ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

259831
(11) (B1)

(51) Int. Cl.[4]
G 01 K 17/08
G 01 K 17/20

(22) Přihlášeno 13 10 86
(21) (PV 7368-86.F)

(40) Zveřejněno 15 03 88

(45) Vydáno 15 03 89

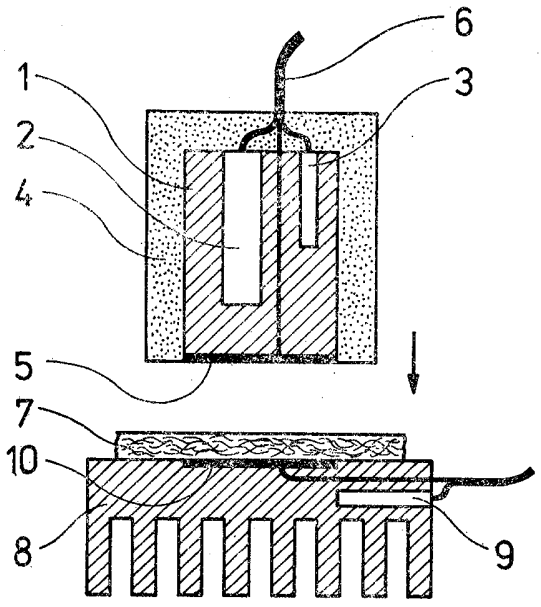
(75)
Autor vynálezu DOLEŽAL IVAN ing., JABLONEC nad Nisou, HES LUBOŠ doc. ing. CSc., LIBEREC

(54) Způsob měření tepelné kapacity, zejména plošných stlačitelných předmětů

1

Řešení se týká způsobu měření tepelné kapacity zejména plošných stlačitelných předmětů, jako jsou textilie, plasty či pěnové materiály. Měřený materiál se sevře mezi dvě čidla tepelného toku, spojená se zdroji tepla nebo chladu. Tepelný tok tekoucí oběma povrchy se měří až do zániku nestacionárního tepelného děje. Tepelná kapacita materiálu se určí ze změny jeho tepelného obsahu, vztažené na změnu jeho střední teploty během tepelného děje. Změna tepelného obsahu se zjistí z rozdílu tepla prošlého jedním a druhým povrchem materiálu od začátku až do ustálení tepelného děje, a to z integrálu časového průběhu rozdílu tepelných toků.

2



Vynález se týká způsobu měření tepelné kapacity zejména plošných stlačitelných předmětů pomocí dvou čidel tepelného toku spojených se zdroji tepla nebo chladu.

Tepelné vlastnosti materiálů patří k vlastnostem, jejichž znalost je velmi důležitá při jejich aplikaci v řadě technických oborů. Kromě tepelné vodivosti λ, která je přímo úměrná množství tepla procházejícího materiálem, je dalším důležitým tepelným parametrem materiálu tepelná kapacita ρc, kde ρ je hustota a c měrné teplo, a nakonec teplotní vodivost a. Uvedené látkové konstanty jsou vázány známým vztahem $a = \lambda/(\rho c)$, takže při známé tepelné vodivosti je určení tepelné kapacity a teplotní vodivosti navzájem rovnocenné. Znalost teplotní vodivosti nebo tepelné kapacity je nezbytnou podmínkou racionálního návrhu zařízení pro ekonomický ohřev materiálů při jejich tepelném zpracování. Tepelné kapacity textilií lze dále použít k objektivnímu hodnocení omaku textilních výrobků.

K určení tepelné kapacity, resp. měrného tepla homogenních, isotropních materiálů s velkou kapacitou a značnou teplotní vodivostí, jako jsou kovové a stavební materiály, se používají měžné kalorimetrické mevody.

Většina způsobů meření teplotní vodivosti, resp. tepelné kapacity předmětů a materiálů je založena na náhlém, zejména kontaktním ohřevu materiálu a na současném měření teplot materiálu v místě ohřevu a v dalším jiném místě. Způsob ohřevu a tvar materiálu je volen tak, aby geometrické podmínky ohřevu byly jednoduché a jednoznačné, s cílem přiblížit experiment známým metodám výpočtu nestacionárního ohřevu vzorku. Při splnění těchto podmínek lze z časového průběhu teplot ve dvou bodech vzorku stanovit teplotní vodivost materiálu vzorku snadným matematickým postupem.

