



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

197 928

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 19 06 78
(21) PV 4033-78

(51) Int. Cl.³ G 01 K 7/00
H 01 V 1/00

(40) Zveřejněno 31 08 79
(45) Vydáno 01 6 82

(75)
Autor vynálezu

HANYKÝŘ VLADIMÍR ing. CSc., ŘEVNICE
TEXL PETR ing., UZENICE

(54) Způsob a zařízení na měření teplotní vodivosti keramických hmot

1

Vynález se týká způsobu a zařízení na měření teplotní vodivosti keramických hmot v závislosti na teplotě.

Dosud známé způsoby a zařízení používají vyhřívanou rtuťovou lázeň, na kterou se pokládá válcový vzorek. Měrná teplotní vodivost vzorku se určuje z doby, za kterou došlo k roztavení krystalu o známé teplotě tání, umístěného na povrchu zkoušeného vzorku. Tento způsob umožňuje stanovit měrnou teplotní vodivost materiálu v rozsahu 20 až 100 °C podle empirické rovnice.

$$a = c \frac{1,7}{\tau},$$

kde a je teplotní vodivost (m^2s^{-1}),

c konstanta zařízení,

l tloušťka vzorku (m) a

τ čas od přiložení vzorku do roztavení krystalu (s).

Později byla použitelnost tohoto způsobu rozšířena až do teploty 400 °C tím, že místo rtuťové lázně se použilo lázně ze slitiny olova a zinku a příslušné indikační látky.

197 928

Tyto způsoby a zařízení neumožňují měřit teplotní vodivost při vyšších teplotách. Další nevýhodou je nutnost kalibrace zařízení materiálem o známé teplotní vodivosti.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob měření teplotní vodivosti keramických hmot a výrobků (předmětů) pro jednotlivé teplotní intervaly podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že vzorek se vyhřívá v peci se dvěma samostatně vyhřívávanými komorami oddělenými pohyblivou clonou, přičemž do spodní komory se umístí kelímek s lázní z kovových slitin, například vizmutu, olova a cínu, nebo zinku a hliníku, která má o 50 až 100 °C vyšší teplotu než je teplota v horní komoře, do níž se umístí vzorek, do kterého se vloží termočlánek, po ustavení teplot se otevře clona a vzorek se položí na hladinu lázně, přičemž se měří časový průběh teploty ve vzorku a po dosažení rovnovážné teploty se vzorek přesune do horní komory, clona se uzavře a ze získaných teplotních závislostí na čase se stanoví teplotní vodivost.

Podstata zařízení k provádění způsobu spočívá v tom, že v peci se dvěma topnými samostatně vyhřívávanými komorami je v dolní topné komoře umístěn kelímek s lázní, v níž je ponořen první termočlánek, a v horní topné komoře je umístěn druhý termočlánek a vzorek, v němž je vložen měřicí termočlánek, přičemž obě topné komory jsou odděleny clonou ovládanou tyčí.

Podle dalšího významu vynálezu je vzorek zavěšen na trubce, přičemž svar měřicího termočlánu je umístěn ve spodní polovině výšky vzorku.

Účinek vynálezu spočívá v tom, že umožňuje měřit teplotní vodivost keramických hmot a výrobků až do teploty 1300 °C. Indikační látka, jejíž použitelnost do takto vysokých teplot nepřípadá v úvahu, je nahrazena přesnějším měřením průběhu teploty ve vzorku termočlánkem. Toto řešení umožňuje i přesné matematické vyhodnocení výsledků měření. Zařízení také umožňuje měřit teplotní vodivost při okamžité teplotě výpalu keramické hmoty. Je také možné měřit teplotní závislost teplotní vodivosti během výpalu na jednom vzorku.

Vynález je blíže objasněn na příkladu provedení vynálezu a podle připojených výkresů, kde značí

obr. 1 provedení zařízení na měření teplotní vodivosti v náryse,

obr. 2 časový průběh teploty v měřeném vzorku a

obr. 3 určení poločasu postupu tepla vzorkem.

Příklad

Jde o stanovení teplotní vodivosti porcelánové hmoty obohacené Al_2O_3 v závislosti na teplotě výpalu v intervalu 170 až 933 °C.

