

УДК.536.212.2

В.И. Лепилов, О.В. Лихолетов, Г.П. Бойков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОГРЕВА ШАРОВОГО СЛОЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

Приводятся результаты опытов нагрева шарового слоя изнутри с измерением времени сквозного прогрева и времени наступления регулярного теплового режима.

The paper presents the experimental results of warming-up the spherical layer on the inside with the measuring of the through warm-up period and determining the time of setting the regular thermal conditions.

В ряде практических случаев нашли применение толстостенные экранные заграждения, используемые для охраны объектов от внезапно возникшего источника теплоты. При этом большое значение имеет время сквозного прогрева экранной изоляции и момент наступления регулярного режима. Особое значение придается всему этому при пожарной безопасности объектов [1].

Эксперименты проводились на установке, схема которой представлена на рис. 1.

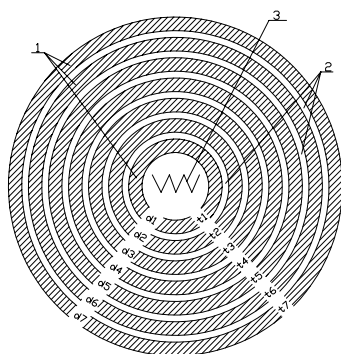


Рис. 1. Схема слоистой шаровой установки: t_{1n} — температура первого шарового слоя, К; $t_2 \div t_7$ — соответственно температуры шаровых слоев, К; $d_1 \div d_7$ — соответственно диаметры наружных оболочек шаровых слоев; 1 — алюминиевые экраны; 2 — воздушные прослойки; 3 — нагревательный элемент

Шаровой слой состоит из семи алюминиевых экранов толщиной 10 мм, разделенных воздушными прослойками толщиной 6 мм. Каждый экран состоит из двух полусфер [2]. Термопары расположены в экваториальной части сферы и выведены на потенциометр. Шар подвешен в воздухе. Большая теплопроводность алюминия способствует изотермичности каждого экрана. Нагревание производится изнутри шара.

Под плотностью теплового потока понимается отношение

$$q = \frac{Q}{4\pi R_1^2},$$

где $R_1 = 0,156$ м — радиус внутренней поверхности первого алюминиевого слоя; Q — тепловой поток, соответствующий мощности нагревателя, Вт.

Для исследования были выбраны четыре режима, соответствующие мощности нагревателя 100; 150; 200; 250 Вт, что соответствует плотности теплового потока на поверхности первой сферы 327, 491, 656, 818 Вт/м².

Учет времени начинается сразу же после включения нагревателя. В первом эксперименте тепловой поток считается прошедшим, когда на внешней поверхности шара температура превысит температуру окружающей среды на 1...1,5 °С.

Результаты эксперимента показаны на рис. 2

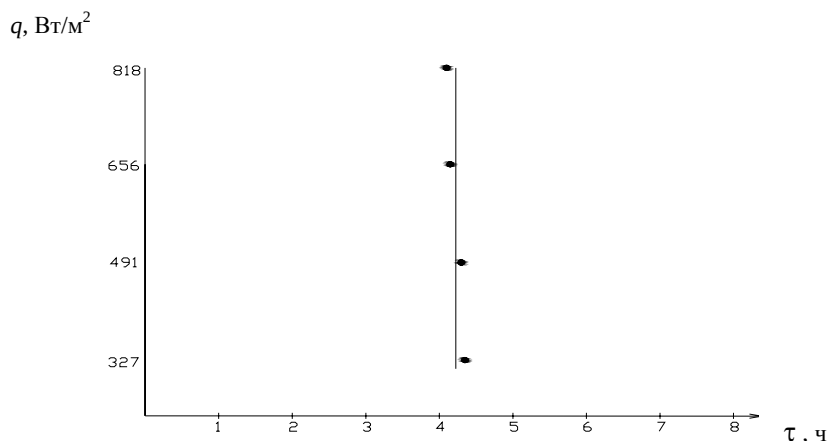


Рис. 2. График зависимости времени сквозного прогрева от плотности теплового потока

Во втором эксперименте исследовалось время завершения начального периода и наступление регулярной части процесса в зависимости от плотности теплового потока.

Оценка наступления регулярного режима может быть представлена соотношением [3]:

$$\frac{t_x - t_0}{t_{1n} - t_0} \geq 0,5,$$

где t_0 — температура окружающей среды, °С; t_{1n} — температура поверхности первого экрана, °С; t_x — температура, °С, соответствующая диаметру сферы, подсчитанному по формуле [3]

$$d_x = 2 \frac{d_1 \cdot d_7}{d_1 + d_7};$$

Результаты опытов представлены на рис. 3

Нами также замечено, что оценка наступления регулярного режима может быть представлена неравенством

$$\frac{t_{x*} - t_0}{t_{1n} - t_0} > 0,2,$$

где t_{x*} — температура, °С, соответствующая диаметру сферы, подсчитанному по формуле [3]

$$d_{x*} = d_{\text{пос}} \frac{1 - \left(\frac{d_{1n}}{d_{\text{пос}}} \right)^3}{1,5 \left[1 - \left(\frac{d_{1n}}{d_{\text{пос}}} \right)^2 \right]}.$$

Здесь $d_{\text{пос}}$ — диаметр последней сферической поверхности в комплекте экранов, м; d_{1n} — диаметр первого экрана, м.

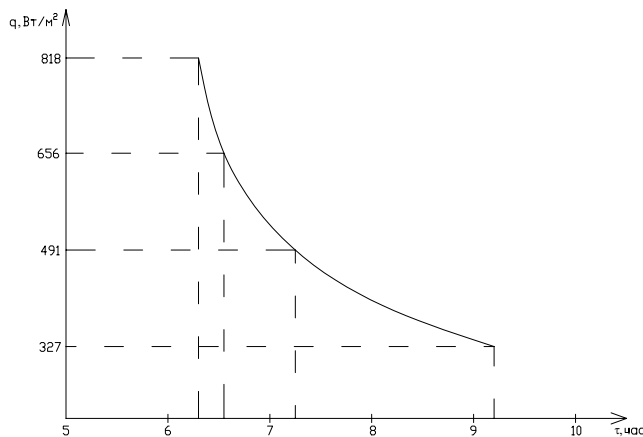


Рис. 3. График зависимости времени наступления регулярного режима от плотности теплового потока

Выводы. 1. Время сквозного прогрева изнутри шара на внешнюю его поверхность имеет слабую зависимость от плотности теплового потока (в данном интервале температур).

2. С увеличением плотности теплового потока уменьшается время выхода системы на регулярный режим.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фокин В. М. Теоретические основы оптимизации теплотехнических характеристик ограждающих конструкций. Волгоград, 2003. 128 с.
2. Ковалевский В.И. Методы теплового расчета экранной изоляции / В.И. Ковалевский, Г.П. Бойков. М. : Энергия, 1974. 199 с.
3. Бойков А. Г. Определение тепловых свойств строительных материалов методом шарового слоя. Волгоград, 2001. 128 с.

© Лепилов В.И., Лихолетов О.В., Бойков Г.П., 2006