K měření tepelných vlastností nehomogenních a anizotropních materiálů o nízké tepelné vodivosti, jako jsou textilie, je vhodné zařízení, tvořené dvěma kovovými deskami vytápěnými elektrickým regulačním systémem na stejné teploty. Mezi desky se rychle vloží dva k sobě přitištěné vzorky, mezi nimiž se nachází tenké teplotní čidlo (například mikrotermočlánek). Po vložení vzorků se obě desky přitisknou k sobě a začne se měřit časový průběh teploty mezi vzorky. U jiného známého řešení je vyšetřovaný vzorek upraven do tvaru válcového pláště. Princip měření je však stejný.

Nedostatkem uvedených způsobů měření teplotní vodivosti, resp. tepelné kapacity jsou především komplikovaná manipulace s měřeným materiálem, jako například pracovat se dvěma vzorky nebo se vzorkem válcového tvaru, a obtížné ruční vkládání choulostivého teplotního čidla mezi vzorky. Udržování dvou bloků na stejné konstantní teplotě vyžaduje dvojici topných elementů, teploměrů a regulačních obvodů.

Další známý způsob měření tepelných vlastností zejména textilií spočívá v náhlém přiložení ohřáté, dobře tepelně vodivé destičky její jedinou tepelně neizolovanou plochou na jeden povrch materiálu, přičemž jeho druhý povrch je v prvním případě v kontaktu s tepelným termostatem o teplotě okolí a v druhém případě je tepelně izolován. Při obou tepelných dějích se měří a zaznamenává teplota destičky, která je akumulátorem tepla o omezené kapacitě. Z průběhu teplot se pak poměrně komplikovaným způsobem určí tepelná a teplotní vodivost materiálu.

Nevýhodou tohoto způsobu je nutnost přitištění destičky na tři různá místa (na ohřívač, proti termostatu a proti tepelné izolaci), nutnost dvojího postupného měření teplot vzorku, komplikované vyhodnocení a principiálně nižší přesnost.

Technické nedostatky uvedených způsobů odstraňuje způsob měření teplotní vodivosti podle čs. AO č. 250 316, který využívá jedno plošné čidlo tepelného toku, nacházející se v tepelném kontaktu s kovovým blokem o teplotě odlišné od teploty měřeného materiálu. Z velikosti a časového průběhu tepleného toku měřeného čidlem po přiložení bloku na materiál lze podle vztahu odvozeného ze zákonů nestacionárního vedení tepla určit teplotní vodivost materiálu. Nevýhodou tohoto způsobu je, že uvedený vztah je značně složitý a obtížně se vyčísluje. Pro urychlení výpočtu hodnot teplotní vodivosti z naměřených hodnot byly zde proto zavedeny jisté předpoklady, na jejichž základě se vztah zjednoduší. Takovým předpokladem je například dostatečná tloušťka textilie. Při nedodržení tohoto předpokladu však vzniká metodická chyba přesahující použitelnou toleranci přesnosti měření, vzdalují-li se parametry materiálu učiněným předpokladům — konkrétně například je-li poměr špičkového a ustáleného tepelného toku menší než přibližně 2,5. Uvedený způsob též neumožňuje jednoduše korigovat vliv tepelné kapacity čidla tepelného toku a shodně s předchozím popsaným způsobem nelze zde korigovat vliv rozptylu tepelného toku procházejícího měřeným materiálem, do okolí.

Nedostatky známých způsobů včetně způsobu podle čs. AO č. 250 316 odstraňuje způsob měření tepelné kapacity zejména plošných stlačitelných předmětů (dále jen předmětů) vyznačený tím, že se alespoň jedním povrchem předmětu začne přivádět nebo odvádět teplo, přičemž tepelné toky procházející oběma povrchy se měří až do jejich ustálení, načež se tepelná kapacita předmětu stanoví z integrálu časového průběhu obou tepelných toků a ze známých středních teplot předmětu na počátku a na konci měření.

Přívodem nebo odvodem tepla z předmětu podle vynálezu má v předmětu vzniknout nestacionární tepelný děj, který po jisté době přejde v děj ustálený, čímž se ustálí ev.

vyrovnají i oba uvedené tepelné toky. Popsaného postupu se docílí použitím speciálních plošných čidel tepelného toku přiložených na dva dobře tepelně vodivé bloky, které budou mít alespoň na konci měření konstantní teplotu.

