



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2003109355/28, 02.04.2003**

(24) Дата начала действия патента: **02.04.2003**

(43) Дата публикации заявки: **10.11.2004**

(45) Опубликовано: **20.03.2005 Бюл. № 8**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 587377 A1, 05.01.1978. SU 922606 A1, 23.04.1982. SU 1529091 A1, 15.12.1989. US 5080495 A, 14.01.1992. US 3971246 A, 27.07.1976.**

Адрес для переписки:

**656099, г.Барнаул, пр. Ленина, 61, комн. 801,  
 Алтайский государственный университет, отдел  
 информации, Н.А. Богатыревой**

(72) Автор(ы):

**Дударев Р.В. (RU),  
 Кротов А.С. (RU),  
 Старцев О.В. (RU),  
 Шатохин А.С. (RU)**

(73) Патентообладатель(ли):

**Алтайский государственный университет (RU)**

## (54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ И УСТРОЙСТВО, ЕГО РЕАЛИЗУЮЩЕЕ

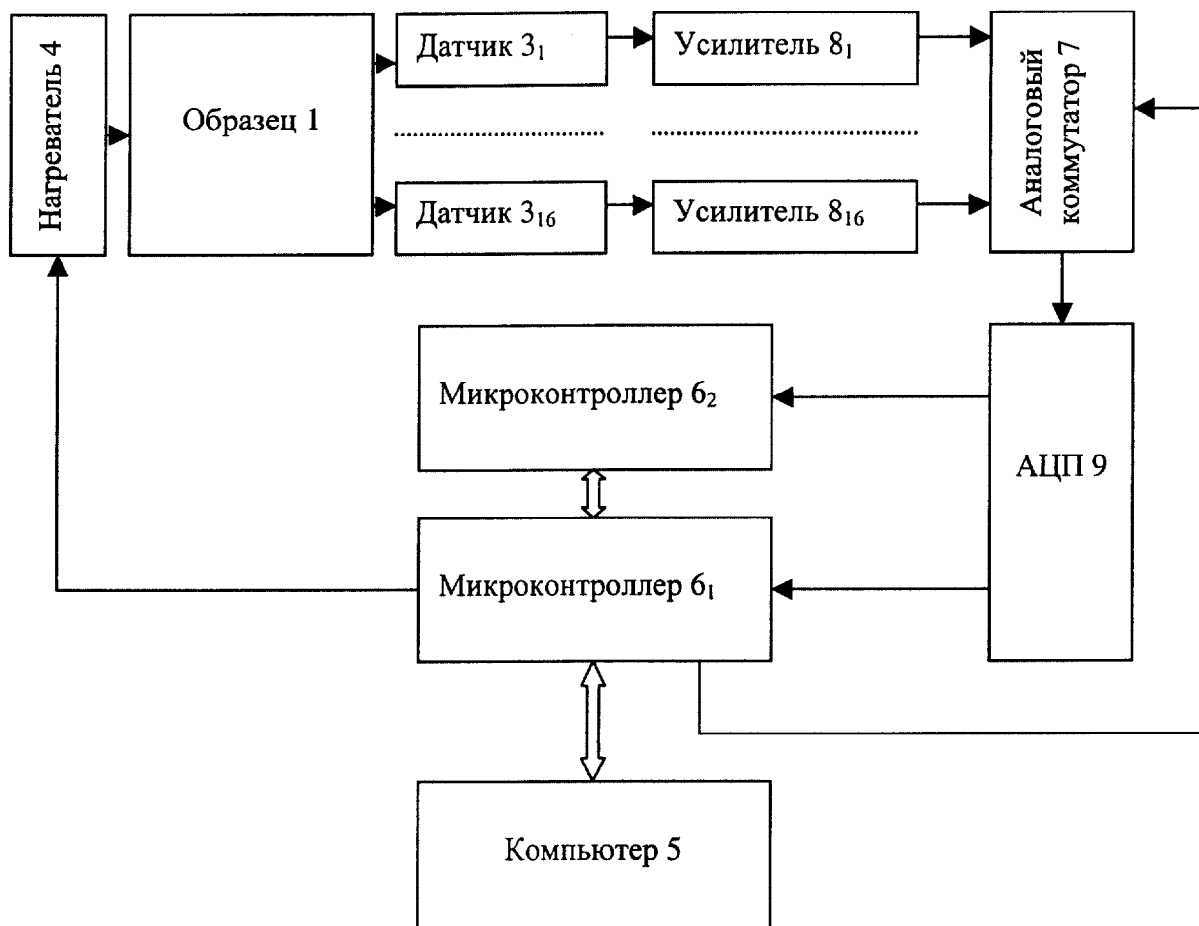
(57) Реферат:

Использование: для измерения теплофизических коэффициентов анизотропных материалов. Сущность: заключается в том, что образец помещается между двумя буферными элементами, изготовленными из материала с известными теплофизическими характеристиками, в которых расположены нагреватель и датчики температуры. После однократного импульсного теплового воздействия на образец точечным источником тепла, сигналы датчиков температуры

оцифровываются и передаются в компьютер, где строится динамическая картина распространения тепловой волны в материале и вычисляются коэффициенты теплопроводности и температуропроводности материала в зависимости от направления. Технический результат: получение зависимости коэффициентов теплопроводности и температуропроводности анизотропных материалов от направления и сокращение времени при обработке результатов. 2 с.п. ф-лы, 3 ил.

