



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 667829

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 13.01.76 (21) 2315911/18-10

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.06.79. Бюллетень № 22

Дата опубликования описания 15.06.79

(51) М. Кл.²

G 01 K 17/00

(53) УДК 536.21
(088.8)

(72) Автор
изобретения

И. Я. Неусихин

(71) Заявитель

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени
политехнический институт

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА

Изобретение предназначено для определения коэффициента теплопроводности, температуропроводности, объемной теплоемкости различных материалов.

Известен способ определения теплофизических характеристик различных материалов, заключающийся в расположении нагревателя постоянной мощности между двумя исследуемыми образцами, последующего нагрева образцов, измерения температуры на нагревателе и последующего вычисления искомой величины [1].

Однако известный способ не позволяет измерить теплофизические характеристики тонких материалов, так как для его реализации необходимо установить дополнительную термопару в исследуемом образце на пути теплового потока от нагревателя.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является способ определения теплофизических характеристик материала, заключающийся в расположении нагревателя постоянной мощности между двумя исследуемыми образцами материала, последующем нагреве образцов, измерении температуры на нагревателе в процессе нагрева, определении времени достиже-

ния измеренной температуры и вычислении искомой величины [2].

Однако известный способ пригоден для измерения теплофизических характеристик однородных материалов, требует обязательного измерения температуры на некотором удалении от нагревателя, что не всегда представляется возможным, например, в случае измерения характеристик тонких материалов. Кроме того, известный способ не позволяет отдельно определять теплопроводность, теплоемкость и температуропроводность исследуемых материалов.

Целью изобретения является обеспечение отдельного определения теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности исследуемых материалов. Это достигается тем, что по предлагаемому способу образцы с нагревателем помещают между двумя пластинами с заведомо отличающимися от исследуемых образцов теплофизическими характеристиками и на основании полученных данных определяют искомые величины по формулам:

$$\lambda = \frac{g\delta}{t_1} \quad \alpha = \frac{\pi\delta^2}{4\tau_1} \quad (cp) = \frac{4g\tau_1}{\pi t_1\delta}$$

где λ - коэффициент теплопроводности исследуемого материала;

α - температуропроводность исследуемого материала;

c_p - объемная теплоемкость исследуемого материала;

g - тепловой поток от нагревателя;⁵

δ - толщина исследуемого материала;

t_1 - температура на нагревателе;

τ_1 - время достижения измеренной температуры на нагревателе.

На фиг.1 показано устройство для реализации предложенного способа, где 1 - плоский нагреватель, 2 - исследуемый материал, 3 - термопара на нагревателе, 4 - пластины с задомо отличающимися от исследуемого материала теплофизическими свойствами. На фиг.1,2 показано изменение температуры на нагревателе в процессе измерения.

Устройство работает следующим образом. Помещают плоский нагреватель 1 между двумя одинаковыми образцами испытываемого материала 2 и весь пакет обкладывают одинаковыми фрагментами неизвестного материала 4. По ходу температуры, измеряемой на нагревателе, определяют все теплофизические характеристики испытываемого образца и коэффициент тепловой активности образцов неизвестного материала.

Аналогично можно определить теплофизические характеристики двухслойных конструкций, если поместить нагреватель сразу между их фрагментами.

Обозначим теплофизические характеристики по слоям соответственно индексами "Г" и "О".

Задавая на нагреватель постоянную мощность, определяют тепловой поток, ответвленный на одну двухслойную конструкцию g и измеряют избыточную температуру на нагревателе t .

В координатах t и \sqrt{t} наносят полученные опытные точки. Температурная кривая при этом будет иметь вид, показанный на фиг.2. Участок о-д является во всех случаях прямой, проходящей через начало координат. Участок е-ф располагается в положении 1, если $b_r < b_o$, и в положении 2, если $b_r > b_o$. При $b_r = b_o$ линия е-ф будет прямой, являющейся продолжением линии о-д, где b - коэффициент тепловой активности;

c_p - объемная теплоемкость;

λ - коэффициент теплопроводности.

Если $b_r < b_o$ продолжают отрезки о-д и е-ф до пересечения в пункте D с координатами τ и t_1 . Тогда теплофизические характеристики граничного слоя определяются по зависимостям:

$$\lambda = \frac{g\delta_r}{t} \quad (1)$$

$$(c_p)_r = \frac{4g\tau_1}{\pi t_1 \delta_r} \quad (2)$$

Коэффициент тепловой активности пластин 4 определяется из выражения:

$$b_o = b_r = \frac{1+h}{1-h} \quad (3)$$

где $h = f(tg\varphi)$,

$$tg\varphi = \frac{t-t_1}{g b_r \sqrt{\tau} - \sqrt{t_1}} \quad \text{при } \tau > \tau_1. \quad (4)$$

Величина h по вычисленному $tg\varphi$ может быть определена по соответствующим формулам.

Если $b_r > b_o$, то по полученным не менее трех опытным точкам на участке е-ф определяем величину n .