Po sevření materiálu mezi oba bloky a mezi obě čidla nacházející se mezi bloky a předmětem začnou mezi předmětem a bloky procházet neustálené tepelné toky, z jejichž velikosti a časového průběhu se určí hledaná tepelná kapacita předmětu podle jednoduchých vztahů. Rozdíl tepla prošlého jedním a druhým povrchem předmětu až do ustálení tepelného děje, zjištěný z integrálů tepelných toků podle času, odpovídá změně tepelného obsahu předmětu. Změna tepelného obsahu vztažená na změnu teploty předmětu během tepelného děje vyjadřuje tepelnou kapacitu předmětu. Jelikož se jedná o jednoduché závislosti, lze je samočinně vyhodnotit pomocí jednoduchého elektronického zařízení jak analogového, tak číslicového. Snadno se též provádí korekce vlivu tepelného odporu čidel tepelného toku a částečně i vlivu divergence tepelného toku předmětem na výslednou hodnotu.

Další výhodou tohoto integrálního způsobu je snížená citlivost na krátkodobě nahodilé poruchy a chyby měření. Způsob podle vynálezu shodně se způsobem podle čs. AO č. 250 316 významně zjednodušuje konstrukci měřičů tepelných vlastností předmětů.

Podstata způsobu podle vynálezu plyne z popisu funkce příkladu zařízení podle obrázku.

První blok **1** je topnou vložkou **2** vytápěn na požadovanou teplotu stabilizovaného neznázorněným regulátorem spojeným s prvním teplotním čidlem **3**. Tepelně izolační pouzdro **4** snižuje požadavky na příkon vytápění. K jedné ploše bloku **1** je připevněno (přilepeno) první plošné čidlo **5** tepelného toku, tvořené například vícenásobným diferenciálním termočlánkem snímajícím teplotní rozdíl na velmi tenké destičce (tzv. alfametr). Všechny elektrické prvky jsou připojeny kabelem **6**. Na druhém bloku **8**, jehož teplota je měřena druhým teplotním čidlem **9**, je připevněno druhé čidlo **10** tepelného toku. Měřený předmět **7**, kterým je například plošná textilie, má před měřením teplotu okolí stejně jako blok **8**, která má k tomu účelu zvětšený povrch zrychlující vyrovnávání jeho teploty s okolní teplotou.

Blok **1** je nezakresleným vedením zaručujícím rovnoběžnost přivrácených povrchů čidel **5**, **10** tepelného toku náhle přitisknut k předmětu **7**, takže jeho povrchy začnou procházet neustálené tepelné toky měřené čidly **5**, **10**. Oba tepelné toky jsou připojeným zařízením registrovány až do ustálení, kdy je měření skončeno a blok **1** se oddálí. Registrované hodnoty tepelných toků se zpracovávají výše uvedeným způsobem k určení hledané tepelné kapacity. Tepelnou vodivost je možno určit z ustáleného tepelného toku a tloušťky předmětu.

Způsob podle vynálezu vyžaduje určitou stlačitelnost předmětu při daném přítlaku, aby byl jednoduše zajištěn dobrý tepelný pro vysoce tepelně a teplotně vodivé materiály jako jsou kovy, což je způsobeno nižší tepelnou a teplotní vodivostí čidel tepelného toku.

Způsob podle vynálezu lze použít k měření teplotní vodivosti zejména deformovatelných plošných předmětů jako například textilií, plastů a pěnových materiálů. Výhodou způsobu podle vynálezu je rychlost (měření trvá max. 1 minutu, obvykle 10 až 20 s) a možnost automatizace měření. Vzorky není nutno připravovat do určitého tvaru, do měřicího zařízení se snadno vkládají. Operativnost způsobu měření umožňuje provádět měření značného počtu vzorků a tak výrazněji uplatnit statistické zpracování výsledků.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