K měření teplotní vodivosti byla použita válcová tělíska o průměru 30 mm a délce 30 mm. Měřicí termočlánek byl zabudován ve vzdálenosti asi 10 mm od exponované základny.

Jako lázeň byly použity postupně tři slitiny o složení uvedeném v tabulce I, a to pro uvedené intervaly teplot.

Tabulka I

Vlastnosti kovových slitin

Složení slitiny (hmot. %)	Teplota tání slitiny t_t (°C)	Interval použití t (°C)
50 Bi - 30 Pb - 20 Sn	58	60 až 450
95 Zn - 5 Al	382	400 až 850
85 Cu - 15 Sn	798	800 až 1300

Při stanovení byla změřena vzdálenost termočlánku od exponované základny a dále digitálním voltmetrem byl sledován teplotní interval a časový průběh teploty.

Celý výpočet teplotní závislosti byl proveden na počítači, kde program umožnil vypočítat poločas prostupu tepla lineární regresí a potom i teplotní vodivost v jednotlivých teplotních intervalech. Tak byly získány hodnoty teplotního intervalu, střední teplota intervalu a teplotní vodivost pro daný teplotní interval.

Pro uvedený příklad měření byly získány následující hodnoty, uvedené v tabulce II.

Tabulka II

Závislost teplotní vodivosti porcelánové hmoty na teplotě výpalu

Teplotní interval (°C)	Střední teplota (°C)	Teplotní vodivost $\alpha \cdot 10^6$ ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$)
170 až 270	220,0	7,06
280 až 460	370,0	5,67
460 až 657	558,5	0,87
650 až 790	720,0	2,38
780 až 933	856,5	3,55

Jak patrně z obr. 1, zařízení na měření teplotní vodivosti se skládá z pece 11, izolované minerální vatou 2, přičemž pec 11 je rozdělena přepážkou na dvě topné komory 13, 14 samostatně vytápěné spirálou 7 z odporového drátu. V horní topné komoře 14 je umístěn vzorek 12 a v dolní topné komoře 13 je umístěn kelímek 10 s kovovou lázní. Teplota v horní topné komoře 14 je měřena druhým termočlánkem 1, teplota kovové lázně prvním termočlánkem 2. Víkem 6 pece 11 prochází keramická tyč 5, která slouží k manipulaci s clonou 8, oddělující obě topné komory 13, 14 pece 11. Válcový vzorek 12 je výkyvně zavěšen na trub-

197 928

ce 4, v níž je umístěn měřicí termočlánek 3.

Postup při měření teplotní vodivosti spočívá ve vyhřátí obou topných komor 13, 14 pece 11 na zvolenou teplotu při uzavřené cloně 8 mezi topnými komorami 13, 14. Teplota lázně je o 50 až 100 °C vyšší než je teplota horní topné komory 14 se vzorkem 12. V čase $\tau = 0$ se otevře clona 8 a vzorek 12 se položí na hladinu kovové lázně. Měří se časový průběh teploty ve vzorku 12, což je patrné z obr. 2, kde t_r značí rovnovážnou teplotu, $\tau_{0,5}$ poločas prostupu tepla ve vzorku 12. K přesnému měření teploty se s výhodou použije digitální voltmetr. Po dosažení rovnovážné teploty, nebo přiblížení k ní, se teplotní expozice přeruší a clona 8 se uzavře. Obě komory 13, 14 se vyhřejí na vyšší teplotu a postup se opakuje.

Způsob vyhodnocení spočívá v tom, že teplotní vodivost pro jednotlivé teplotní intervaly se vypočte z Fourierovy rovnice

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2},$$

kde t je teplota (°C),

τ je čas (s),

a je teplotní vodivost ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) a

x je vzdálenost teplotní vlny (m).

Pro prostup tepla vzorkem 12, kdy teplo vchází pouze základnou, lze použít pro výpočet teplotní vodivosti vzorec

$$a = \frac{1,96 \cdot L^2}{\pi^2 \cdot \tau_{0,5}},$$

kde L je vzdálenost měřicího termočlánu 3 od exponované základny (m) a

$\tau_{0,5}$ je poločas prostupu tepla (s).

