



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 817563

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,
Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий
выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:
"Способ комплексного определения теплофизических
характеристик материалов"

Автор (авторы): Пахомов Владилен Николаевич, Федоров
Владимир Гаврилович, Мазуренко Александр Григорьевич и
Кубенко Борис Павлович

Заявитель: КИЕВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Заявка № 2758736 Приоритет изобретения 22 февраля 1979г.

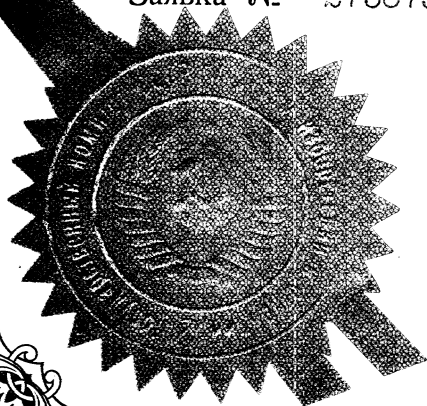
Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений СССР

1 декабря 1980г.

Действие авторского свидетельства распро-
страняется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела





Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 22.02.79 (21) 2758736/18-25

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.03.81. Бюллетень №12

Дата опубликования описания 30.03.81

(11) 817563

(51) М. Кл.³

G 01 N 25/18

(53) УДК 536.2
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

В.Н.Пахомов, В.Г.Федоров, А.Г.Мазуренко
и Б.П.Шубенко

(71) Заявитель

Киевский технологический институт пищевой
промышленности

(54) СПОСОБ КОМПЛЕКСНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ

1

Изобретение относится к теплофизическим измерениям.

Известны способы комплексного определения теплофизических характеристик (ТФХ) материалов в плоском слое в квазистационарном тепловом режиме, т.е. при нагреве (охлаждении) образца тепловым потоком постоянной мощности или при постоянной скорости измерения температуры. В этих способах измеряют температуры в различных точках образца в функции времени либо температуры и тепловой поток, идущий на нагрев образца [1].

Однако точность измерений по этим способам невелика, а их осуществление достаточно сложно.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является способ, включающий двухсторонний нагрев двухсоставного образца тепловым потоком постоянной мощности, измерение после достижения квазистационарного режима температур поверхности образца и его центра, измерение суммарного теплового потока, поглощаемого образцом. Образец для таких измерений составляют из двух одинаковых пластин, разместив между ними спай термпары, показания которой

2

принимают за температуру центра, а на внешних поверхностях термоэлектрическими тепломерами измеряют тепловой поток, поглощаемый образцом [2].

Однако для измерений требуются образцы значительных размеров (толщина более 20 мм). Кроме того, время нерабочей стадии режима велико, способ практически непригоден для исследования ТФХ жидкостей из-за возникающей в образце конвекции и ошибка измерений составляет 5-10 %.

Цель изобретения - повышение точности измерений.

Указанная цель достигается тем, что тепловой поток пропускают сквозь образец, воздействуя на одну из поверхностей образца тепловым потоком постоянной плотности, а температуру второй поверхности, изменяя с постоянной скоростью, равной $(0,25 - 0,45)q_1/cph$, и по результатам измерений для любого момента определяют теплофизические характеристики по следующим формулам

$$\lambda = \frac{(q_1 + q_2)h}{2\Delta t}; \quad c_p = \frac{q_1 - q_2}{h \cdot U},$$
$$a = \frac{h^2 U (q_1 - q_2)}{2\Delta t (q_1 + q_2)}$$

где λ - коэффициент теплопроводности;

c - массовая теплоемкость;

a - коэффициент температуропроводности;

ρ - плотность;

h - толщина образца;

q_1 и q_2 - плотности теплового потока на поверхностях образца;

Δt - перепад температур;

U - скорость изменения температуры.

Кроме того, поддерживают постоянным перепад температур на образце, изменяя температуры обеих его поверхностей с одинаковой скоростью, равной $(0,3 - 0,6)\Delta ta/h^2$.

Измерения проводят следующим образом.

