



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 218 684 A5

4(51) G 01 N 25/18

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP G 01 N / 262 314 3	(22)	25.04.84	(44)	13.02.85
(31)	P-241663	(32)	27.04.83	(33)	PL

(71) siehe (73)

(72) Piórkowska-Palczewska, Ewa, Dipl.-Ing.; Gałęski, Andrzej, Dr.; Kryszewski, Marian, Prof. Dr., PL

(73) Polska Akademia Nauk Centrum Badan Molekularnych i Makromolekularnych, Łódź, PL

(54) Verfahren zur Bestimmung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten und der Wärmekapazität von Stoffen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

(57) Das Verfahren, das in der Messung des Wärmestromes, der durch die geprüfte Stoffprobe strömt, besteht, ist dadurch charakterisiert, daß man die Unterschiede zwischen den Temperaturen bestimmt, die die beiden Probenflächen aufweisen, die rechtwinklig zur Richtung der Strömung des Wärmestromes bei der angegebenen kontinuierlichen Temperaturänderung einer Probenfläche angeordnet sind, wobei diese Temperatur vorzugsweise linear veränderlich in der Zeit ist und man die Messung der gelieferten Wärme durchführt. Die Vorrichtung zur Messung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten, den die Wärmeabnehmer und der Heizkörper enthalten, der zwischen den zwei Proben angebracht ist, ist dadurch charakterisiert, daß sie einen Feinschichtkörper vorzugsweise mit der Dicke von weniger als 1 mm besitzt, der zwischen den Stoffproben, vorzugsweise mit der Dicke von nicht mehr als 10 mm, angeordnet ist. Diese Proben haben thermischen Kontakt mit den Wärmeabnehmern, die an der Schaltung der Temperaturangabe linear in der Zeit angeschaltet sind.

Berlin, den 3. 9. 84

63 895 17

Verfahren zur Bestimmung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten und der Wärmekapazität von Stoffen und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Anwendungsgebiet der Erfindung

Der Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Bestimmung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten und der Wärmekapazität von Stoffen sowie eine Vorrichtung zur Messung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten und der Wärmekapazität, die für die Bestimmung von thermischen Eigenschaften der Stoffe bestimmt ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Der Leitfähigkeitskoeffizient der Stoffe ist einer der wichtigsten ihrer Parameter sowohl aus praktischen Gründen als auch aus theoretischen. Der Wärmetransport steuert alle physikalischen, physikalisch-chemischen und chemischen Prozesse, während deren die Umwandlungs- oder Reaktionswärme abgefordert wird.

Die Gleichung bestimmt den Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten der Stoffe:

$$\frac{dQ}{dS} = - \lambda \text{ grad } T \quad (1)$$

wo Q der Wärmestrom ist, der in der Zeiteinheit durch die Fläche S strömt; T ist die Temperatur.

Die nachstehende Gleichung bestimmt die Raumveränderungen des Wärmestromes:

$$\operatorname{div} \frac{dQ}{dS} = -c \frac{\partial T}{\partial t} \quad (2)$$

wo c die Wärmekapazität des Stoffes unter den entsprechenden Bedingungen ist.

Die Gleichungen (1) und (2) bestimmen den Stoffzustand, d. h. die Temperaturverteilung und die Wärmeströme, die an der beliebigen Stoffstelle strömen. Eine Kombination von Gleichungen (1) und (2) bildet die Gleichung der Wärmeleitfähigkeit:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{c} \nabla^2 T \quad (3)$$

In dieser Gleichung sind die zwei Materialkonstanten c und λ vorhanden.

Der Gleichungsfall (1) nutzt den Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten des Stoffes λ , dessen Messprinzip bekannt ist, für den stationären Zustand, d. h. den von der Zeit unabhängigen, aus.

Es sind viele Lösungen von Einrichtungen zur Messung der Wärmeleitfähigkeit durch die stationäre Methode bekannt. Aus der USA-Patentbeschreibung Nr. 3 733 887 ist eine Einrichtung bekannt, die mit den Proben versehen ist, unter welchen ein Heizelement angebracht ist, das mit einer Temperaturstabilisierungsschaltung verbunden ist. Die Proben sind mit den entsprechenden Wärmeabnehmern verbunden.

