

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **8012**  
(13) **С1**  
(46) **2006.04.30**  
(51)<sup>7</sup> **G 01K 17/20**

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ  
ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ**

(21) Номер заявки: а 20020584  
(22) 2002.07.05  
(43) 2004.03.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)  
(72) Авторы: Захаревич Эдуард Владимирович; Хрусталеv Борис Михайлович; Шульман Михаил Зиновьевич; Сизов Валерий Дмитриевич; Монич Виктор Валентинович; Ковалев Александр Валерьевич; Якимович Дмитрий Дмитриевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. - Издательство стандартов, 1985. - С. 9-11.  
Еремкин А.И. и др. Тепловой режим зданий. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2000. - С. 9, 13, 45.  
СНиП II-3-79\*. Часть II. Нормы проектирования. Глава 3. Строительная теплотехника. - М.: Стройиздат, 1982. - С. 4, 11.

(57)

Способ определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, при котором замеряют температуры внутренней поверхности ограждения, наружного и внутреннего воздуха и по их средним значениям определяют сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, **отличающийся** тем, что замеряют температуры внутренней поверхности ограждения и внутреннего воздуха для моментов времени  $z_1, z_2$  и  $z_3$ , а температуру наружного воздуха замеряют для моментов времени  $z'_1, z'_2$  и  $z'_3$ , причем

$$z'_i = z_i + \Delta z_n,$$

где  $\Delta z_n$  - промежуток времени, необходимый для перемещения из помещения на улицу, то есть промежуток времени между измерениями температуры внутреннего воздуха, а также поверхности ограждения и соответствующим  $i$ -м измерением температуры наружного воздуха, при этом

$$z_3 - z_1 \geq 7\text{ч},$$
$$z_2 = (0,9 \dots 1,1) \frac{z_1 + z_3}{2},$$

а среднее значение температуры внутренней поверхности ограждения определяют по сдвигу фазы и амплитуде колебаний температур внутренней поверхности, среднее значение температуры наружного воздуха определяют по сдвигу фазы и амплитуде колебаний температур наружного воздуха, а среднее значение температуры внутреннего воздуха принимают соответствующим среднему значению температуры внутренней поверхности ограждения.

# ВУ 8012 С1 2006.04.30

Изобретение относится к строительству и может быть использовано для контроля качества ограждающих конструкций.

Известен способ определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, в котором измеряют средние температуры внутреннего и наружного воздуха, а также среднюю плотность теплового потока, проходящего через ограждение [1].

Недостатками данного способа являются большая продолжительность измерений, необходимость разрушения части ограждения для установки термодатчиков и низкая точность.

Известен способ определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [2], включающий определение средних температур внутренней поверхности ограждения, внутреннего и наружного воздуха и расчет с использованием формулы:

$$R_{\text{ов}} = \frac{t_{\text{в.ср.}} - t_{\text{н.ср.}}}{t_{\text{в.ср.}} - \tau_{\text{в.ср.}}} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{в}}},$$

где  $R_{\text{ов}}$  - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

$t_{\text{в.ср.}}$ ,  $t_{\text{н.ср.}}$ ,  $\tau_{\text{в.ср.}}$  - соответственно средние температуры воздуха внутреннего, наружного, а также внутренней поверхности ограждения,  $\text{°C}$ ;

$\alpha_{\text{в}}$  - коэффициент теплоотдачи от внутреннего воздуха к внутренней поверхности ограждения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ .

Недостатками данного способа являются большая продолжительность измерений (от 1 до 3-х суток) и необходимость разрушения части ограждения для установки термодатчиков, т.е. большая трудоемкость.

Задача, решаемая изобретением, заключается в сокращении продолжительности измерений.

Поставленная задача решается тем, что в способе определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, при котором измеряют температуры внутренней поверхности ограждения, наружного и внутреннего воздуха и по их средним значениям определяют сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, измеряют температуры внутренней поверхности ограждения и внутреннего воздуха для моментов времени  $z_1$ ,  $z_2$  и  $z_3$ , а температуру наружного воздуха измеряют для моментов времени  $z'_1$ ,  $z'_2$  и  $z'_3$ , причем

$$z'_i = z_i + \Delta z_{\text{п}}, \quad (1)$$

где  $\Delta z_{\text{п}}$  - промежуток времени, необходимый для перемещения из помещения на улицу, т.е. промежуток времени между измерениями температуры внутреннего воздуха, а также поверхности ограждения и соответствующим  $i$ -м измерением температуры наружного воздуха, при этом

$$z_3 - z_1 \geq 7 \text{ ч}, \quad (2)$$

$$z_2 = (0,9 \dots 1,1) \frac{z_1 + z_3}{2}, \quad (3)$$

а среднее значение температуры внутренней поверхности ограждения определяют по сдвигу фазы и амплитуде колебаний температур внутренней поверхности, среднее значение температуры наружного воздуха определяют по сдвигу фазы и амплитуде колебаний температур наружного воздуха, а среднее значение температуры внутреннего воздуха принимают соответствующим среднему значению температуры внутренней поверхности ограждения. Устройства и методы для измерения температур общеизвестны.

Пример осуществления способа.

