

## Влияние нестационарных тепловых условий на определение термического сопротивления ограждения

Н.Н.Руденко, И.Н.Фурсова

Реконструкция зданий неизбежно влечет за собой повышение тепловой защиты помещений [1,2], однако разработка мероприятий по утеплению существующих строительных конструкций невозможна без оценки теплофизических характеристик этих конструкций, в первую очередь сопротивления теплопередаче.

Расчетное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле [3, 4]:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_a} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i} \quad (1)$$

Оценка материалов по их справочным характеристикам часто не представляется возможным. Основными причинами является отсутствие сведений о строительных материалах внутренних слоёв давно возведенных зданий.

Для определения фактического термического сопротивления наружной ограждающей конструкции используется формула:

$$R_{расч} = \frac{\tau_e - \tau_n}{q} \quad (2)$$

$\tau_e$  - температура на внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С;

$\tau_n$  - температура на наружной поверхности ограждающей конструкции, °С;

$q$  – тепловой поток на внутренней, Вт/м<sup>2</sup>.

Возникают ряд сложностей в проведении натурных обследований из-за практического отсутствия стационарных условий. Как было показано [5,6] тепловой режим наружной ограждающей конструкции не находится в стационарном состоянии. Тепловой поток на поверхности не может изменяться одновременно с изменением температуры воздуха, так как

ограждающие конструкции имеют тепловую инерцию и требуется некоторое время для изменения распределения температуры по толщине конструкции.

Для определения фактического сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций необходимо учитывать динамику изменения температур и тепловых потоков на поверхности ограждения.

На основе алгоритма расчета [7] с использованием метода конечных разностей был создан программный модуль, моделирующий нестационарный тепловой режим и позволяющий определить значения плотности теплового потока.

Для трех наружных ограждающих конструкций произведён расчет  $R_{расч}$  по методике изложенной в [8].

1. кладка из глиняного обыкновенного кирпича, Толщиной 0,65 м, коэффициент теплопроводности 0,56 Вт/м·°С,  $D=11,746$ ,  $R_o=1,16$  м<sup>2</sup>·°С/Вт.
2. пенобетон, толщина кладки 0,250 м, коэффициент теплопроводности 0,08 Вт/м·°С,  $D=6,094$ ,  $R_o=3,13$  м<sup>2</sup>·°С/Вт.
3. сэндвич панель с мин. ватой, толщина 0,2 м коэффициент теплопроводности 0,044 Вт/м·°С,  $D=3,273$ ,  $R_o=4,55$  м<sup>2</sup>·°С/Вт.

В качестве начального распределения температур по толщине ограждения было выбрано распределение соответствующее температуре наружного воздуха -5,7°С и 18°С температуре внутреннего воздуха. В последующие сутки с резким потеплением до среднесуточного значения температуры 2°С. В расчете учитывалась амплитуда колебаний температуры наружного воздуха 6°С.

По результатам расчета (рис. 1-3) видно, что значение  $R_{расч}$  определённое по значениям плотности теплового потока и разности температур поверхностей ограждения будет значительно отличаться от  $R_o$ , испытывая колебания с некоторым периодом.