In allen Fällen basieren die bekannten Konstruktionen auf dem Prinzip der Bestimmung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten durch Messung des Wärmestroms, der durch die Stoffprobe bei dem kontrollierten Temperaturunterschied strömt oder auf der Messung des Temperaturunterschiedes, der die Strömung des bekannten Wärmestromes bewirkt. Solche Messungen weisen viele Fehler auf. In den Proben ist in der Regel ein Transversalgradient der Temperatur vorhanden; die Wärmeverluste treten durch die Wärmeabfuhr außerhalb der Prüfschaltung, durch Wärmeströmung und Abstrahlungen auf.

Zwecks Vermeidung dieser Effekte verwendet man die Proben in Form von Folie, deren Stärke gering ist im Vergleich zu den Transversalabmessungen dieser Proben, Nachwärmringe, die die Transversalgradienten der Temperatur nivellieren und Vakuum zwecks Vermeidung von Wärmeströmung. Man verwendet auch symmetrische Prüfschaltungen: zwei Wärmeabnehmer, zwei Proben in Form von Folie oder Plättchen an den beiden Seiten des flachen Heizkörpers, der eine bestimmte Wärmemenge liefert.

Die Messung von Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten erfolgt im Temperaturintervall, das durch den Temperaturunterschied an den Stoffflächen bestimmt ist. Da der Temperaturunterschied normalerweise einige Grad beträgt, ist die Meßtemperatur nicht genau bestimmt.

Die Messung des Temperaturunterschiedes bei einem bestimmten Wärmestrom oder die Messung des Wärmestroms bei einem bestimmten Temperaturunterschied erfolgt nach dem Erreichen

der stationären Wärmeströmung, was in den bekannten Lösungen binnen Minuten oder Stunden erreicht wird. Es ist auch möglich, die Wärmeleitfähigkeit des Stoffes durch die Messung der sogenannten konstanten Thermodiffusion zu bestimmen. Die Messung besteht in der Bestimmung der Zeit des Durchlaufs des Wärmeimpulses durch eine bestimmte Stoffschicht. Hier ist die Methode "Heizdraht"/Sandber, Anderson, Bäckerström; J. Physica E.: Sci. Instr. 10, 474 (1977) und die "Blitzmethode" / Chen, Poon, Chey, Polymer 18, 129 (1977), Chang, Bestul; J. Chem. Phys. 55 503 (1972) und Parker, Jenkins, Butler, Abbott, J. Appl. Phys. 32 1679 (1961) / bekannt.

In allen Fällen ist der erhaltene Wert des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten, λ , der bestimmten Temperatur beigemessen, in deren Nähe die Messung durchgeführt wurde.

Das quasi-stationäre Verfahren der Messung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten der Stoffe /Eiermann, Hollwega, Knappe, Kolloid Z. 174 134 (1961) / ist auch bekannt, das in der Messung der Summe des Temperaturunterschiedes zwischen den Flächen der zwei Flachproben besteht, der durch die Wärmeleitung in die kältere Platte, die sich zwischen diesen Proben befindet, entsteht. Falls man das Linieren von Temperaturgradienten innerhalb der Proben in Betracht zieht, wird die folgende Formel die Wärmeleitfähigkeit von Proben in der Nähe der Mitteltemperatur von Proben beschrieben:

$$\lambda = m \cdot c_1 \cdot \frac{l}{s} \cdot \frac{\frac{dT}{dt}}{\Delta T_1 + \Delta T_2} \quad (4)$$

wo m die Plattenmasse zwischen den Proben, c_1 die spezifische Wärme, l die Probendicke, ΔT_1 und ΔT_2 die Temperaturunterschiede an den Probenflächen und $\frac{dT}{dt}$ die Geschwindigkeit der Temperaturänderung ist.

In dieser Lösung wird der Transversalgradient der Temperatur durch Anwendung von Nachwärmeringen nivelliert, Wärmeströmung und Wärmeleitung außerhalb von Prüfschaltung werden durch die Anwendung von Vakuum und von zwei Proben an den beiden Seiten der Platte, die die Wärme abnimmt, vermieden. Der Nachteil dieser Methode ist die Annahme von Linearität und Gradientkonstanz der Temperatur innerhalb von Proben, was im Fall der kontinuierlichen Temperaturänderung der Platte, die die Wärme abnimmt und der Proben, nicht richtig ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Ungenauigkeiten der bekannten Meßverfahren und -vorrichtungen zu überwinden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Messen des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten und der Wärmekapazität zu schaffen, die mit möglichst geringem Aufwand ein genaues Meßergebnis ermöglichen.

