроводности, эквивалентная объёмная теплоёмкость, эквивалентная температуропроводность.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF HEATPHYSICAL PROPERTIES OF THE SINGLE-CHAMBER DOUBLE-GLAZED WINDOW

A. V. Kovylin, V. M. Fokin, A. V. Popova

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering
Russia, Volgograd, Kovylin.andrei@mail.ru

Abstract. The technique of experimental determination of heatphysical properties of a single-chamber double-glazed window is developed. The equivalent coefficient of heat conductivity, an equivalent volume thermal capacity, equivalent heat diffusivity of a single-chamber double-glazed window are defined and calculated. On experimental data the schedule of a temperature wave of a single-chamber double-glazed window is constructed.

Keywords: single-chamber double-glazed window, equivalent coefficient of heat conductivity, equivalent volume thermal capacity, equivalent heat diffusivity.

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем является поиск и создание точных, надежных и простых в реализации методов теплового расчета наружных ограждений и потерь теплоты через них, а также оценки теплофизических свойств (ТФС), используемых и вновь разрабатываемых строительных, теплоизоляционных, облицовочных материалов и изделий [1]. Поэтому при возведении объектов различного назначения, в ходе строительства, необходимо знание ТФС строительных, теплоизоляционных материалов и изделий, а в процессе эксплуатации здания необходимо проводить мониторинг ТФС ограждения.

На сегодняшний день существуют различные виды стеклопакетов: однокамерные, двухкамерные. А так как теплофизические свойства оконного блока существенно влияют на тепловой и воздушный режим зданий различного назначения, а также на работу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, потребляющих в настоящее время значительное количество тепловой энергии, то появилась необходимость определить его ТФС: эквивалентный коэффициент теплопроводности, эквивалентное термическое сопротивление теплопроводности, объёмную теплоёмкость и эквивалентный коэффициент температуропроводности.

Основная функция окна — обеспечить естественное освещение помещений и способствовать обеспечению комфортных условий в помещениях [2]. Т.к. наибольшие потери теплоты в ограждениях зданий проходят через стеклопакеты, то чтобы снизить потери теплоты и обеспечить комфортные условия, стеклопакет должен быть с низким эквивалентным коэффициентом теплопроводности [3] и высоким эквивалентным термическим сопротивлением теплопроводности [3]. То есть для решения проблемы энергосбережения и снижения потерь теплоты в окружающую среду от наружных ограждений зданий — стеклопакетов, нужно знать теплофизические свойства.

ТФС однокамерного (4–16–4) мм стеклопакета толщиной 24 мм определили методом неразрушающего контроля комплекса теплофизических характеристик твердых строительных материалов и установкой для его осуществления, патент на изобретение РФ [4]. Выполнив всё последовательно, как в патенте [4, 5], получили экспериментальные данные ТФС однокамерного стеклопакета, приведённые в таблице 1.

Таблица 1

ТФС однокамерного стеклопакета (4–16–4)

Время τ , мин	Температура T , °C	Тепловой поток q , Вт/м ²
1	2	3
0	21,4	14
1	21,8	52
2	22,7	86
3	23,5	108
4	24,1	123
5	24,8	135
6	25,6	141
7	26,2	144
8	26,8	151
9	27,4	155
10	27,9	157
11	28,4	161
12	28,8	165
13	29,6	167

Продолжение табл. 1		
1	2	3
14	30,3	167
15	30,2	169
16	30,7	172
17	31,5	173
18	32,2	174
19	32,5	177
20	32,7	179
21	33,1	179
22	33,7	180
23	34,2	182
24	34,6	183
25	34,9	186
26	35,4	189
27	35,7	190

Окончание табл. 1		
1	2	3
28	36,1	192
29	36,5	195
30	36,8	196
31	37,2	199
32	37,6	200
33	37,9	202
34	38,2	203
35	38,6	204
36	38,8	207
37	39,1	208
38	39,1	208

По полученным экспериментальным данным температуры поверхности со стороны нагревателя однокамерного стеклопакета построили график температурной волны исследуемого материала до наступления стационарного режима, приведённый на рис. 1.

