

UŽITNÝ VZOR

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011 - 23841**
(22) Přihlášeno: **26.01.2011**
(47) Zapsáno: **19.05.2011**

(11) Číslo dokumentu:

22234

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
G01N 25/18 (2006.01)
G01K 17/16 (2006.01)

(73) Majitel:

Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ

(72) Původce:

Doležal Ivan Doc. Ing. CSc., Jablonec nad Nisou, CZ
Hes Luboš Prof. Ing. DrSc., Liberec, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing. Dobroslav Musil, Cejl 38, Brno, 60200

(54) Název užitého vzoru:

Zařízení k měření tepelné vodivosti

CZ 22234 U1

Zařízení k měření tepelné vodivosti

Oblast techniky

5 Zařízení k měření tepelné vodivosti zkoušeného vzorku podlouhlého deskovitého tvaru, obsahující alespoň částečně tepelně izolovanou skříň, v jejímž vnitřním prostoru jsou uspořádány alespoň dva snímače tepelného toku tepelně spojené s termostatickými bloky, přičemž termostatický blok tepelně spojený s prvním snímačem tepelného toku je opatřen snímačem teploty a topným prostředkem a termostatický blok tepelně spojený s druhým snímačem tepelného toku je opatřen snímačem teploty a chladicím prostředkem, přičemž aktivní plochy snímačů tepelného toku jsou vzájemně rovnoběžné.

10 Dosavadní stav techniky

15 Znalost tepelné vodivosti materiálů je nutnou v technických oborech zabývajících se sdílením tepla ať už z hlediska potřeby jeho přenosu, nebo naopak při zabránění jeho přenosu tepelně izolačními prostředky. Z tohoto důvodu existuje celá řada řešení zabývajících se měřením tepelné vodivosti, tepelné kapacity a podobně, která se liší například z hlediska skupenství materiálu, jehož vlastnosti se zjišťují, rozsahu izolačních schopností, případně cíle, například přesnosti výsledku, které má být měřením dosaženo.

20 Dokument DE 3344383 C2 navrhuje zjišťování hodnot týkajících se přestupu tepla pro vzorek určitého materiálu, především měření tepelné vodivosti a tepelné kapacity. Zkušební vzorek ve tvaru delší trubice je uspořádán na jádru, jehož prostřednictvím je zavěšen ve válcové topné komoře. Vnější povrchem je topná komora umístěna v sousedí vnitřní rozváděcí trubce vířivé komory. Prostor mezi vnitřní a vnější trubicí vířivé komory je připojitelný ke zdroji chladicího vzduchu. Na vnějším a vnitřním průměru trubice vzorku jsou na jedné radiální přímce umístěny senzory snímající teplotu na vnitřním a vnějším povrchu trubice vzorku. Topná komora ohřívá vzorek tak dlouho, až oba senzory signalizují stejnou teplotu. Potom se topná komora vysune z vířivé komory a chladicí vzduch přiváděný do vířivé komory ochlazuje rovnoměrně povrch vzorku. To trvá do okamžiku, kdy vnitřní senzor zaznamená pokles teploty vnitřního povrchu vzorku. Vyhodnocením měření je tak zjišťována jak tepelná vodivost, tak tepelná kapacita vzorku. Zařízení mělo vzhledem k době své realizace relativně dobrou přesnost a spolehlivost, vzhledem k dostupným technickým možnostem však bylo především z hlediska obsluhy těžkopádné.

30 US 3680374 A (analogie k JP 49009996 B) navrhuje zařízení k měření tepelného toku, které obsahuje dva tenké disky z tepelně dobře vodivého materiálu, které jsou k sobě přivráceny prohloubenými částmi obsahujícími vzduch nebo materiál o velkém tepelném odporu. Mezi těmito deskami jsou vloženy dvě tenké desky z tepelně vodivého materiálu opatřené elektricky nevodivými povrchy. Mezi nimi jsou vloženy v jedné rovině skupiny měřicích termočlánků. Kolmo k plochám disku prochází tepelný tok, měří se rozdíl poklesu teplot při průchodu v místech, kde jsou ve vnějších deskách prohlubně vyplněné vzduchem nebo materiálem o velkém tepelném odporu a v místech, kde je celý průřez vnějších desek tvořen dobře vodivým materiálem.