Das Verfahren nach der Erfindung besteht darin, daß man momentane Unterschiede zwischen der Temperatur beider Proben-

flächen bestimmt, die perpendicular zur Richtung der Strömung des Wärmestromes bei der angegebenen kontinuierlichen Temperaturänderung einer Probenfläche sind, die vorzugsweise linear in der Zeit verändert ist und man die Messung der gelieferten Wärme durchführt. Man bestimmt den Wert des Wärmeleitkoeffizienten auf Grund der Abhängigkeit:

$$\lambda = \frac{2Q - b l c / l}{2 \Delta T} \quad (5)$$

wo λ - Wärmeleitfähigkeitskoeffizient der Stoffe, Q - Wärmestrom, der durch die Probe in der Zeiteinheit strömt, ΔT - Temperaturunterschied zwischen den Probenflächen, c - Stoffwärmekapazität, l - Probendicke, b - Geschwindigkeit der Temperaturänderung einer Probenfläche sind.

Auf Grund der Abhängigkeit (5) bestimmt sich auch die Stoffwärmekapazität, c .

Die Messung kann bei verschiedenen Geschwindigkeiten von Temperaturänderungen durchgeführt werden.

Die Angabe der kontinuierlichen Temperaturänderung einer Probenfläche erfolgt durch den thermischen Kontakt mit dem strömenden Gas- oder Flüssigkeitsstrom mit der angegebenen kontinuierlichen Temperaturänderung.

Man verwendet die Angaben der kontinuierlichen Änderung einer Probenfläche mittels eines Körpers, der die Wärme gut leitet oder direkt an der Probenfläche.

Gemäß der Erfindung ist die Einrichtung zur Messung des

Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten mit einem Feinschichtheizkörper vorzugsweise in einer Dicke von weniger als 1 mm versehen, der zwischen beiden geprüften Proben angebracht ist.

Der Heizkörper ist mit Feinschichttemperaturfühlern versehen. Die Proben, vorzugsweise mit der Dicke von nicht mehr als 10 mm, besitzen einen thermischen Kontakt mit dem Heizkörper und mit den Wärmeabnehmern, die an der Schaltung der Angabe linear in der Zeit der Temperatur angeschaltet sind. Eine Probe kann eine Musterprobe bilden, die stetig an den Heizkörper angeschaltet ist.

Die Proben sind an den Wärmeabnehmern und dem Heizkörper mittels Suspension von Metallflocken verbunden, die einen thermischen Kontakt bildet.

Der Gasstrom, der strömt, kann der Wärmeabnehmer sein. Die Lösung nach der Erfindung sichert die Messung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten des Stoffes oder seinen Kehrwert in der Temperaturfunktion und auch der Wärmekapazität in kontinuierlicher Weise. Die Messung besteht in der Bestimmung eines momentanen Temperaturunterschiedes zwischen den Probenflächen und des Wärmestromes, der in der Prüfschaltung durch die Proben strömt. Die Temperatur von Wärmeabnehmern wird auf die angegebene Weise reguliert, vorzugsweise als Variable linear. Der Transversalgradient der Temperatur wird durch die Anwendung von Proben mit einer entsprechend großen Fläche im Verhältnis zu ihrer Dicke und der Anwendung eines Nachwärmeringes vermieden. Die Wärmeströmung und die Wärmeableitung außerhalb der Schaltung wird durch Gebrauch von

zwei Proben an den beiden Seiten des Heizelementes eliminiert.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand des Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: das Schema;

Fig. 2: das Funktionsdiagramm für die typischen Polymerwerte.

Das Verfahren der kontinuierlichen Messung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten und der Wärmekapazität basiert auf der kontinuierlichen Messung des Temperaturunterschiedes zwischen den Probenflächen. Die Messung wird in einem Symmetrierglied durchgeführt, wo zwischen Kupferblöcken zwei gleiche, flache Stoffproben angebracht werden, die durch ein Meßheizelement getrennt sind. Die Temperatur von Kupferblöcken ist in der Zeit linear veränderlich. Die Temperatur in der Probe bildet die Funktion von Zeit- und Raumvariablen $T = T(x,t)$ und ist eine Differentialgleichung:

$$\nabla^2 T - \frac{c}{\lambda} \frac{\partial T}{\partial t} = - \frac{A}{\lambda} \quad (6)$$

darin sind:

- λ - Wärmeleitfähigkeitskoeffizient des Stoffes,
- c - Wärmekapazität des Stoffes.