RU  
2 2 4 8 5 6 2  
C 2

RU  
2 2 4 8 5 6 2  
C 2



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003109355/28, 02.04.2003**

(24) Effective date for property rights: **02.04.2003**

(43) Application published: **10.11.2004**

(45) Date of publication: **20.03.2005 Bull. 8**

Mail address:  
**656099, g.Barnaul, pr. Lenina, 61, komn. 801,  
Altajskij gosudarstvennyj universitet, otdel  
informatsii, N.A. Bogatyrevoj**

(72) Inventor(s):  
**Dudarev R.V. (RU),  
Krotov A.S. (RU),  
Startsev O.V. (RU),  
Shatokhin A.S. (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Altajskij gosudarstvennyj universitet (RU)**

(54) **METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF ISOTROPIC MATERIALS**

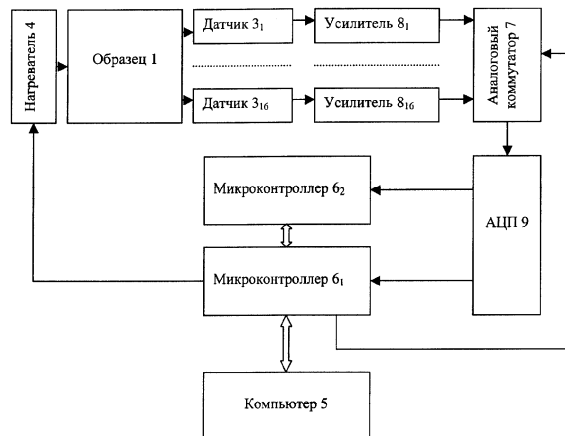
(57) Abstract:

FIELD: investigating or analyzing materials.

SUBSTANCE: method comprises setting a specimen to be analyzed between two buffer members made of a material with known thermophysical properties and provided with heater and temperature sensors. After the pulse heating of the specimen with a point heater, the signals from the temperature sensors are digitized and sent to the computer which plots dynamic pattern of thermal wave propagation in the material and calculates thermal conductivity and diffusivity of the material depending on direction.

EFFECT: enhanced efficiency of determining.

2 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2 248 562 C2

RU 2 248 562 C2

Изобретение относится к средствам измерения коэффициентов теплопроводности, температуропроводности и может быть использовано в стационарной и промышленной энергетике, химической, строительной промышленности, а именно для измерения и неразрушающего контроля теплофизических коэффициентов различных веществ и материалов.

Известен способ измерения коэффициентов теплопроводности и температуропроводности, заключающийся в измерении теплового потока, поступающего к образцу при нагреве тела, путем регистрации температурного перепада во многих точках оболочки малой теплопроводности, окружающей исследуемый объект. Регистрация этого перепада осуществляется дифференциальной термобатареей, равномерно покрывающей поверхность оболочки таким образом, чтобы "холодные" спаи находились на одной ее поверхности, а "горячие" на другой [Годовский Ю.К. Теплофизические методы исследования полимеров. М.: Химия, 1976. - 216 с.]. Вычисление коэффициентов теплопроводности и температуропроводности на основании полученных данных осуществляется вручную по формулам.

Из известных технических решений наиболее близким по технической сущности к заявляемому объекту является способ определения теплофизических характеристик материалов, описанный в работе [Патент РФ на изобретение №2149386. Способ определения теплофизических характеристик материалов //Клебанов М.Г., Фесенко А.И. / 8 ноября 1996 г.]. Суть данного способа заключается в том, что применяется точечный источник тепла, осуществляющий многократное тепловое воздействие на исследуемый материал, а рабочие концы двух термопар, регистрирующих температуры  $T_1$  и  $T_2$ , помещают соответственно на расстояниях  $R$  и  $\alpha R$  от источника тепла и каждое последующее тепловое воздействие осуществляют в момент достижения отношением интегральных во времени значений температур  $T_1$  и  $T_2$  заданной величины, после чего фиксируют частоту следования импульсов и интегральное значение температуры  $T_1$ . Вычисление коэффициентов теплопроводности и температуропроводности на основании полученных данных осуществляется вручную по формулам.