Тогда величина ν может быть вычислена из выражения:

$$\nu = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_2} = \frac{2^n - 1}{3^n - 2^n} \quad (5)$$

По величине n определяют величины A и h , а по выражению (6) определяют A_1 :

$$A_1 = t_1 - \frac{t_2 - t_1}{\tau_2^n - \tau_1^n} \tau_1^n \quad (6)$$

или

$$A_1 = t_2 - \frac{t_2 - t_1}{\tau_2^n - \tau_1^n} \tau_2^n$$

$$\text{Тогда } \lambda_r = \frac{Ag\delta_r}{A_1} \quad (7)$$

а

$$(c_p)_r = \frac{4g\sqrt{t^*}}{t^* \lambda_r \sqrt{\pi}} \quad (8)$$

где t^* и τ^* координаты точки, лежащей на отрезке.

Величина b_o определяется по известной величине h из выражения (3).

П р и м е р. Плоский нагреватель, изготовленный из константановой проволоки диаметром 0,2 мм, помещен между двумя образцами из пенобетона. Весь пакет расположен между двумя керамическими плитами. Термопара, расположенная на нагревателе, подключена к потенциометру ЭПП-09. При включении нагревателя в сеть на ленте потенциометра происходит регистрация температуры. Полученные температурные точки расположены в координатах t и \sqrt{t} . На испытываемый образец подается тепловой поток $g = 250$ Вт/м². Толщина испытываемого материала $\delta = 5$ мм.

В результате проведенного эксперимента прямые, проходящие через температурные точки, пересеклись в точке D с координатами $t(Ot)_1 = 10$ К и $\tau_1 = 100$ с.

Тогда согласно (1):

$$\lambda_r = \frac{g\delta_r}{t_1} = \frac{250 \cdot 0,05}{10} = 0,125 \text{ Вт/мК}$$

Согласно (1) и (2):

$$\alpha = \frac{\pi \delta_T^2}{4\pi} = \frac{3,14 \cdot 0,005}{4 \cdot 100} = 0,196 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

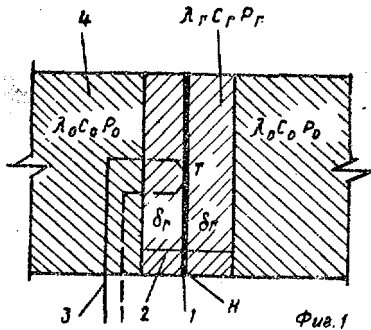
Согласно (2):

$$(ср)_T = \frac{4g\tau_T}{\pi t_1 \delta_T} = \frac{4 \cdot 250 \cdot 100}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,005} = 637 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{к})$$

Предложенный способ удешевляет процесс исследования и дает возможность более эффективной реализации ряда технологических процессов, связанных с изготовлением многослойных конструкций.

Формула изобретения

Способ определения теплофизических характеристик материала, заключающийся в расположении нагревателя постоянной мощности между двумя исследуемыми образцами материала, в последующем нагреве образцов, измерении температуры на нагревателе в процессе нагрева, определении времени достижения измеренной температуры и вычислении искомой величины, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью обеспечения раздельного определения теплофизических характеристик: теплопроводности, объемной теплоемкости и температуропроводности, образцы с нагревателем помещают между двумя пластинами с заведомо отличающимися от исследуемых образцов теплофизичес-



Фиг. 1

кими характеристиками и на основании полученных данных по температуре и времени определяют искомые величины по формулам:

$$\lambda = \frac{g\delta}{t_1} \quad \alpha = \frac{\pi \delta^2}{4\tau_1}$$

$$(ср) = \frac{4g\tau_1}{\pi t_1 \delta}$$

5

10

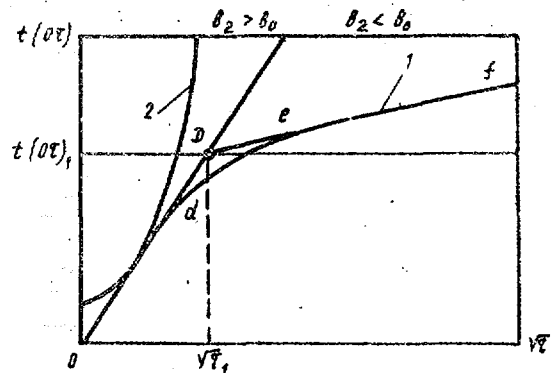
20

25

30

где λ — коэффициент теплопроводности исследуемого материала;
 α — температуропроводность исследуемого материала;
 $ср$ — объемная теплоемкость исследуемого материала;
 g — тепловой поток от нагревателя;
 δ — толщина исследуемого образца;
 t_1 — температура на нагревателе;
 τ_1 — время достижения измеренной температуры на нагревателе.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
 1. Krischer O. Über die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit der Wärmekapazität und der Warmeindringzahl in einem Kuzzeitverfahren, Schmie-Zug-Techn.
 2. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. Изд-во АН БССР, Минск, 1968, с.363.



Фиг. 2

Составитель А.Тереков
 Редактор С.Хейфиц Техред С. Мигай Корректор М. Пожо

Заказ 3452/36 Тираж 765 Подписное
 ЦНИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Филиал ППП "Патент", г.Ужгород, ул. Проектная, 4