Poločas prostupu tepla $\tau_{0,5}$ je možno přesněji určit z rovnice přímky vyjádřené vztahem

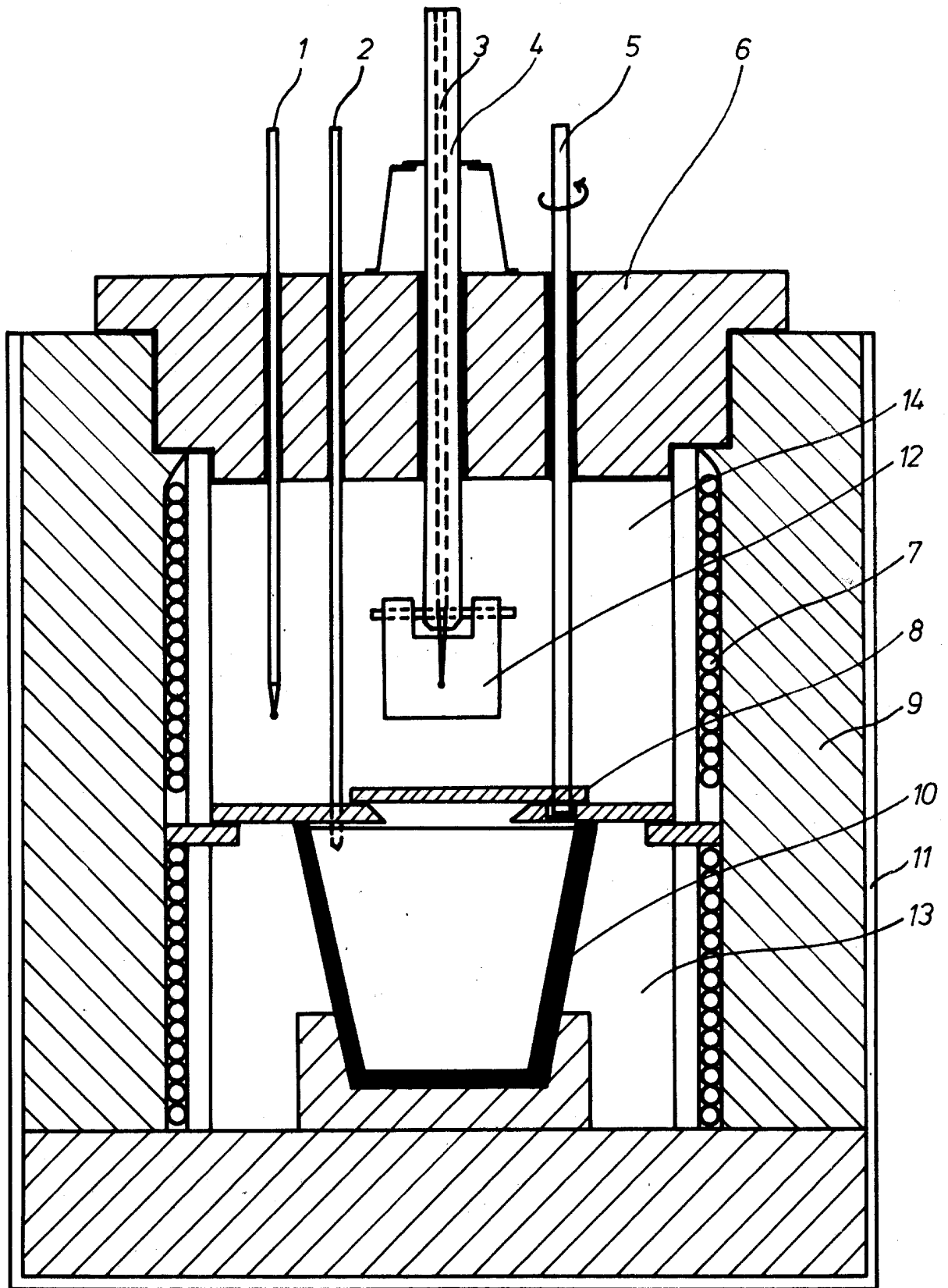
$$\frac{\tau}{t} = \frac{\tau_{0,5}}{t_r} + \frac{1}{t_r} \cdot \tau,$$

jak je patrné z obr. 3.

