



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 256 191 A1

4(51) G 01 N 25/18

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

· In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 N / 298 452 7

(22) 24.12.86

(44) 27.04.88

(71) Ingenieurhochschule Cottbus, Karl-Marx-Straße 17, Cottbus, 7500, DD

(72) Rogaß, Harald, Prof. Dr. sc. nat., Dreyer, Jürgen, Prof. Dr. sc. techn.; Poppei, Joachim, Dipl.-Phys., DD

(54) Verfahren zur Kurzzeitmessung thermophysikalischer Kennwerte

(55) Bestimmung thermophysikalischer Kennwerte, Kurzzeitmeßverfahren, Verzicht auf spezifische Thermostatierung bzw. Präparierung des Meßobjektes

(57) Mit der Erfindung wurde das Ziel verfolgt, ein Verfahren zur einfachen und schnellen Bestimmung thermophysikalischer Kennwerte vorzugsweise von Bauteilen und Baustoffen zu schaffen. Das Verfahren zur Kurzzeitmessung thermophysikalischer Kennwerte gründet sich auf die einseitige Einleitung eines Wärmestromes in das Objekt, auf die Registrierung der zeitabhängigen Charakteristik der Wärmestromdichte und ihre analytische Auswertung. Aus dem registrierten Verlauf der Wärmestromdichte lassen sich der Wärmedurchlaßwiderstand, der Wärmeübergangskoeffizient, die Wärme- und Temperaturleitfähigkeit sowie die spezifische Wärmekapazität bestimmen. Es ist für verschiedenartige Anfangs-Rand-Bedingungen einsetzbar und erfordert keine spezifische Thermostatierung bzw. Präparierung des Meßobjektes.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Kurzzeitmessung thermophysikalischer Kennwerte, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch einen Heizer (1) ein definiertes Temperatursignal auf die Oberfläche (2) des Meßobjektes (3) aufgeprägt, der durch das Temperatursignal fließende Wärmestrom am Meßpunkt (4) über einen Wärmestrommesser (5) simultan gemessen und aus dem registrierten Verlauf des Wärmestromes der Wärmedurchlaßwiderstand, der Wärmeübergangskoeffizient, die Wärmeleitfähigkeit, die Temperaturleitfähigkeit sowie die spezifische Wärmekapazität bestimmt werden können.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die thermophysikalischen Kennwerte aus der stationären Charakteristik der Wärmestromdichte ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Wärmestrom nur einseitig in das Objekt eingeleitet zu werden braucht.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die andere Objektoberfläche nicht zugänglich sein muß.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine spezifische Präparierung und Thermostatierung des Objektes nicht erforderlich ist und die Messung zerstörungsfrei erfolgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein thermoelektrisches Meßverfahren zur Bestimmung thermophysikalischer Kennwerte vorzugsweise von Bauteilen und Baustoffen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bekannt sind Meßverfahren, nach denen der Wärmedurchlaßwiderstand von Bauteilen bei Existenz oder künstlicher Erzeugung eines stationären thermischen Feldes ermittelt werden kann. Ihr wesentlicher Nachteil besteht darin, daß sie eine hohe Meßzeit erfordern.

Bekannt ist auch eine größere Anzahl stationärer und instationärer Verfahren zur Messung der thermischen Kennwerte von Baustoffen. Nachteilig ist bei ihnen, daß sie zumeist einen höheren Aufwand für die Präparierung und/oder Thermostatierung erfordern oder nur für bestimmte Stoffgruppen einsetzbar sind.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein zerstörungsfreies thermoelektrisches Verfahren zur Bestimmung thermophysikalischer Kennwerte von Bauteilen und Baustoffen, das sich durch eine Verringerung des Präparationsaufwandes der Meßprobe und/oder eine Verkürzung der bisher erforderlichen Meßzeit auszeichnet.

Wesen der Erfindung

Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß in das zu untersuchende Meßobjekt ein durch dessen thermophysikalische Eigenschaften bestimmter Wärmestrom eingeleitet und seine zeitliche Charakteristik ausgewertet wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß nur einer Oberfläche des Meßobjektes ein definiertes Temperatursignal aufgeprägt und der damit verbundene Wärmestrom auf dieser Oberfläche zeitabhängig ermittelt wird. Aus dem registrierten Verlauf des Wärmestromes lassen sich der Wärmedurchlaßwiderstand, die Wärme- und Temperaturleitfähigkeit und die spezifische Wärmekapazität des Meßobjektes analytisch bestimmen.

Für geeignete BIOT-Zahlen kann zusätzlich auch der Wärmeübergangskoeffizient ermittelt werden.