Для моментов времени  $z_1 = 9,5$  ч,  $z_2 = 13$  ч и  $z_3 = 18,75$  ч измеряют  $\tau_{\text{в1}} = 16,60$   $\text{°C}$ ,  $t_{\text{в1}} = 18,25$   $\text{°C}$ ;  $\tau_{\text{в2}} = 17,26$   $\text{°C}$ ,  $t_{\text{в2}} = 18,30$   $\text{°C}$ ;  $\tau_{\text{в3}} = 16,73$   $\text{°C}$ ,  $t_{\text{в3}} = 18,27$   $\text{°C}$ . Производим проверку условия (3) и убеждаемся, что оно выполняется:

# ВУ 8012 С1 2006.04.30

$$z_2 = 13 \approx (0,9...1,1) \frac{z_1 + z_3}{2} = 12,7...15,5 \text{ ч.}$$

Таким образом,  $z_2$  находится в рекомендуемом диапазоне 12,7...15,5 ч.

Величина  $\Delta z_n$  составляет 0,25 ч.

Тогда  $z'_1 = 9,75$  ч,  $z'_2 = 13,25$  ч и  $z'_3 = 19$  ч.

Для моментов времени  $z'_1$ ,  $z'_2$  и  $z'_3$  замеряют  $t_{н1} = -0,61$  °С,  $t_{н2} = -5,05$  °С,  $t_{н3} = 3,05$  °С.

Далее осуществляют обработку данных.

Определяется сдвиг по фазе температур на внутренней поверхности ограждения  $\epsilon_{тв}$ , ч:

$$\frac{\tau_{в1} - \tau_{в2}}{\tau_{в1} - \tau_{в3}} = \frac{B_1 - B_2}{B_2 - B_3}, \quad (4)$$

где

$$B_i = \cos \left[ \frac{2\pi}{T} (z_i - \epsilon_{тв}) \right], \quad (5)$$

здесь  $T$  - средний период колебаний температур на внутренней поверхности ограждения и наружного воздуха, равный 24 ч.

Подставляют  $\tau_{в1}$  и  $z_i$  в выражения (4) и (5) и методом последовательных приближений находят  $\epsilon_{тв} = 8,64$  ч.

Затем рассчитывают амплитуду колебаний температуры на внутренней поверхности ограждения  $A_{тв}$ , °С:

$$A_{тв} = \frac{\tau_{в1} - \tau_{в2}}{B_1 - B_2}. \quad (6)$$

Подставляют значения  $\tau_{в1}$ ,  $\tau_{в2}$ ,  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $\epsilon_{тв}$  в (5) и (6) и находят  $A_{тв} = -0,356$  °С.

Далее находят среднюю температуру внутренней поверхности ограждения по выражению:

$$\tau_{в.ср.} = \tau_{в1} - A_{тв} \cdot B_1. \quad (7)$$

Подставляют  $\tau_{в1}$ ,  $z_1$ ,  $A_{тв}$  и  $\epsilon_{тв}$  в (5) и (7) и находят  $\tau_{в.ср.} = 16,95$  °С.

Из выражений (8) и (9) методом последовательных приближений определяют сдвиг по фазе колебаний температуры наружного воздуха  $\epsilon_{тн}$ , ч:

$$\frac{t_{н1} - t_{н2}}{t_{н1} - t_{н3}} = \frac{H_1 - H_2}{H_1 - H_3}, \quad (8)$$

где

$$H_i = \cos \left[ \frac{2\pi}{T} (z'_i - \epsilon_{тн}) \right]. \quad (9)$$

Подставляют в (8) и (9) исходные данные и находят  $\epsilon_{тн} = 1,345$  ч.

Далее находят амплитуду колебаний температуры наружного воздуха  $A_{тн}$ , °С:

$$A_{тн} = \frac{t_{н1} - t_{н2}}{H_1 - H_2}. \quad (10)$$

Подставляют исходные данные в (9) и (10) и находят  $A_{тн} = -8,903$  °С.

Далее находят среднюю температуру наружного воздуха:

$$t_{н.ср.} = t_{н1} - A_{тн} \cdot H_1. \quad (11)$$

Подставляют исходные данные в (9) и (11) и находят  $t_{н.ср.} = -5,85$  °С.

Далее определяют среднюю температуру внутреннего воздуха методом интерполяции для  $\tau_{в2} = 17,26$  °С,  $t_{в2} = 18,30$  °С и  $\tau_{в3} = 16,73$  °С,  $t_{в3} = 18,27$  °С и находят для  $\tau_{в.ср.} = 16,95$  °С величину  $t_{в.ср.} = 18,28$  °С.

По общеизвестным методикам для  $\Delta t = t_{в.ср.} - \tau_{в.ср.} = 1,33 \text{ } ^\circ\text{C}$  находят конвективную составляющую коэффициента теплоотдачи  $\alpha_k = 1,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  и для  $t_{ср.} = (t_{в.ср.} + \tau_{в.ср.})/2 = 17,62 \text{ } ^\circ\text{C}$  лучистую составляющую коэффициента теплоотдачи  $\alpha_{л} = 4,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

Находят суммарный коэффициент теплоотдачи  $\alpha_{в} = \alpha_{л} + \alpha_k = 6,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

По известной формуле находят термическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_{об} = \frac{t_{в.ср.} - t_{н.ср.}}{t_{д/ч/} - \tau_{в.ср.}} \frac{1}{\alpha_{в}} = \frac{18,28 - (-5,85)}{18,28 - 16,95} \frac{1}{6,3} = 2,88 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Источники информации:

1. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - С. 1-17.
2. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - С. 1-24.