

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО**(12) Описание изобретения**
К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2101553

(22) 03.05.2021

(46) Бюл. 176, 2021

(71)(73) Сафаров М.М., Саидзода К.Б. (TJ)

(72) Сафаров М.М. (TJ); Саидзода К.Б. (TJ);

Гуломов М.М. (TJ); Сафаров Ш.Р. (TJ);

Ойматова Х.Х. (TJ); Собиров Дж.Ф. (TJ);

Тиллоева Т.Р. (TJ); Мирзоева К. (TJ); Джумаев С.С.

(TJ); Умарзода Ш.У. (TJ); Абдуназаров С.С. (TJ);

Хакимов Д.Ш. (TJ)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

(56) 1. ГОСТ 7076-99. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. Введ. 01.04.2000. - М., 2000 - 12 с.

2. Авторское свидетельство СССР №949447 А1, МПК G01N 25/18, опубл. 07.08.1982.

3. Гырылов Е.Н. Способ определения теплопроводности твердых тел. Патент РФ № 2625599

(57) Изобретение относится к теплофизическим измерениям в области материаловедения для определения теплопроводности твердых тел.

Сущность изобретения заключается в том, что теплопроводность производят в отношении керамического образца и осуществляется на два этапа. На первом этапе нагревая исследуемого образца и преобразовывая тепло в электрические сигналы направляют их двум компьютерам, и пошагово регистрируют их каждые 1 сек, начиная с комнатной температуры

2

до 130°C. На втором этапе выключается установка и прекращается подача питания, исследуемого образца дают охладиться до первоначальной температуры. При этом ход охлаждения образца аналогично его нагреву пошагово регистрируют каждые 1 сек в компьютерах, и по полученным результатам используя модель теплового баланса теплоемкость твердых тел определяют по формуле

$$C_p = k_1 Q / m (T_2 - T_1), \text{ (Дж/(кг·К))}$$

где, C_p – удельная теплоемкость (Дж/(кг·К)), k_1 – коэффициент, величина которого определяется на основе проведения контрольных измерений, Q – количество тепла (Дж), m – масса образца, (кг), T_1 – абсолютная температура спая нижней термопары (К), T_2 – абсолютная температура спая верхней термопары (К).

Затем определяют теплопроводность твердых тел по формуле

$$\lambda = k_2 C_p \rho$$

$$k_2 = \frac{\lambda}{C_p \rho}, \text{ м}^2/\text{с}$$

где, λ – теплопроводность (Вт/(м·К)), k_2 – коэффициент величина которого определяется на основе проведения контрольных измерений, C_p – удельная теплоемкость (Дж/(кг·К)), ρ – плотность меди (кг/м³).

Таким образом, предложенное техническое решение позволяет повысить точность определения теплопроводности твердых тел исследуемым объектам.

Изобретение относится к теплофизическим измерениям в области материаловедения для определения теплопроводности твердых тел.

Известен способ определения теплопроводности материалов, заключающийся в создании стационарного потока, проходящего через плоский образец определенной толщины и направленного перпендикулярно к лицевым (наибольшим) граням образца. По данным измерений плотности теплового потока, температур противоположных лицевых граней и толщины образца рассчитывают теплопроводность материала [1].

Недостатками данного способа являются функциональная ограниченность, заключающаяся в проведении измерений только при стационарном тепловом режиме.

Известно устройство и способ комплексного определения теплофизических характеристик материалов [2], состоящий в том, что образец монотонно разогревается через одну из изотермических поверхностей при периодическом изменении теплового потока на другой поверхности с периодом, большим времени регуляризации температурного поля образца, включающий измерение теплового потока, температур в характерных сечениях образца, скорости изменения температуры и расчет характеристик по известным формулам, одновременно с монотонным нагревом перепад температур на образце последовательно устанавливают равным нулю и 5-50K, а тепловой поток измеряют на изотермической поверхности, подвергаемой монотонному нагреву.

Недостатком данного способа и устройства является сложность измерений, требующая необходимость поддержания постоянства температур и скорости разогрева, многостадийность эксперимента, техническая сложность устройства, к которой можно отнести использование датчика перепада температуры и регулятора.

