



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1695203 A1

(51)5 G 01 N 25/18

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4726968/25
(22) 02.08.89
(46) 30.11.91. Бюл. № 44
(71) Свердловский инженерно-педагогический институт
(72) С.Г. Горинский
(53) 698.8 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1226235, кл. G 01 N 25/18, 1984.
Авторское свидетельство СССР № 1073662, кл. G 01 N 25/18, 1982.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ

(57) Изобретение относится к технической физике и решает задачу определения температуропроводности твердых тел, а также неразрушающего контроля образцов. Цель изобретения – упрощение способа и повышение производительности. Для этого нагревают исследуемые образцы точечным источником энергии, измеряют тепловое излучение от поверхностей образцов датчи-

2

ком температуры при относительном перемещении по прямой линии образцов и датчика, жестко связанного с источником энергии, сканируют тепловое излучение от поверхностей исследуемых образцов датчиком температуры со сканирующей системой по прямой, пересекающей линию нагрева на фиксированном расстоянии от точки нагрева под прямым углом, измеряют амплитуды импульсных сигналов датчика, возникающих при сканировании, дополнительно измеряют расстояние между точкой нагрева и линией сканирования, скорость перемещения точечного источника тепловой энергии относительно образцов, определяют зависимость между координатой точки визирования и фазой колебания сканирующей системы, измеряют длительность импульсных сигналов датчика температуры на уровне, составляющем фиксированную часть от амплитуды импульсных сигналов, после чего определяют температуропроводность. 2 ил.

Изобретение относится к технической физике и может быть использовано при определении теплофизических свойств твердых тел, а также для неразрушающего активного теплового контроля материалов и изделий.

Цель изобретения – упрощение способа и повышение производительности.

На фиг. 1 представлена схема устройства, реализующего предлагаемый способ; на фиг. 2 – график температурного профиля.

Устройство состоит из подвижной платформы 1, связанной с приводом 2 платформы, сосредоточенного источника 3 тепловой

энергии, радиометра 4, снабженного сканирующей системой 5. Выход радиометра 4 соединен последовательно с усилителем 6, амплитудным детектором 7. Выход амплитудного детектора 7 соединен через делитель 8 напряжения с одним из входов компаратора 9, с вторым входом которого соединен выход усилителя 6. Выход компаратора подсоединен к входу измерителя 10 длительности прямоугольных импульсов, к выходу которого подсоединен регистратор 11.

Подвижная платформа 1 представляет собой прямоугольную пластину, располо-

(19) SU (11) 1695203 A1

женную на двух параллельных направляющих. В пластине имеется прямоугольное окно, обеспечивающее нагрев и измерение температуры нижних поверхностей исследуемых образцов 12, располагаемых на платформе 1. Привод 2 платформы представляет собой электрический реверсивный двигатель со схемой управления, обеспечивающей через винтовую передачу перемещение платформы в двух направлениях со скоростью 1 – 10 мм/с.

Способ осуществляют следующим образом.

Измеряют скорость перемещения подвижной платформы V , расстояние между точкой нагрева и линией сканирования X_0 .

Исследуемые образцы 12 располагают на подвижной платформе и включают привод 2 платформы. При перемещении платформы происходят нагрев образцов сосредоточенным источником 3 тепла и измерение теплового излучения по линии, перпендикулярной линии нагрева, с помощью радиометра 4 со сканирующей системой 5. На выходе радиометра 4 формируется периодическая последовательность импульсных сигналов. Усиленный усилителем 6 сигнал попадает на амплитудный детектор 7, формирующий постоянное (или медленно меняющееся) напряжение, равное амплитуде $V_{\max}$, которое через делитель 8 напряжения с коэффициентом $\omega = 0,5$ подается на один из входов компаратора 9. На второй вход компаратора 9 поступает напряжение с выхода усилителя 6. Компаратор 9 сравнивает эти два напряжения и формирует импульсы, длительность положительной части которых равна длительности импульсов с выхода усилителя 6 на половине их высоты. Измеритель 10 длительности прямоугольных импульсов, представляющий в данной схеме параметрический стабилизатор амплитуды импульсов и сглаживающий фильтр, преобразует длительность импульсов в постоянное (или медленно меняющееся) напряжение, которое регистрируется самопишущим регистратором 11.