40 Pro mimolaboratorní použití například v oboru stavebnictví nebo zemědělství, navrhuje vhodné řešení CZ 4511-90 A3. Mobilní sonda je opatřena čidlem tepelného toku, jehož měřicí plocha je přizpůsobena ke kontaktu s měřeným předmětem, kterým je například zdivo. Čidlo je tvořeno diferenciálním multitermočlánkem snímajícím teplotní rozdíl na tenké tepelně izolační destičce. Plocha čidla tepelného toku odvrácená od měřicí plochy se topnou spirálou umístěnou v bloku sondy ohřeje na požadovanou stabilizovanou teplotu. Měřicí plocha plošného čidla tepelného toku se uvede do kontaktu s povrchem měřeného předmětu, přičemž se čidlem tepelného toku snímá teplotní rozdíl na uvedené tepelně izolující destičce. Ustálená hodnota teplotního toku je úměrná tepelné vodivosti měřeného předmětu. Obdobná zařízení a způsoby měření tepelné vodi-

vosti relativně tenkých vzorků materiálu o nízké tepelné vodivosti jsou popsány ve spisech CZ 250316 B1 a CZ 255063 B1.

Řešení podle EP 347571 B1 navrhuje zjišťování tepelné vodivosti zkoušeného plochého materiálového vzorku známé tloušťky, který je jednou svou plochou v tepelném kontaktu s ohřívacím 5 zařízením známého povrchu, které mu předává teplo. Opačná plocha ohřívacího zařízení je navíc v kontaktu s jednou plochou prvního standardního vzorku se známou tepelnou vodivostí a tloušťkou. Druhá plocha prvního standardního vzorku je v tepelném kontaktu s plochou prvního tepelného snímače. Opačná strana zkoušeného vzorku je v tepelném kontaktu s jednou plochou 10 druhého standardního vzorku, který je stejný jako první standardní vzorek. Opačná plocha druhého standardního vzorku je v tepelném kontaktu s plochou druhého tepelného snímače. Tepelná vodivost zkoušeného vzorku se potom počítá pomocí známého vztahu z množství tepla vyzařovaného ohřívacím zařízením, tloušťky standardních vzorků a zkoušeného vzorku, vyzařovací plochy ohřívacího zařízení a rozdílu okamžitých teplot protilehlých ploch zkoušeného vzorku.

Dokument US 5711604 řeší způsob měření součinitele tepelné vodivosti vzorku pevného materiálu. 15 Jedno měření se provádí se zkoušeným vzorkem vloženým do dráhy přiváděného tepla, přičemž při druhém měření je zkoušený vzorek z dráhy přiváděného tepla vyjmut. Ve skříní vyrobené z materiálu majícího dobrou tepelnou vodivost jsou umístěny dva stejné držáky spojené se skříní podstavci, jejichž materiál má stejný tepelný odpor. Dna držáků jsou opatřena teplotními 20 čidly. Na každém držáku jsou svými čelními plochami na sobě uloženy vždy dva stříbrné disky, na kterých je vždy uložen kontejner vyrobený z materiálu o vysokém součiniteli tepelné vodivosti. Při prvním měření je mezi dvěma disky uloženými pod jedním kontejnerem vložen zkoušený plochý vzorek, jehož průměr je větší, než průměr disků. V kontejneru nad zkoušeným vzorkem je uloženo těleso z čistého india. Vnější povrch skříně je řízeně ohříván až nad teplotu tavení india, přičemž je řídicím zařízením sledován aktuální rozdíl teplot snímáný teplotními 25 čidly na jednom a druhém držáku. Od dosažení teploty tavení india do úplného roztavení indiového tělesa se vzhledem ke skupenskému teplu tavení nemění teplota snímáná teplotním čidlem na držáku, na kterém je umístěno indiové těleso. Při druhém měření je zkoušený vzorek z příslušného držáku vyjmut. Ke zjištění tepelné vodivosti zkoušeného vzorku je využito rozdílu průběhu aktuálního rozdílu teplot snímáných teplotními čidly na jednom a druhém držáku z prvního 30 a druhého měření.