Наиболее близкими к заявленному изобретению являются способ определения теплопроводности твердых тел. В данном способе исследуемый образец приводят в тепловой контакт по плоскости с нагревателем с одной стороны, а с другой стороны приводят в тепловой контакт по плоскости с теплоприемником. При постоянной мощности нагрева, с учетом скорости изменения температуры, перепада температуры на образце определяют теплопроводность твердого тела. Потери тепла учитывают за счет поправочного коэффициента, определяемого по измерениям на эталонных образцах, размеры исследуемого и эталонных образцов одинаковые.

Однако недостатком данного способа измерения коэффициента теплопроводности является необходимость знать теплоемкость образца.

Цель изобретения является упрощение способа и повышение точности определения теплопроводности.

Поставленная цель достигается тем, что эксперименты по определению теплопроводности твердых тел производятся на установки для автоматизированного определения теплопроводности твердых

тел в отношении керамического образца и осуществляется в два этапа.

На первом этапе после подготовки всех элементов устройства от источника электроэнергии через ключ стабилизированного блока питания подают питание в нагревательный блок. Силу тока и напряжение контролируют соответственно по амперметру и вольтметру. При этом нагревается никромовая спираль, которая в свою очередь нагревает алюминиевую пластину и исследуемый керамический образец. Нижний и верхний термодатчики, преобразовывая тепло в электрические сигналы, передают его двум нано-вольтамперметрам, которые соответственно направляют их двум компьютерам. При помощи специальных программ компьютеры считывают сигналы и пошагово регистрируют их каждые секунды, начиная с комнатной температуры до 130°C.

На втором этапе после завершения первого этапа выключают установку и прекращают подачу питания. Исследуемому образцу дают охладиться до первоначальной температуры, а именно комнатной. При этом ход охлаждения образца аналогично его нагреву по первому этапу пошагово регистрируют каждые секунды при помощи компьютеров.

По завершению обоих этапов полученные данные с компьютеров обрабатываются и оформляются в виде таблиц и диаграмм (Фиг. 1).

Используя модель теплового баланса теплоемкость твердых тел определяют по формуле

$$C_p = k_1 Q / m (T_2 - T_1), \text{ (Дж/кг·K)} \quad (1)$$

Где, C_p – удельная теплоемкость (Дж/кг·K), k_1 – коэффициент, величина которого определяется на основе проведения контрольных измерений, Q – количество тепла (Дж), m – масса образца, (кг); T_1 – абсолютная температура спая нижней термопары (K), T_2 – абсолютная температура спая верхней термопары (K).

Используя расчет теплоемкости по формуле (1) теплопроводность твердых тел определяют по формуле

$$\lambda = k_2 C_p \rho \quad (2),$$

$$k_2 = \frac{\lambda}{C_p \rho}, \text{ м}^2/\text{с} \quad (3)$$

Где, λ – теплопроводность (Вт/м·K), k_2 – коэффициент, величина которого определяется на основе проведения контрольных измерений, C_p – удельная теплоемкость (Дж/кг·K), ρ – плотность меди (кг/м³).

Количество тепла, которое расходуется при нагревании образца равно мощности нагревателя и определяется по формуле

$$P = Q = I^2 R t, \text{ Вт} \quad (4)$$

Где, P – мощность нагревателя (Вт), I – сила тока (А); R – сопротивление (Ом); t – время нагрева, (с).

Формула для расчета темп охлаждения имеет вид:

$$m = \frac{\ln \theta_1 - \ln \theta_2}{\tau_2 - \tau_1}, \text{ 1/с} \quad (5)$$

Где, m - темп охлаждения (1/с); θ_1 – температура при τ_1 ; θ_2 – температура при τ_2 ; τ_1 – время охлаждения при θ_2 (с); τ_2 – время охлаждения θ_1 (с).