На основании записанного на диаграммной ленте регистратора 11 значения напряжения измеряют длительность импульсов на половине их высоты и по этой длительности определяют ширину Δ у температурного профиля на уровне ω от максимального значения температуры, а температуропроводность рассчитывают по формуле, полученной на основании решения уравнения теплопроводности при условии нагрева полубесконечного твердого

тела подвижным точечным источником энергии постоянной мощности

$$\alpha = V X_0 \frac{1 - \sqrt{1 + (\Delta y / 2 X_0)^2}}{\ln(\omega \sqrt{1 + (\Delta y / 2 X_0)^2})},$$

где α – температуропроводность,

Известно, что при нагреве поверхности полубесконечного тела точечным источником тепла избыточная температура θ в точке поверхности тела с координатами (x, y) в системе координат с центром в точке нагрева и осью X , направленной по вектору скорости V , определяется формулой

$$\theta(x, y) = \frac{q}{2\pi\lambda\sqrt{x^2 + y^2}} \exp\left[-\frac{V}{2\alpha}(\sqrt{x^2 + y^2} - |x|)\right], \quad (1)$$

где q – мощность точечного источника тепла;

λ – теплопроводность;

V – скорость перемещения.

Если точку измерения температуры перемещать по прямой линии, пересекающей линию нагрева под прямым углом на расстоянии X_0 от точки нагрева, то зависимость избыточной температуры от координаты будет иметь вид, приведенный на фиг.2. Максимальное значение $\theta_{\max}$ избыточной температуры наблюдается на оси x :

$$\theta_{\max} = \frac{q}{2\pi\lambda X_0}. \quad (2)$$

Если провести прямую линию на уровне $\theta = \theta_{\max} \cdot \omega$ ($\omega < 1$), то она пересечет профиль избыточной температуры в точках $+y\omega$, $-y\omega$ (фиг.2.). В этих точках должно выполняться условие

$$\theta(x_0, y\omega) = \omega \theta_{\max}. \quad (3)$$

С учетом (1) отсюда можно получить уравнение

$$\frac{q}{2\pi\lambda\sqrt{x_0^2 + y^2\omega^2}} \exp\left[-\frac{V}{2\alpha}(\sqrt{x_0^2 + y^2\omega^2} - x_0)\right] = \frac{q}{2\pi\lambda X_0} \omega, \quad (4)$$

решая которое, можно получить указанную формулу для определения температуропроводности.

При постоянных значениях x_0 , V , ω и длительности импульсов на фиксированном уровне от амплитуды шкалу регистратора 11 можно непосредственно проградуировать в единицах температуропроводности.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения температуропроводности материалов, включающий нагрев исследуемого образца точечным источником тепловой энергии, измерение теплового излучения от образца датчиком температуры, жестко связанным с источником, при относительном перемещении образца и датчика с источником излучения с

постоянной скоростью путем сканирования датчиком поверхности образца по линии, пересекающей линию нагрева под прямым углом на фиксированном расстоянии от точки нагрева, отличающийся тем, что, с целью упрощения способа и повышения производительности, сканирование проводят периодически, измеряют длительность возникающих импульсных сигналов датчика температуры на уровне, составляющем фиксированную часть от амплитуды импульсных сигналов, после чего температуропроводность определяют по формуле

$$\alpha = V x_0 \frac{1 - \sqrt{1 + (\Delta y / 2 x_0)^2}}{\ln(\omega \sqrt{1 + (\Delta y / 2 x_0)^2})},$$

где α – температуропроводность;