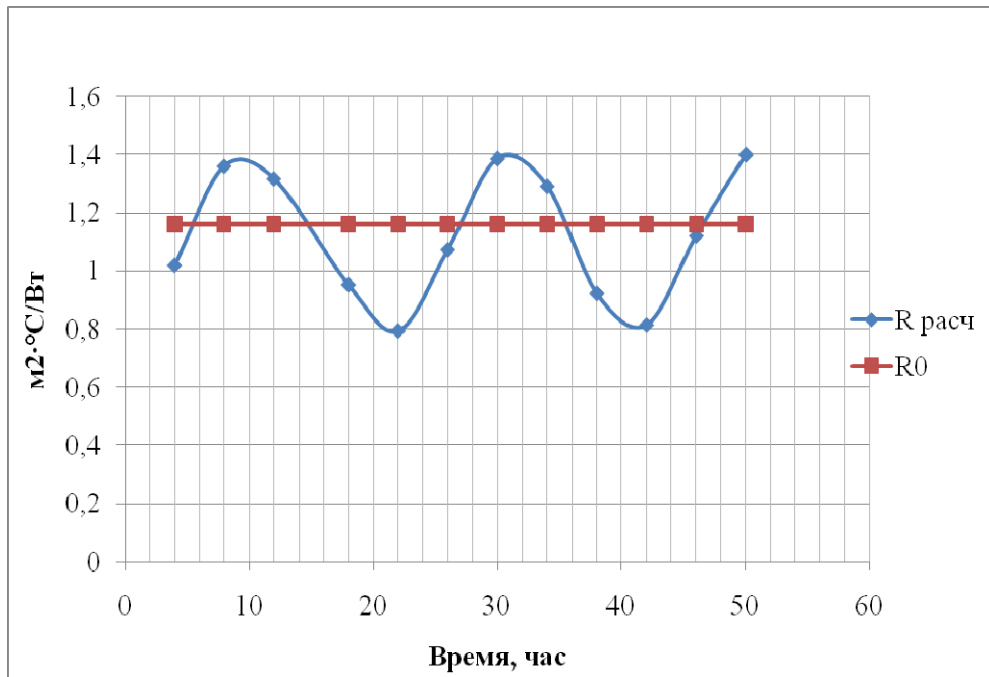


Рис. 1. Значения  $R_o$  от  $R_{расч}$  при колебаниях температуры наружного воздуха для стены 1.

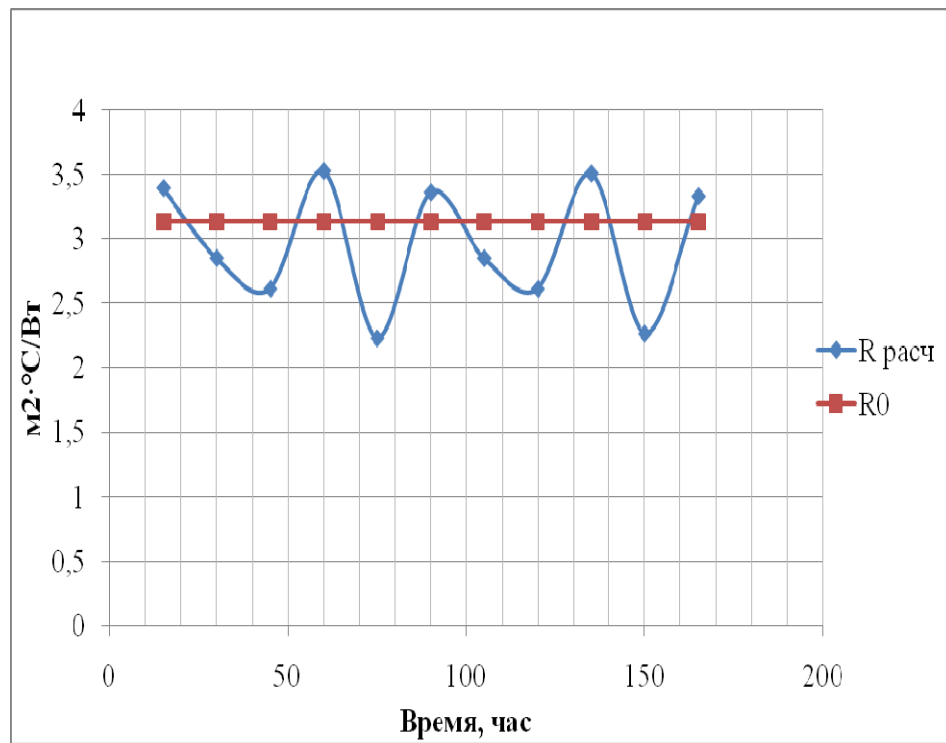


Рис. 2. Значения  $R_o$  от  $R_{расч}$  при колебаниях температуры наружного воздуха для стены 2.