Die Funktion $A = A(x)$ beschreibt die Absonderung von Wärme durch Tauchsieder in dem Meßheizelement und beträgt:

$$A = \frac{P}{2s} \int / x - 1 / \quad (7)$$

wo \int die Funktion von delta Dirac bestimmt, wo P die Tauchsiederleistung, s - die Tauchsiederfläche ist.

Die Gleichung (6), im Fall wenn die Anfangstemperatur $T_0 = 0^\circ$ beträgt, besitzt die folgenden Anfangs- und Randbedingungen:

$$\begin{aligned} T/x,0/ &= ax & \text{für } 0 \leq x \leq l \\ T/x,0/ &= a/2l - x/ & \text{für } l \leq x \leq 2l \\ T/0,t/ &= bt \\ T/2l,t/ &= bt \\ T/0,0/ &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

wo $a = \frac{P}{2\lambda s}$, b - die Geschwindigkeit der Temperaturveränderung ist.

Die Gleichung (6) kann durch Trennung von Variablen gelöst sein:

$$T/x,t/ = U/x,t/ + w/x,t/$$

Die Funktion U bildet die Differentialgleichung der Form:

$$\nabla^2 u - \frac{c}{\lambda} \frac{\partial u}{\partial t} = - \frac{1}{\lambda} A \quad (9)$$

mit den Randbedingungen:

$$\begin{aligned} u/x,0/ &= ax & \text{für } 0 \leq x \leq l \\ u/x,0/ &= a/2 - x/ & \text{für } l \leq x \leq 2l \\ u/0,t/ &= 0 \\ u/2l,t/ &= 0. \end{aligned}$$

Die Funktion u kann mit Hilfe der Funktionssumme dargestellt sein:

$$u(x,t) = u_1(x) + u_2(x,t) \quad (10)$$

Die Funktion $u_1(x)$ bildet die Gleichung:

$$\nabla^2 u_1 = -\frac{1}{\lambda} A \quad (11)$$

und die Randbedingungen:

$$u_1(0) = 0$$

$$u_1(2l) = 0.$$

Die Lösung der Gleichung (11) ergibt die Form:

$$\begin{aligned} u_1 &= ax & \text{für } 0 \leq x \leq l \\ u_1 &= a/2l - x/2 & \text{für } l \leq x \leq 2l \end{aligned}$$

Die Funktion $u_2(x,t)$ erfüllt die Gleichung:

$$\nabla^2 u_2 - \frac{c}{\lambda} \frac{\partial u_2}{\partial t} = 0 \quad (12)$$

und die Bedingungen:

$$u_2(0,t) = 0$$

$$u_2(2l,t) = 0$$

und ist die Identitätsfunktion, die der Null, $u_2 = 0$, gleich ist.

Die Funktion $w(x,t)$ ist eine Gleichungslösung:

$$\nabla^2 \omega - \frac{c}{\lambda} \frac{\partial \omega}{\partial t} = 0 \quad (13)$$

$$\omega / x, 0 / = 0$$

$$\omega / 0, t / = bt$$

$$\omega / 2l, t / = bt$$

Die Gleichungslösung (13) ergibt die Form:

$$\omega = tb - \frac{16l^2 bc}{\pi^3 \lambda} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{/2n-1/^3} \sin\left(\frac{/2n-1/\tilde{\pi} x}{2}\right) \left[1 - \exp\left(\frac{\lambda /2n-1/2}{4l^2 c}\right) \right] \tilde{\pi}^2 t \quad (14)$$

Die Funktion $T/x, t/$, die die Superposition der Funktionen u_1, u_2 und ist, ist gleich:

$$T/x, t/ = ax + tb - bF/x, t/ \quad \text{für } 0 \leq x \leq l \quad (15)$$

$$T/x, t/ = a/2l - x/ + tb - bF/x, t \quad \text{für } l \leq x \leq 2l$$

wo

$$F/x, t/ = \frac{16l^2 c}{\lambda \tilde{\pi}^3} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{/2n-1/3} \sin\left(\frac{/2n-1/\tilde{\pi} x}{2l}\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{\lambda /2n-1/2 \tilde{\pi}^2 t^2}{4l^2 c}\right) \right]$$

ist.