Плоский образец размещают между поверхностями источника и приемника тепла, оснащенными датчиками температуры и плотности теплового потока. В первом варианте способа источник выделяет в сторону образца тепловой поток постоянной мощности, а температуру приемника изменяют с постоянной скоростью. Во втором варианте разность температур источника и приемника тепла поддерживают неизменной, а их температуры изменяют с одинаковой постоянной скоростью. В обоих вариантах способа скорости изменения температуры задают такими, чтобы тепловой поток проходил сквозь образец, а соотношение плотностей теплового потока на входе в образец и на выходе из него было в пределах 1,35 - 1,85, при которых достигается наибольшая точность измерений.

В тот момент, когда плотности теплового потока через обе поверхности образца стабилизируются во времени устанавливается квазистационарный тепловой режим. При этом, измерив для любого времени одновременно плотности теплового потока через обе поверхности образца и температуры в тех же точках, можно рассчитать значения теплофизических характеристик образца.

Обоснование возможности определения ТФХ по результатам таких измерений получено из решения задачи для двухстороннего нагрева неограниченной пластины от источника с постоянной плотностью теплового потока. Рассматриваем в пластине лишь тонкий плоский слой, расположенный по одну сторону от осевой плоскости пластины параллельно ее поверхностям. Если плотности теплового потока, проходящего через поверхности этого слоя, будут неизменны во времени, то для такого слоя будут справедливы закономерности квазистационарного режима, т.е. скорости изменения температуры для каждой точки при неизменности ТФХ равны и постоянны, а распределе-

ние температур в слое описывается законом параболы. Это значит, что поля плотностей теплового потока и температур описываются известными уравнениями, из которых получаем следующие формулы для определения ТФХ

$$\lambda = \frac{(q_1 + q_2)h}{2\Delta t}; \quad \text{ср} = \frac{q_1 - q_2}{hU};$$

$$\alpha = \frac{h^2 U (q_1 + q_2)}{2\Delta t (q_1 - q_2)}$$

Все значения ТФХ, получаемые по этим формулам, соответствуют среднеинтегральной температуре слоя t , определяемой по следующей формуле

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{\Delta t (q_1 - q_2)}{6(q_1 + q_2)},$$

где t_1 и t_2 - температуры поверхностей слоя.

В этой формуле второй член определяет отклонение значения среднеинтегральной температуры слоя от среднеарифметической температуры. При соотношении плотностей теплового потока $q_1/q_2 < 1,45$ это отклонение можно не учитывать.

Предлагаемый способ позволяет проводить измерение температур и плотностей теплового потока лишь на поверхностях образца, исследовать ТФХ тонких слоев жидких и твердых материалов. Время опыта уменьшено за счет сокращения начальной (нерабочей) стадии режима.

Предлагаемый способ целесообразно использовать для быстрого и точного исследования температурных зависимостей комплекса ТФХ твердых и жидких материалов.

Формула изобретения

1. Способ комплексного определения теплофизических характеристик материалов в плоском слое в квазистационарном режиме путем измерения температур и плотностей теплового потока на поверхностях образца, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений, тепловой поток пропускают сквозь образец, воздействуя на одну из его поверхностей тепловым потоком постоянной плотности, а температуру второй поверхности изменяя с постоянной скоростью, равной $(0,25 - 0,45)q_1/\text{ср}h$, и по результатам измерений для любого момента определяют теплофизические характеристики по следующим формулам

$$\lambda = \frac{(q_1 + q_2)h}{2\Delta t}; \quad \text{ср} = \frac{q_1 - q_2}{hU};$$

$$\alpha = \frac{h^2 U (q_1 - q_2)}{2\Delta t (q_1 + q_2)}$$

где λ - коэффициент теплопроводности;
 c - массовая теплоемкость;
 α - коэффициент температуропроводности;
 ρ - плотность;
 h - толщина образца;
 q_1 и q_2 - плотности теплового потока на поверхностях образца;
 Δt - перепад температур;
 u - скорость изменения температуры.
 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что поддерживают пос-

тоянным перепад температур на образце, изменяя температуры обеих его поверхностей с одинаковой скоростью, равной $(0,3 - 0,6)\Delta t/h^2$.

5 Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Чудновский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов. М., ГИФМЛ, 1962, с. 173-190.

10 2. Полубояринцев Д.Н., Дудоров И.Г. - "Заводская лаборатория", 1965, т. 31, № 11, с. 1410-1412 (прототип).

Составитель В.Гусева

Редактор Ю.Ковач Техред Т.Маточка Корректор В.Бутяга

Заказ 1321/57 Тираж 907 Подписное

ВНИИПИ 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