Das Verfahren kann bei verschiedenartigen thermischen Anfangs- und Randbedingungen eingesetzt werden. Durch diese technische Lösung entfällt die sonst oft erforderliche und zum Teil zeitaufwendige Probenhermostatierung und damit verbundene Präparierung. Günstig ist, daß das Verfahren zerstörungsfrei arbeitet und die andere Oberfläche nicht zugänglich zu sein braucht, da weitere Meßfühler nicht erforderlich sind. Dies ist besonders bei Messungen an Außenwänden von Vorteil. Wegen des instationären Charakters der Messungen sind bei Untersuchungen von Bauteilen gegenüber bisher bekannten Verfahren bedeutende Meßzeitverkürzungen möglich, wodurch wiederum der störende Einfluß von Klimaschwankungen während der Messung zurücktritt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die dazugehörige Figur 1 zeigt den Schnitt durch die schematisierte Meßanordnung. Ein Heizer 1 erzeugt auf der Oberfläche 2 des ebenen Meßobjektes 3 ein Temperatursignal, das an der Stelle 4 gemessen wird. Durch das Temperatursignal fließt ein Wärmestrom in das Meßobjekt, der mit dem Wärmestrommesser 5 simultan registriert wird. Die Dämmschicht 6 reduziert Störungen und Wärmeverluste des Heizers.

Bei sprungähnlichem Temperaturanstieg und natürlichen klimatischen Umgebungsbedingungen (Randbedingungen 3. Art) berechnet sich die Wärmeleitfähigkeit λ nach

$$\lambda = \dot{q}_{\infty} \cdot \frac{D}{\vartheta_0} \cdot \frac{\mu_1 - \tan \mu_1}{\mu_1} \quad \left(\text{in } \frac{\text{W}}{\text{mK}} \right), \quad (1)$$

$\dot{q}_{\infty}$: stationäre Wärmestromdichte

ϑ_0 : Sprungtemperatur

D: Dicke des Meßobjektes

μ_1 : Eigenwert

wobei die stationäre Wärmestromdichte $\dot{q}_{\infty}$ und der Eigenwert aus dem instationären Verlauf der Wärmestromdichte $\dot{q}(t)$ zu ermitteln sind. Aus dem gleichen Meßprozeß können weiterhin der Wärmeübergangskoeffizient α an der freien Oberfläche nach

$$\alpha = - \frac{\lambda}{D} \frac{\mu_1}{\tan \mu_1} \quad \left(\text{in } \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right), \quad (2)$$

die Temperaturleitfähigkeit a aus

$$a = \frac{D^2}{\mu_1^2 t_1} \ln \frac{\Delta \dot{q}_1}{\Delta \dot{q}_2} \quad \left(\text{in } \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right) \quad (3)$$

t_1 : Meßzeitpunkt

$\Delta \dot{q}_1$: Änderungen der Wärmestromdichte zu den zwei

$\Delta \dot{q}_2$: verschiedenen Meßzeitpunkten t_1 und $2t_1$

sowie die Wärmekapazität c_p gemäß

$$c_p = \frac{\lambda}{a} \quad \left(\text{in } \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3 \text{K}} \right) \quad (4)$$

ρ : Dichte

bestimmt werden.

Für hinreichend große BIOT-Zahlen ist die Auswertung der Wärmestromcharakteristik nach folgender Variante von Vorteil:

$$\lambda = \frac{D}{\vartheta_0} \frac{\dot{q}_1^2}{\dot{q}_1 + \dot{q}_2 - \sqrt{\dot{q}_2^2 - 2\dot{q}_1(\dot{q}_1 - \dot{q}_2)}} \quad (5)$$

$$a = \frac{D^2}{\pi^2 t_1} \ln \left\{ \frac{2\dot{q}_1}{\dot{q}_2 - \sqrt{\dot{q}_2^2 - 2\dot{q}_1(\dot{q}_1 - \dot{q}_2)}} \right\} \quad (6)$$

mit $\dot{q}_1 = \dot{q}(t_1)$

$\dot{q}_2 = \dot{q}(2t_1)$.

Zur Ermittlung der thermophysikalischen Stoffkennwerte nach (1)–(6) sind auf einer Oberfläche der zeitabhängige Verlauf der Wärmestromdichte $\dot{q}(t)$ sowie die Temperatur ϑ_z zu ermitteln. Da die Meßgrößen thermoelektrische Signale sind, ist ihre direkte Verarbeitung mit einem Mikrorechner unproblematisch. Für die Bestimmung des Wärmestromes und der Temperatur lassen sich kommerzielle Meßfühler verwenden.

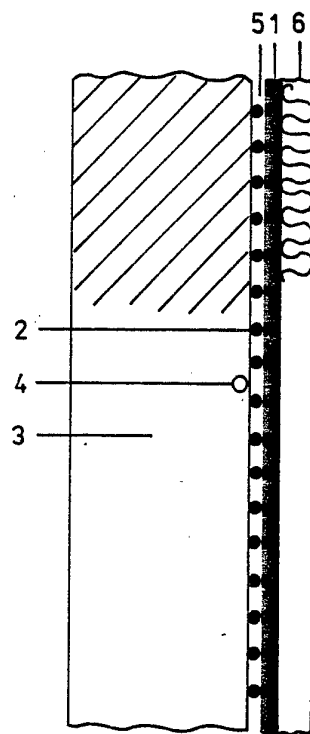


Fig.1

24 DEZ 1985-397708