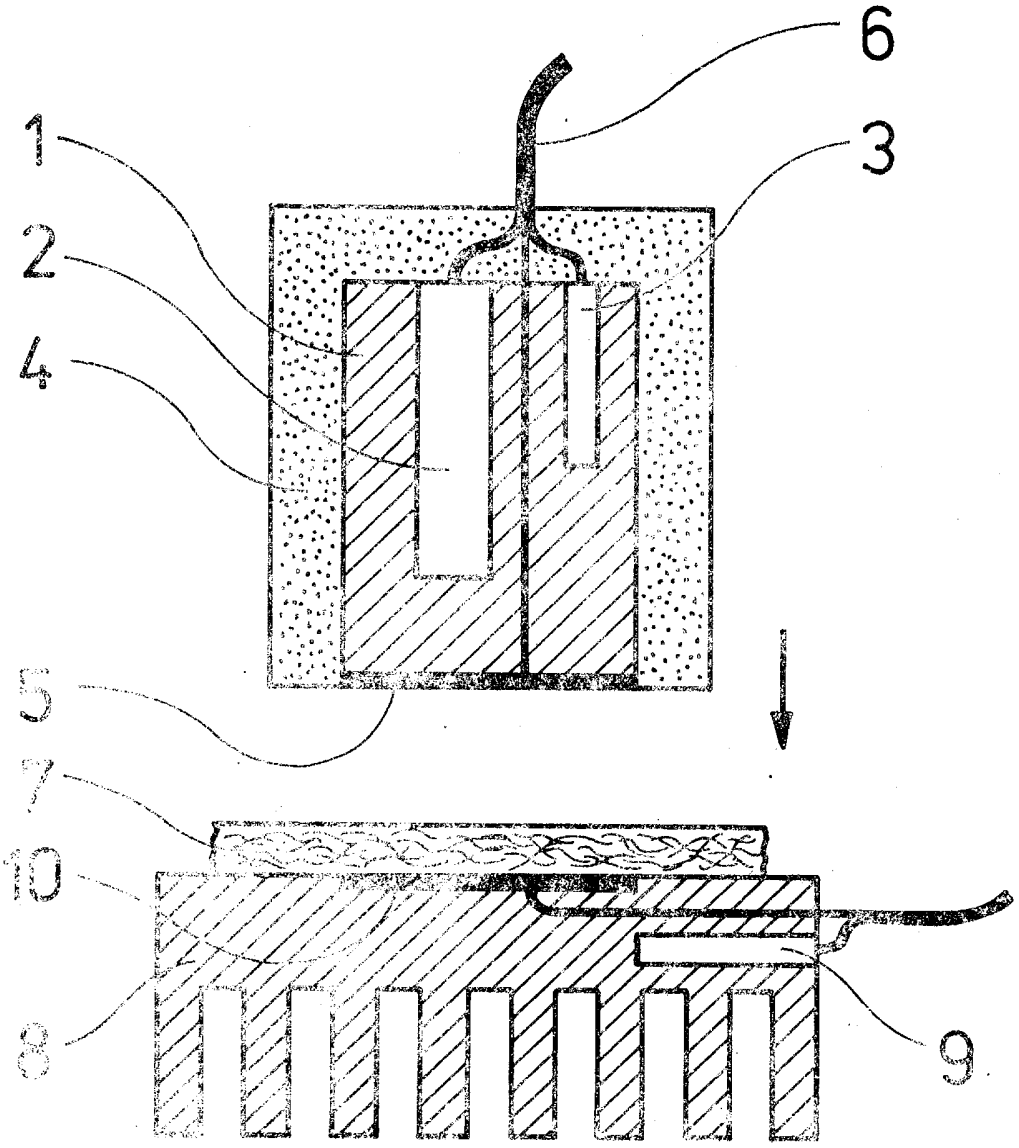
1. Způsob měření tepelné kapacity zejména plošných stlačitelných předmětů vyznačený tím, že se alespoň jedním povrchem předmětu začne přivádět nebo odvádět teplo, přičemž tepelné toky, procházející oběma povrchy předmětu, se měří až do jejich ustálení, načež se tepelná kapacita předmětu stanoví z integrálu časového průběhu rozdílu obou tepelných toků a ze známých středních teplot předmětu na počátku a konci měření.

2. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že se tepelný tok do jednoho z povrchů pouze přivádí a druhým pouze odvádí.

3. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že teplota alespoň jednoho z povrchů je během měření udržována konstantní.

4. Způsob podle bodů 1 a 3 vyznačený tím, že teplota předmětu před měřením je shodná s teplotou jednoho jeho povrchu během měření.

1 list výkresů



Severografia, n. p. závod 7, Most

Cena 2,40 Kčs