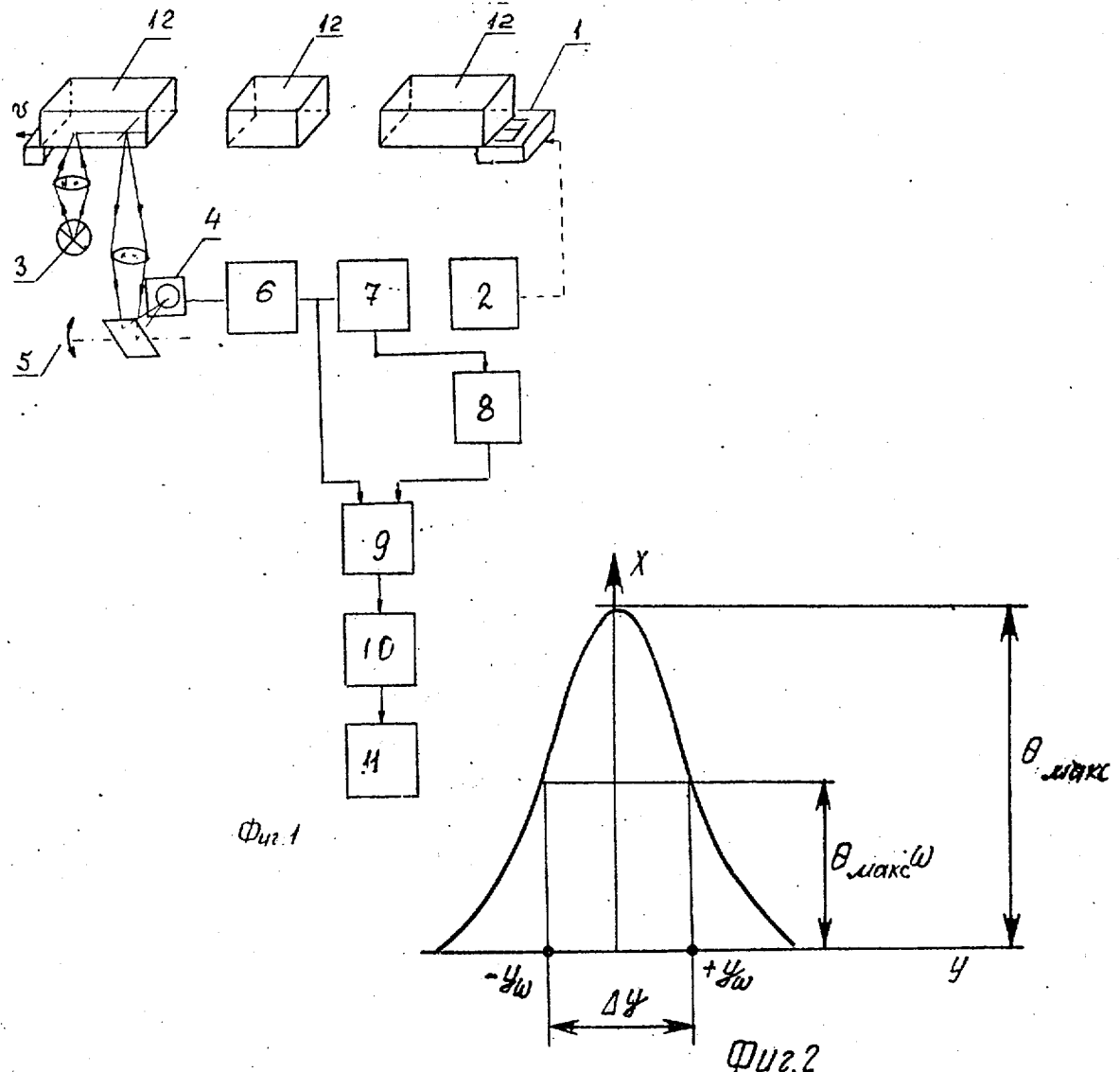
V – скорость перемещения точечного

источника энергии относительно образцов;

x_0 – расстояние между точкой нагрева и линией сканирования;

ω – относительный уровень, на котором измеряется длительность импульса;

Δy – ширина температурного профиля на уровне ω от максимального значения температуры, определяемая по измеренной длительности импульсных сигналов датчика на этом уровне.



Редактор А.Лежнина

Составитель Н.Грищенко

Техред М.Моргентал Корректор С.Шевкун

Заказ 4158

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101