

## ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

**Жаркенова Г. Е.**

Научный руководитель – Мусабаяев Т. Т.  
Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева  
г. Нур-Султан, Казахстан

**Аннотация.** В этой статье рассмотрено общее положение термического сопротивление конструкции. Чем больше полученное значение  $R$ , тем выше теплозащитные свойства слоя материала. Определено сопротивление теплопередаче  $R_0$  наружной стены жилого дома и вычислено распределение температур при установившемся потоке тепла.

### **Введение**

При установившихся условиях передачи тепла в любом слое ограждающей конструкции температура не изменяется, поскольку не происходит нагревания или ограждения этого слоя. Поток тепла  $Q$ , проходящий через любое сечение однородной конструкции, прямо пропорционален разности температур  $\Delta t$  на ее поверхностях и обратно пропорционален термическому сопротивлению  $R$  этой конструкции, т.е. [1]:

$$Q = \frac{\Delta t}{R} \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \quad (1)$$

### **Термическое сопротивление конструкций**

Термическое сопротивление однородной конструкции или отдельного конструктивного слоя выражается отношением толщины  $\delta$  к коэффициенту теплопроводности  $\lambda$  материала, т.е.:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ град}^* \text{ м}^2 \cdot \text{ч/ккал} \quad (2)$$

Общее сопротивление конструкции  $R_0$  теплопередаче, с учетом сопротивлений теплообмену на ее внутренней и внешней поверхностях, составит:

$$R_0 = R_g + \sum \frac{\delta}{\lambda} + R_n, \text{ град}^* \text{ м}^2 * \text{ ч/ккал} \quad (3)$$

Если температуры внутреннего и наружного воздуха не изменяются во времени и известны их значения  $t_g$  и  $t_n$ , а также термические сопротивления отдельных слоев конструкции, легко определить температуры на поверхностях ограждающей конструкции и на границах отдельных слоев [2].

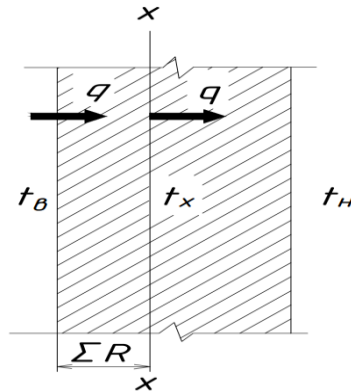


Рисунок 1. – Произвольное сечение  $x$  внутри конструкции

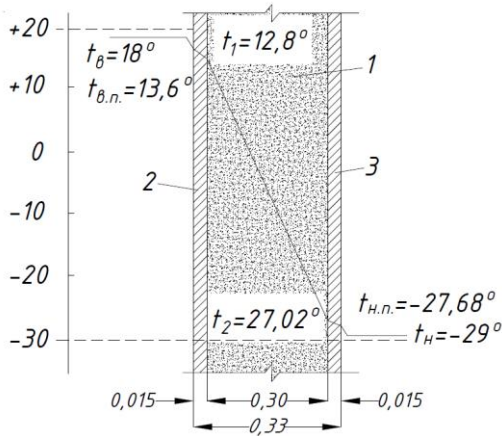
Из равенств потоков тепла, проходящих через любое сечение  $x$  конструкции и через все ограждение в целом (рисунок 1), т.е. температура в плоскости  $x - t_x$  и на внутренней поверхности ограждающей конструкции  $t_{gn}$  вычисляется по формулам:

$$t_x = t_g - \frac{t_g - t_n}{R_0} (R_g + \sum R_x) \quad (4)$$

где  $\sum R_x$  – сумма термических сопротивлений от внутренней поверхности конструкции до сечения  $x$ ;  $R_g$  – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности [3].

### Расчеты

Определить сопротивление теплопередаче  $R_0$  наружной стены жилого дома для климата умеренной влажности (нормальной) и вычислить распределение температур при установившемся потоке тепла через эту стену.



1 – керамзитобетон; 2 – внутренний фактурный слой;  
3 – наружный фактурный слой

Рисунок 2. – Панель наружной стены из керамзитобетона

Конструкция стены выполнена в виде крупной панели из керамзитобетона толщиной 0,3 м, покрытий с внутренней и наружной сторон фактурными слоями толщиной по 0,015 м. Объемный вес керамзитобетона  $800 \text{ кг/м}^3$ , а фактурных слоев —  $1600 \text{ кг/м}^3$ .

Теплопроводность  $\lambda_1$  керамзитобетона —  $0,25 \text{ ккал/град м ч}$ ;  $\lambda_2$  наружного фактурного слоя —  $0,65 \text{ ккал/град м ч}$ ;  $\lambda_3$  внутреннего фактурного слоя  $0,55 \text{ ккал/град м ч}$ .,  $R_g = 0,133 \text{ град} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{ч/ккал}$ ,  $R_n = 0,05 \text{ град} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{ч/ккал}$ .

По формуле (3) имеем:

$$R_0 = R_e + \sum \frac{\delta}{\lambda} + R_n = 0,133 + \frac{0,015}{0,55} + \frac{0,3}{0,25} + \frac{0,015}{0,65} + 0,05 = \\ 0,133 + 0,027 + 1,2 + 0,023 + 0,05 = 1,43$$

Рассматриваемая панельная конструкция обладает относительно высоким сопротивлением теплопередаче и при удовлетворительном решении сопряжений (между отдельными панелями), не понижающем теплозащитных свойств конструкции, отвечает теплофизическим требованиям для многих климатических районов. Однако при повышении объемного веса керамзитобетона, например, до  $1200 \text{ кг/м}^3$ , значение  $R_0$  резко снижается до недопустимых пределов ( $R_0=0,98$ ).

При расчетной температуре внутреннего воздуха  $+18^\circ$  и наружного —  $29^\circ$  температура на поверхности стены, обращенной в помещение, будет по формуле (4):

$$t_{e,n} = t_e - \frac{t_e - t_n}{R_0} R_e = 18 - \frac{18 - (-29)}{1,43} \cdot 0,133 = 18 - 32,9 \cdot 0,133 = 13,6 \quad \circ$$

Температура в стене под внутренним фактурным слоем (4):

$$t_1 = t_e - \frac{t_e - t_n}{R_0} (R_e + R_1) = 18 - \frac{18 + 29}{1,43} (0,133 + 0,027) = 18 - 32,9 \cdot 0,16 = 12,8 \quad \circ$$

Здесь  $R_1=0,027$  — термическое сопротивление внутреннего фактурного слоя.

### **Заключение**

Таким образом, распределение температур соответствует установленной одномерной передаче тепла через конструкцию и достаточно близко может совпасть с изменениями температур в натуральных

условиях лишь для участков панельной стены, удаленных от оконных проемов и стыков (например, для панелей глухих торцовых стен), и при этом в периоды времени, характеризующиеся устойчивыми значениями температуры наружного и внутреннего воздуха, близкими к расчетным и не изменяющимися в течение нескольких суток.

### **Литература**

1. Лыков, А. В. Теоретические основы строительной теплофизики. – Минск : Изд-во АН БССР, 1961. – 519 с.
2. Бодров, В. И. Строительная теплофизика / В. И. Бодров, М. В. Бодров, В. Ф. Бодрова, В. Ю. Кузин. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2015. – 156 с.
3. Толстова, Ю. И. Основы строительной теплофизики / Ю. И. Толстова, Р. Н. Шумилов. – Екатеринбург : Изд-во Уральского Университета, 2014. – 104 с.