Недостатком этих способов является то, что измерения теплопроводности и температуропроводности позволяют получить только интегральные характеристики, т.е. предназначены для измерения параметров изотропных материалов и не позволяют получать зависимости коэффициентов теплопроводности и температуропроводности анизотропных материалов от направления. Кроме того, регистрация данных осуществляется экспериментатором, что делает невозможным измерения быстро меняющихся температур, а обработка результатов занимает довольно длительное время.

Сущность изобретения заключается в том, что для получения коэффициентов теплопроводности и температуропроводности анизотропных материалов в зависимости от направления образец 1 исследуемого материала помещается в измерительную ячейку 2, состоящую из буферных элементов, изготовленных из материала с известными коэффициентами теплопроводности и температуропроводности, в которых специальным образом расположены датчики температуры 3 и нагреватель 4. После однократного импульсного теплового воздействия на образец 1 точечным источником тепла сигналы расположенных в ячейке датчиков температуры 3 оцифровывают и передают в компьютер 5, где на основании математической модели строится динамическая картина распространения тепловой волны в материале и вычисляют коэффициенты теплопроводности и температуропроводности материала в зависимости от направления [Р.В.Дударев, А.С.Шатохин. Система контроля тепловых параметров анизотропных материалов //Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления. Сборник материалов XIV Научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов. Под ред. проф. В.Н.Азарова. М.: МГИЭМ, 2002. - с.238-240].

Описываемое изобретение поясняется чертежами, где на фиг.1. приведена функциональная схема устройства, реализующего данный способ. Компьютер 5 осуществляет управление микроконтроллером 6<sub>1</sub>, получение и обработке информации.

После сигнала компьютера 5 микроконтроллер  $6_1$  включает нагреватель 4 на заданное время. Нагреватель 4 сообщает тепловой импульс образцу 1, с которым приведены в тепловой контакт датчики температуры  $3_1$ - $3_{16}$ . Электрические сигналы передаются на аналоговый коммутатор 7 через усилители 8, управляемый микроконтроллерами  $6_1$  и  $6_2$ , выход которого подключен к аналого-цифровому преобразователю 9. Микроконтроллеры 6  
5 получают цифровой код, и после преобразования микроконтроллер  $6_1$  передает его компьютеру 5, где осуществляется обработка. Компьютер 5 следит за динамикой процесса нагрева тела и вычисляет коэффициенты теплопроводности и температуропроводности материала в зависимости от направления, а также записывает полученную информацию в  
10 текстовый файл.

Устройство, реализующее данный способ, состоит из трех основных элементов: измерительная ячейка 2, измерительно-управляющий блок 10, компьютер 5. Изобретение поясняется фиг.2, где приведена блок-схема устройства.

Измерительная ячейка 2 представляет собой два буфера, изготовленных из материала с  
15 известными характеристиками, между которыми помещается исследуемый образец 1. В нижнем буферном элементе расположен нагреватель 4, создающий тепловой импульс, и двенадцать датчиков температуры, в верхнем буферном элементе расположены четыре датчика температуры, позволяющие следить за изменениями температуры. Датчики температуры 3 позволяют получить пространственное распределение температуры в теле,  
20 а следовательно, и коэффициенты теплопроводности и температуропроводности в зависимости от направления. Структура ячейки 2 поясняется фиг.3, где приведен поперечный разрез ячейки (показан один датчик температуры  $3_1$ ).

Остальные датчики расположены аналогично в разных точках буферных элементов.

Измерительный блок выполнен на двух микроконтроллерах 6 PIC16F877, каждый из  
25 которых имеет в составе встроенный 10-разрядный 8-канальный АЦП. Микроконтроллеры 6 работают на частоте 20 МГц. Микроконтроллер  $6_1$  является ведущим. Он осуществляет ввод-вывод данных в компьютер 5, управляет работой другого микроконтроллера  $6_2$  и нагревателем 4. Программа микроконтроллеров 6 написана таким образом, что при измерениях соответствующие каналы АЦП работают одновременно, причем динамическая  
30 ошибка преобразования обрабатываемых сигналов менее  $0,3 \cdot 10^{-3}\%$ . Выбор каналов для получения цифрового кода осуществляет микроконтроллеры 6, время переключения каналов не превышает 12 мкс. Ввод-вывод информации в компьютер 5 осуществляется с помощью последовательного порта на скорости 28800 бод. Это позволяет получать до 870 отсчетов сигнала в секунду. Имеется возможность увеличить скорость до 115200 бод, без  
35 каких-либо изменений схемы, что позволит получить до 3490 отсчетов в секунду. Датчики температуры 3 - терморезисторы СТЗ-18 с постоянной времени 1 секунда. Они включены по трехпроводной мостовой схеме с питанием источником напряжения. Сигналы, снимаемые с диагонали мостов, усиливаются операционными усилителями 157УД2. Нагреватель 4 выполнен в виде медного стержня с намотанной на нем спиралью из  
40 нихрома. Напряжение питания нагревателя +250В.