Der Ausdruck $(tb+ax)$ beschreibt den Lineargradienten der Temperatur in der Probe bei der gleichmäßig wachsenden Tem-

peratur. Die Funktion $F(x,t)$ stellt die Verzögerung im Verhältnis zu dem gleichmäßigen Temperaturanstieg dar, die in der Probe manifestiert wird, da diese Probe eine Wärmekapazität besitzt.

Die Funktion $F(x,t)$ hat die folgenden Eigenschaften:

$$F/x, \infty = \frac{16l^2 c}{\lambda \pi^3} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{/2n-/'^3} \left(\sin \frac{/2n-1/}{2} \pi x \right) \quad (16a)$$

$$F/0, \infty / = F/2l, \infty / = 0 \quad (16b)$$

$$F/l, \infty / = \frac{l^2 c}{2 \lambda} \quad (16c)$$

Das Diagramm (Fig. 2) stellt die Funktion $F(x,t)$ us der Koordinate x für einige Werte der Zeit t für die typischen Polymerwerte

$$k = 0,2 \frac{W}{m \text{ deg}}, c = 2J/cm, \text{ deg und die Probendicke}$$

$$l = 0,5 \text{ mm dar.}$$

Man sieht, daß nach einigen Sekunden die Zeitverzögerung vom Temperaturanstieg in der Probe festgesetzt wird und als unveränderlich angenommen werden kann. Sie führt eine Verbesserung in die Berechnung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten ein, die von der Wärmekapazität des Stoffes abhängig ist. Für die Geschwindigkeiten von Temperaturveränderungen, die niedriger als $4 \text{ }^\circ\text{C/min.}$ sind, ist sie niedriger als 10 %. Der Wärmeleitfähigkeitskoeffizient des Stoff-

fes in Form von zwei Proben mit der Dicke l , durch welche die Wärme P in der Zeiteinheit strömt, ist mit der Formel:

$$\lambda = \frac{12Q - l bc/l}{2 \Delta T} \quad (17)$$

beschrieben, wo $Q = \frac{P}{2S}$ der Wärmestrom ist, der durch eine Probe in der Zeiteinheit ΔT strömt und ΔT den Temperaturunterschied zwischen beiden Probenflächen bestimmt.

Die Abhängigkeit (17) dient auch zur Bestimmung der Wärmekapazität des Stoffes.

Die Anwendung dieser Methode in der Praktik erfordert den Einsatz eines speziellen Heizelementes 1. Seine Dicke soll im Vergleich zu der Dicke der Proben 2; 5 unbedeutend sein. Je dünner das Heizelement 1 ist, desto dünner können die gemessenen Proben 2; 5 sein. Das ist von besonderer Bedeutung, falls man nicht große Proben erhalten. Für die experimentalen und technischen Zwecke ist auch die Prüfung der Wärmeleitfähigkeit von kleinen Proben 2; 5 wesentlich, die sich durch eine Anisotropie von Eigenschaften charakterisieren, die zum Beispiel durch Deformation erreicht ist.

Ein technisches Problem von großer Bedeutung ist die Sicherung der genügenden thermischen Kontakte zwischen den Proben 2; 5 mit dem Heizelement 1 und den Wärmeabnehmern 3; 6. Das ist besonders wichtig im Fall von dünnen Proben 2; 5. Man hat oft versucht, den thermischen Kontakt durch Einsatz von flüssigen Substanzen zwischen den Proben und Elementen der Prüfschaltung zu verbessern, zum Beispiel von Ölen, Fetten und so weiter. Bei Tieftemperaturen, die zur Folge eine Erstarrung haben, verschlechtert sich der thermische

Kontakt der Proben.

Eiermann, Hellwege und Knappe/Kolloid H. 174, 134 (1961) schlugen vor, Gashelium in Tieftemperaturen zu verwenden, um die thermischen Kontakte verbessern zu können.

In der Lösung nach der Erfindung ist eine Suspension 4 von Pulvern oder Metallflocken in Ölen und Schmierstoffen verwandt worden. Die Einführung der Suspension 4 von Pulvern oder Flocken sichert einen thermischen Kontakt an vielen Probestellen durch Metall und Matrize der Suspension in den Temperaturen, in welchen die Matrize eine Flüssigkeit ist, sowie durch Pulver oder Metallflocken nach Matrizeerstarrung.