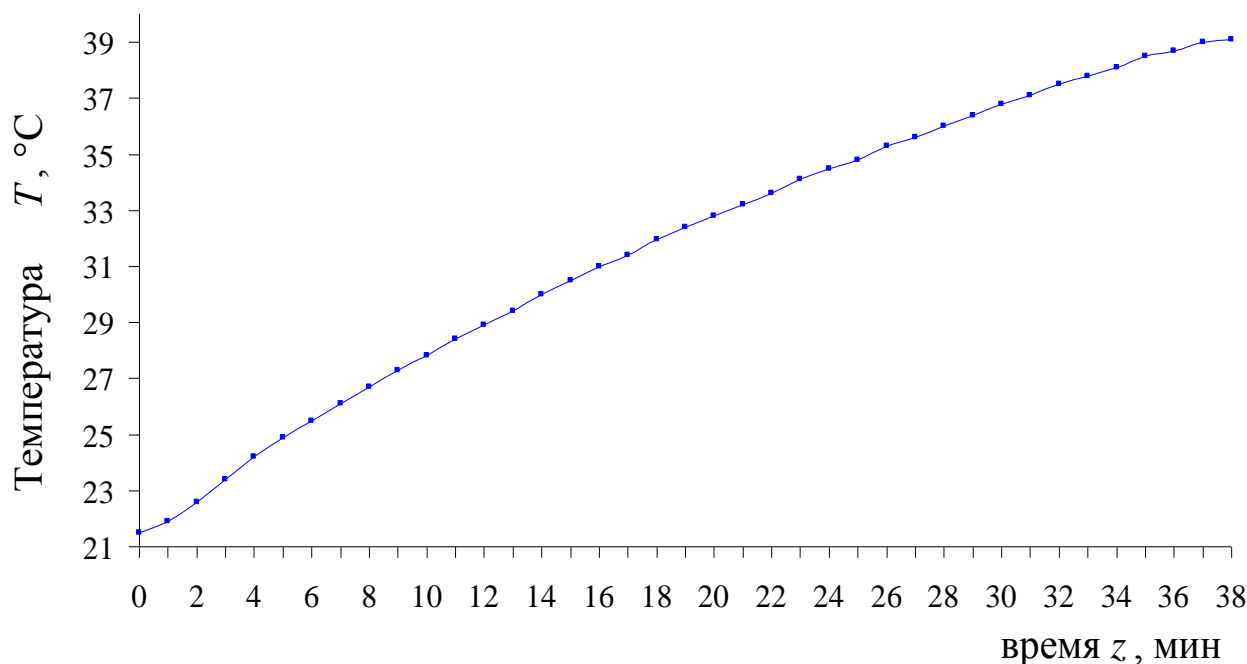


Рис. 1. График температурной волны однокамерного стеклопакета (4–16–4)

Амплитуду колебаний температурной полуволны рассчитаем по формуле $\vartheta_{\text{н}} = 0,5(T_1 - T_2) = 0,5(34,9 - 21,8) = 6,55, \text{ } ^\circ\text{C}$,

где T_1 — температура образца при двадцать пятой минуте измерений, °С; T_2 — температура образца в первую минуту измерений, °С.

Тепловую активность определим по формуле

$$B = \frac{q}{\vartheta_{\text{п}}} = \frac{186}{6,55} = 28,4, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}),$$

где q — плотность теплового потока при двадцать пятой минуте измерений, Вт/м².

Далее рассчитываем объемную теплоемкость:

$$c_p = \frac{B^2 \cdot z}{\lambda_{\text{экв}} \cdot 2\pi} = \frac{28,4^2 \cdot 1440}{0,17 \cdot 2 \cdot 3,14} = 1088, \text{ кДж}/(\text{м}^3\text{К}),$$

где z — время измерения температуры, с; $\lambda_{\text{экв}}$ — эквивалентный коэффициент теплопроводности, Вт/(мК).

Эквивалентный коэффициент температуропроводности рассчитываем по формуле

$$a_{\text{экв}} = \frac{\lambda_{\text{экв}}}{c_p} = \frac{0,17}{1088000} = 0,156 \cdot 10^{-6}, \text{ м}^2/\text{с}.$$

По полученным экспериментальным данным теплофизических свойств однокамерного стеклопакета (4–16–4): эквивалентный коэффициент теплопроводности, эквивалентное термическое сопротивление теплопроводности, тепловой поток можно сделать вывод. Предложенный метод определения теплофизических свойств однокамерного стеклопакета позволяет достаточно точно и быстро определить ТФС стеклопакета [6]. При сравнении теплофизических свойств однокамерного стеклопакета с полученными ранее значениями [7] погрешность предложенного метода составляет не более 10 %.

Библиографический список

1. Фокин, В.М. Энергоэффективные методы определения теплофизических свойств строительных материалов / В.М. Фокин, А.В. Ковылин, В.Н. Чернышов. М.: Спектр, 2011. 155 с.
2. Абдурафиков Р. Как оценивать энергоэффективные окна / Р. Абдурафиков, А.В. Спиридонов // Энергосбережение. 2013. № 8. С. 28–31.
3. Лепилов В.И. Исследование теплофизических свойств и характеристик систем массивных экранов : диссертация кандидата технических наук. Астрахань, 2007.
4. Пат. № 2530441 Р.Ф. Способ неразрушающего контроля комплекса теплофизических характеристик твердых строительных материалов и установка для его осуществления / Фокин В.М., Ковылин А.В., Попова А.В. // № 2013131702/28; заявл. 09.07.2013; опубл. 10.10.2014, Бюл. № 28.
5. Пат. № 2421711 Российская Федерация, МПК⁸ G 01 N 25/00 Способ неразрушающего контроля комплекса теплофизических характеристик твердых строительных материалов / Фокин В.М., Ковылин А.В.; заявитель и патентообладатель ВолгГАСУ. № 2009129316/28; заявл. 29.07.2009; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 4. 9 с.
6. Фокин, В. М., Ковылин, А.В. Попова А.В. Экспериментальное исследование теплофизических свойств стеклопакета и пластикового профиля оконного блока // Вестн. Волг. гос. арх.-стр. ун. / ВолгГАСУ. – Волгоград, 2014. – (Серия «Стр. и арх.» ; вып. 38 (57). С. 158–168.
7. Фокин, В. М., Ковылин, А.В. Попова А.В. Экспериментальное определение энергоэффективности и экологической безопасности оконного блока методом неразрушающего контроля // Вестн. Волг. гос. арх.-стр. ун. / ВолгГАСУ. – Волгоград, 2015. (Серия «Стр. и арх.» ; вып. 40 (59). С. 29–44.
8. Chohan R. K. Effects of manufacturing tolerance on the thermal response of industrial thermometers // Proc. Inst., Mech. Eng. 1986. Vol. 2000.