Управление режимом работы измерительно-управляющего блока, контроль его функционирования, прием и обработка данных осуществляется с помощью программы, работающей на компьютере 5. Программа позволяет выдерживать определенный заранее  
45 план проведения эксперимента, т.е. включать/выключать нагреватель 4 на определенное время через заданные промежутки времени, изменять частоту дискретизации сигналов, выдерживать заданную паузу до проведения следующих измерений. Пауза необходима для установления теплового равновесия в ячейке. Кроме того, программа осуществляет запись полученных данных в файл для последующей обработки. После обработки данных вычисляют коэффициенты теплопроводности и температуропроводности исследуемого  
50 материала в зависимости от направления. Анизотропию материала исследуют за счет особого расположения датчиков температуры 3 в ячейке [Дударев Р.В., Старцев О.В., Шатохин А.С. Автоматизированная установка для измерения коэффициента теплопроводности анизотропных углепластиков//Экспериментальные методы в физике

структурно-неоднородных конденсированных сред ЭМФ, 2001. Т.1: //Под. ред. О.В.Старцева. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та 2001 г., 266 с. (с.256-260)]. Таким образом, описанный выше способ позволяет измерять коэффициенты теплопроводности и температуропроводности анизотропных и изотропных материалов в зависимости от направления.

#### Формула изобретения

1. Способ определения теплофизических характеристик анизотропных материалов, основанный на однократном импульсном тепловом воздействии на образец, измерении температуры в нескольких точках, отличающийся тем, что образец располагают между двумя буферными элементами, изготовленными из материала с известными теплофизическими характеристиками, при этом сигналы датчиков температуры, расположенных в буферных элементах, после теплового импульсного воздействия на образец оцифровывают и передают в компьютер, где на основании математической модели вычисляют тензоры теплопроводности и температуропроводности материала.

2. Устройство для определения теплофизических характеристик анизотропных материалов, имеющее нагреватель, температурные датчики, усилители, аналоговый коммутатор, аналого-цифровой преобразователь и контроллер, отличающееся тем, что после сигнала компьютера первый микроконтроллер включает нагреватель, нагреватель сообщает тепловой импульс образцу, с которым приведены в тепловой контакт расположенные в буферных элементах шестнадцать датчиков температуры, электрические сигналы которых передаются через усилители на аналоговый коммутатор, управляемый первым и вторым микроконтроллерами, выход аналогового коммутатора подключен к аналого-цифровому преобразователю, микроконтроллеры получают цифровой код и после преобразования первый микроконтроллер, который является ведущим и управляет работой второго микроконтроллера, передает его компьютеру, где осуществляется вычисление коэффициентов теплопроводности и температуропроводности в зависимости от направления.

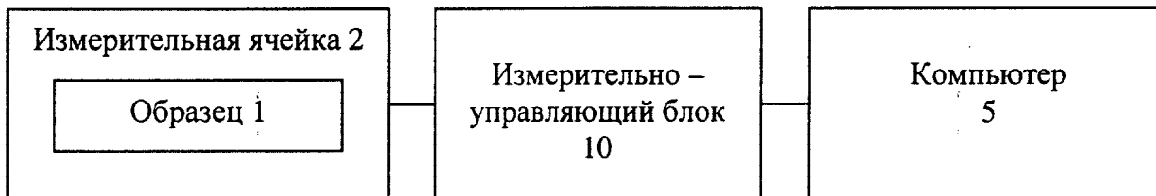
30

35

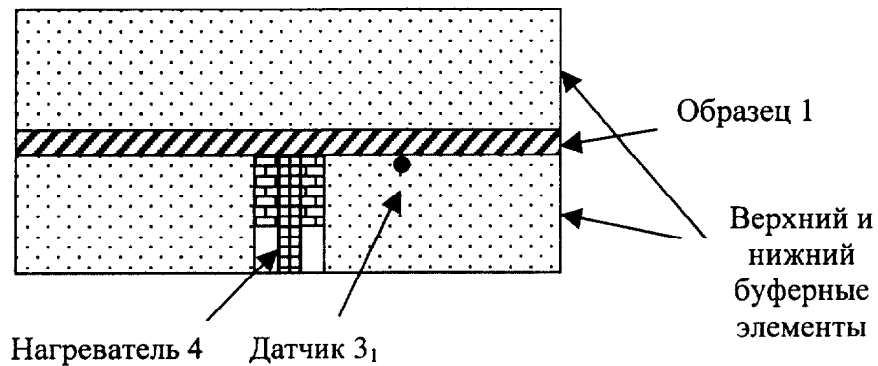
40

45

50



Фиг. 2



Фиг.3