Формула изобретения

Способ определения теплопроводности твердых тел, включающий пропускание равномерного теплового потока через исследуемого образца, **отличающаяся тем, что** теплопроводность производят с помощью установки для автоматического определения теплопроводности твердых тел в отношении керамического образца и осуществляют на два этапа, на первом этапе нагревая исследуемого образца и преобразовывая тепло в электрические сигналы, направляют их компьютерам, и пошагово регистрируют их каждые секунды, начиная с комнатной температуры до 130°C, на втором этапе выключают установку и прекращают подачу питания, исследуемому образцу дают охладиться до первоначальной температуры, при этом ход охлаждения образца аналогично его нагреву пошагово регистрируют каждые секунды в компьютерах, и по полученным результатам используя модель теплового баланса, теплоемкость твердых тел определяют по формуле

$$C_p = k_1 Q/m (T_2 - T_1), \text{ (Дж/(кг·К))}$$

Значение m рассчитывается по диаграмме Фиг 2, данные для которого получают по результатам эксперимента.

Таким образом, предложенное техническое решение позволяет повысить точность определения теплопроводности твердых тел исследуемым объектам.

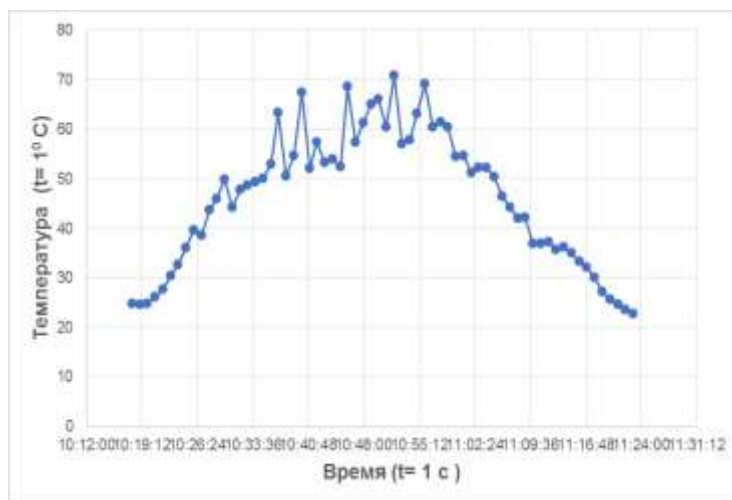
где, C_p – удельная теплоемкость (Дж/(кг·К)), k_1 – коэффициент, величина которого определяется на основе проведения контрольных измерений, Q – количество тепла (Дж), m – масса образца, (кг), T_1 – абсолютная температура спая нижней термопары (К), T_2 – абсолютная температура спая верхней термопары (К),

Затем определяют теплопроводность твердых тел по формуле:

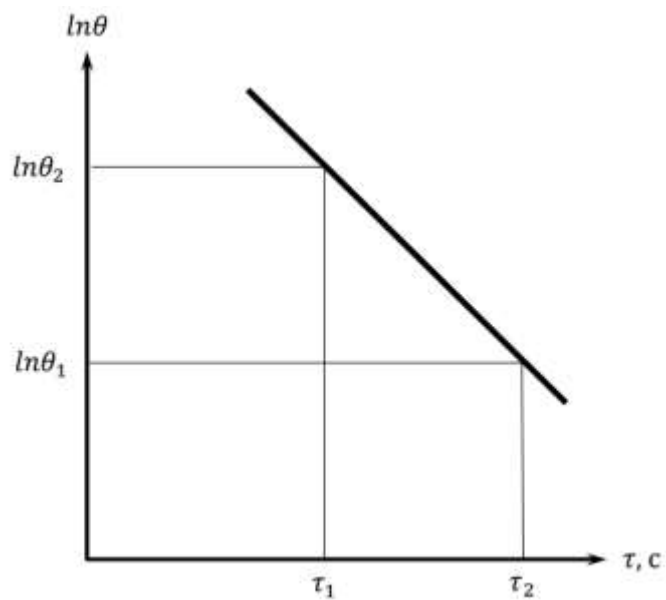
$$\lambda = k_2 C_p \rho$$

$$k_2 = \frac{\lambda}{C_p \rho}, \text{ м}^2/\text{с}$$

где, λ – теплопроводность (Вт/(м·К)), k_2 – коэффициент величина которого определяется на основе проведения контрольных измерений, C_p – удельная теплоемкость (Дж/(кг·К)), ρ – плотность меди (кг/м³).



Фиг. 1



Фиг. 2.

Компьютерный набор: Ризоева С.Р.

Заказ	Тираж	Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а		