Die lineare Veränderung der Temperatur wird in dem System mit der Luftströmung erreicht mittels einer Heizschaltung, die an dem programmierten Temperaturregler angeschaltet ist. Die Lufttemperatur -196°C wird von Dämpfen flüssiger Luft erreicht. In diesem System ist es möglich, die programmierten linear steigenden oder sinkenden Temperaturen von der Temperatur, die nahe dem flüssigen Stickstoff bis $+170^{\circ}\text{C}$ ist, leicht zu gewinnen.

In dieser Schaltung werden zwei Stoffproben 2; 5 angeordnet, die in thermischem Kontakt mit den Wärmeabnehmern 3; 6 in Form von Kupfer- oder Silberblöcken mit Abmessungen von $25 \times 35 \times 5$ mm sind. In den Blöcken wurden die Platin- und Aluminiumwiderstandsthermometer angeordnet, die zur Temperaturmessung an den Probeflächen 2; 5 und als Fühler zur Temperaturregelung der strömenden Luft dienen.

Das Heizelement 1, das durch die Feinschichttechnik ausgeführt ist, enthält Aluminiumwiderstandsthermometer, die als Fühler zum Ausgleich des Transversalgradienten der Temperatur und der Temperaturmessung an der Probenfläche 2; 5 An-

wendung finden. Diese Elemente insgesamt mit den Polyesterzwischenlagen besitzen eine Dicke weniger als 200 μm . Der Tauchsieder nimmt die Fläche eines Ringes mit dem Durchmesser von 12 mm ein, der Nachwärmering, der konzentrisch angeordnet ist, ist auf der Ringfläche mit Durchmessern von 12,5 - 16 mm vorgesehen. Die Signale von den Brückenschaltungen, die die Temperaturunterschiede zwischen beiden Flächen der Proben 2; 5 und die Temperatur messen, können dem Datenverarbeitungssystem oder dem Registriergerät X-Y geliefert werden. Die kleine Dicke des Heizelementes 1 und sein kleiner Durchmesser ermöglichen die Messungen der Wärmeleitfähigkeit der dünnen Proben 2; 5 in Form von Rollen, Folien und Streifen. In solchen Schaltungen wird eine große Messungsgenauigkeit erreicht, wobei die Temperaturunterschiede an den beiden Probenflächen sehr klein sind und 1 $^{\circ}\text{C}$ aufweisen. Man gewinnt gute thermische Kontakte durch Anwendung von Suspension 4 der Silber- oder Aluminiumflocken in dem Silikonfett.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Bestimmung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten und der Wärmekapazität von Stoffen, das in der Messung des durch die Stoffprobe strömenden Wärmestroms und in der Messung von Temperaturunterschieden besteht, gekennzeichnet dadurch, daß man die momentanen Unterschiede zwischen den Temperaturen beider Probeflächen, die zur Richtung der Strömung des Wärmestromes rechtwinklig angeordnet sind, bei der angegebenen kontinuierlichen Temperaturänderung einer Probefläche, die vorzugsweise linear in der Zeit veränderlich ist, bestimmt und die Messung der gelieferten Wärme durchführt, wobei der Wert des Wärmeleitkoeffizienten und der Wärmekapazität des Stoffes auf Grund der Abhängigkeit:

$$\lambda = \frac{1/2 Q - b l c / l}{2 \Delta T}$$

bestimmt ist, wo λ - der Wärmeleitfähigkeitskoeffizient, Q - der Wärmestrom, der durch die Probe in der Zeiteinheit strömt, ΔT - der Unterschied der Temperaturen zwischen den Probeflächen, c - die Wärmekapazität, l - die Probendicke, b - die Geschwindigkeit der Temperaturänderung einer Probenfläche ist.

2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß man die Messungen mit den verschiedenen angegebenen Geschwindigkeiten von Temperaturänderungen einer Probenfläche durchführt.

3. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Angabe der kontinuierlichen Temperaturänderung einer Probenfläche durch den thermischen Kontakt mit dem strömenden Gas- oder Flüssigkeitsstrom mit der angegebenen kontinuierlichen Temperaturänderung erfolgt.
4. Verfahren nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Angabe der kontinuierlichen Temperaturänderung einer Probenfläche mittels eines Körpers, der gut die Wärme leitet, erfolgt.
5. Vorrichtung zur Messung des Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten und der Wärmekapazität von Stoffproben, die die Wärmeabnehmer und den Heizkörper enthält, der zwischen den beiden Proben des gemessenen Stoffes angebracht ist, gekennzeichnet dadurch, daß sie den Feinschichtheizkörper (1) vorzugsweise mit einer Dicke von weniger als 1 mm besitzt, der mit den Feinschichtfühlern für die Temperaturen versehen ist und daß dieser Heizkörper (1) zwischen der Stoffprobe (2) und der Stoffprobe (5) vorzugsweise mit einer Dicke nicht größer als 10 mm angebracht ist, wobei sich diese Proben (2; 5) in thermischem Kontakt mit den Wärmeabnehmern befinden (3; 6), die an der Schaltung der Angabe linear während der Temperatur angeschaltet sind.
6. Vorrichtung nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß eine der Proben (2; 5) die Musterprobe bildet, die stetig an den Heizkörper (1) angeschaltet ist.

7. Vorrichtung nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Proben (2; 5) an den Wärmeabnehmern (3; 6) und dem Heizkörper (1) mittels einer Suspension von Metallflocken (4), die den thermischen Kontakt bilden, angeschaltet sind.

8. Vorrichtung nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß der strömende Gas- oder Flüssigkeitsstrom den Wärmeabnehmer (3; 6) bildet.

- Hierzu 2 Seiten Zeichnungen -

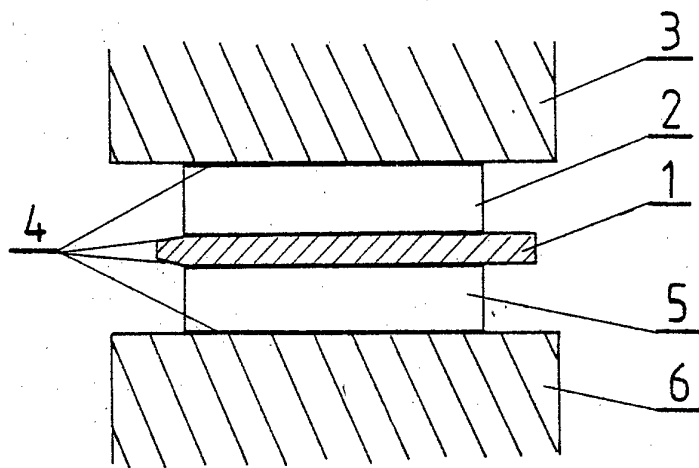


FIG. 1

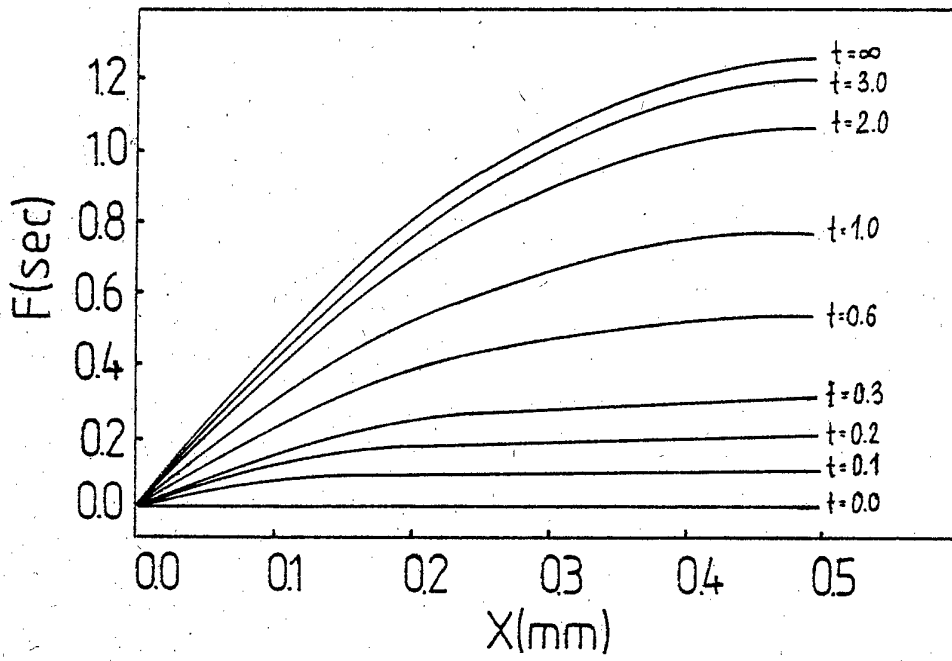


FIG. 2