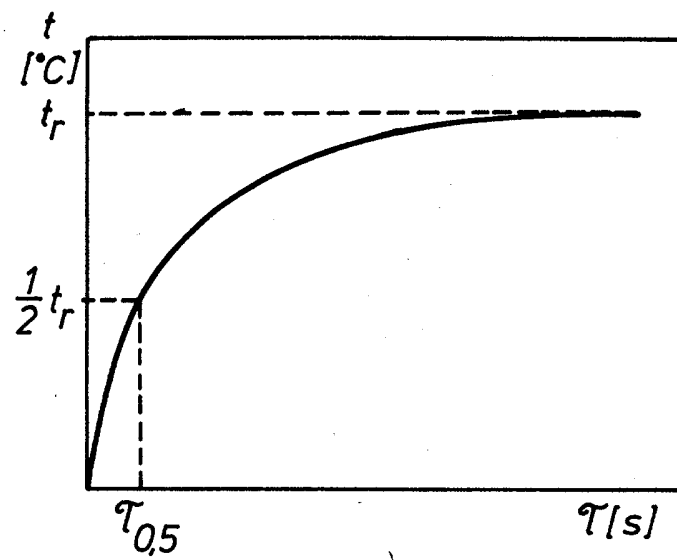
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob měření teplotní vodivosti keramických hmot a výrobků pro jednotlivé teplotní intervaly, vyznačený tím, že vzorek se vyhřívá v peci se dvěma samostatně vyhřívávanými komorami oddělenými pohyblivou clonou, přičemž se do spodní komory umístí kelímek s lázní z kovových slitin, například vizmutu, olova a cínu nebo zinku a hliníku, která má o 50 až 100 °C vyšší teplotu než je teplota v horní komoře, do níž se umístí vzorek, do kterého se vloží termočlánek, po ustavení teplot se otevře clona a vzorek se položí na hladinu lázně, změří se časový průběh teploty ve vzorku a po dosažení rovnovážné teploty se vzorek přesune do horní komory a clona se uzavře a ze získaných teplotních závislostí na čase se stanoví teplotní vodivost.
2. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že v peci se dvěma topnými samostatně vyhřívávanými komorami (13, 14) je v dolní topné komoře (13) umístěn kelímek (10) s lázní, v níž je ponořen první termočlánek (2), a v horní topné komoře (14) je umístěn druhý termočlánek (1) a vzorek (12), v němž je vložen měřicí termočlánek (3), přičemž obě topné komory (13, 14) jsou odděleny clonou (8) ovládanou tyčí (5).
3. Zařízení podle bodu 2, vyznačené tím, že vzorek (12) je zavěšen na trubce (4), přičemž svar měřicího termočlánu (3) je umístěn ve spodní polovině výšky vzorku (12).

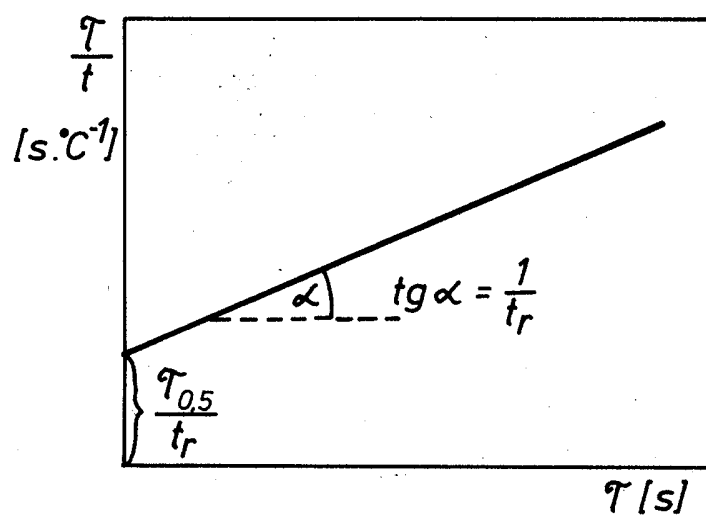
3 výkresy



Обр. 1



Obr. 2



Obr. 3