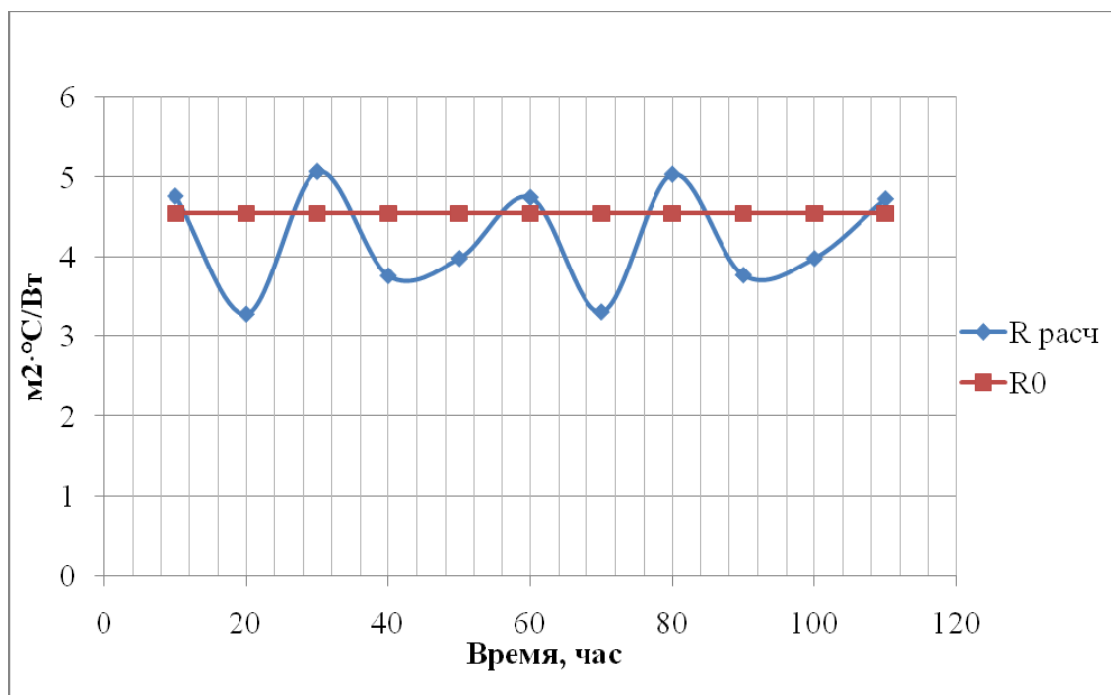


Рис. 3. Значения  $R_0$  от  $R_{расч}$  при колебаниях температуры наружного воздуха для стены 3.

Целесообразно учитывать влияние нестационарного теплового режима при определении фактического сопротивления теплопередаче существующих строительных конструкций по плотности теплового потока и одновременному значению разности температур [9,10].

При определении фактического сопротивления теплопередаче необходимо учитывать время распространения тепловой волны через ограждающую конструкцию. Это достигается учетом значительного временного интервала и необходимо учитывать частоту и период колебаний температур воздуха.

#### Литература.

1. Министерство энергетики российской федерации приказ от 19 апреля 2010 г. № 182 об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования.

2. СП 23-101-2004 Свод правил по проектированию и строительству проектирование тепловой защиты зданий.
3. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. — М.: Стройиздат, 1979. — 248 с.
4. Лукьянов В.И. Нестационарный массоперенос в строительных материалах и конструкциях при решении проблемы повышения защитных качеств ограждающих конструкций зданий с влажным и мокрым режимом: Автореф. дис. докт. техн. наук. — М., 1993. — 24 с.
5. Фурсова И.Н., Капралов А.А. Алгоритм исследования плотности теплового потока через ограждение при нестационарных тепловых условиях. Материалы Международной научно-практической конференции «Строительство-2013». - Ростов н/Д: РГСУ, 2013. — 87-88 с.
6. Руденко Н.Н., Фурсова И.Н. Моделирование температурного поля в грунте. [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, № 2 (часть 1). — Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1697> (доступ свободный) — Загл. с экрана. — Яз. рус.
7. Руденко Н.Н., Волошановская И.Н. Влияние массивности на максимальный тепловой поток. Материалы Международной научно-практической конференции «Строительство-2001».-Ростов н/Д: РГСУ, 2001. — 84-87 с.
8. Фурсова И.Н., Терезников Ю.А. Исследование влияния температуры внутреннего воздуха на распределение температуры поверхности тёплого пола [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, [№ 2 \(часть 2\)](http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1700). — Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1700> (доступ свободный) — Загл. с экрана. — Яз. рус.
9. 124. DIN 4108: Warmeschutz in Hochbau. — 1995. — 54 p.

10. Kiefl K. Kapillarer und dampfförmiger Feuchtetransport in mehrschichtigen Bauteilen: Dissertation Universität-Gesamthochschule Essen, 1983. – 28 p.