Zařízení pro dynamické testování tepelných vlastností předmětu, případně způsob jeho využití, navrhuje dokument CZ 301152 B2 (resp. CZ 18281 U1). Vzorek zkoušeného stavebního materiálu o rozměrech zhruba 40×40×10 cm se vloží jako střední příčka do krychlového prostoru 35 tepelně izolovaného kontejneru, přičemž se mezi jednu plochu vzorku a přilehlou vnitřní stěnu kontejneru vloží první nádoba s vodou a celek se vytemperuje na nízkou teplotu, např. 10 °C. Uvnitř vzorku, přibližně v jeho střední části, jsou ve vodorovné rovině uloženy tři teploměry s výstupy vyvedenými mimo kontejner a připojenými k měřicí ústředně. Mezi druhou plochu vzorku a přilehlou vnitřní stěnu kontejneru se vloží druhá nádoba s vodou ohřátou například na 80 °C, přičemž je zajištěn dokonalý tepelný kontakt mezi zkoušeným vzorkem a k němu přileh- 40 lými stěnami obou nádob. Nádoba se uzavře tepelně izolovaným víkem. Po dobu, než dojde k vyrovnání teplot vody v jedné a druhé nádobě se provede několik měření teplot snímáných teploměry. Z rychlosti ohřevu kapaliny v první nádobě lze určit tepelný tok odpovídající gradientu určenému pomocí tří teploměrů a tím i tepelnou vodivost zkoušeného vzorku.

Novější a relativně moderní zařízení podle dosavadního stavu techniky mají některá zásadní 45 omezení. Do jedné skupiny známých zařízení patří výše uvedená řešení. Ta se vyznačují tím, že zkoušený vzorek má deskovitý tvar, přičemž v tepelném kontaktu s teplosměnnými plochami měřících zařízení jsou jeho velké plochy a jeho tloušťka je relativně malá. Použití těchto známých provedení je však funkční pouze pro materiály o nízké tepelné vodivosti. Druhou skupinou jsou zařízení publikovaná v pracích týkajících se již vyšší tepelné vodivosti kolem 30 W.m⁻¹.K⁻¹. 50 Jedná se o dynamické testery tepelné vodivosti, které jsou však v principu málo přesné, elektromechanicky složité a tudíž nákladné.

Cílem technického řešení je odstranit, nebo alespoň podstatně snížit nedostatky stavu techniky a navrhnout zařízení k měření součinitele tepelné vodivosti, které by bylo využitelné pro ploché relativně tenké vzorky pevných materiálů, jejichž očekávaný součinitel tepelné vodivosti spadá do rozsahu 10 až 100 W.m⁻¹.K⁻¹.

5 Podstata technického řešení

Cíle technického řešení je dosaženo zařízením k měření tepelné vodivosti vzorku podlouhlého deskovitého tvaru, které obsahuje alespoň dva snímače tepelného toku tepelně spojené s termostatickými bloky, přičemž aktivní plochy snímačů tepelného toku jsou vzájemně rovnoběžné, jehož podstatou je to, že snímače tepelného toku jsou uspořádány v oblastech sousedících s opačnými konci zkoušeného vzorku ve směru jeho délky, přičemž průměty aktivních ploch snímačů tepelného toku do roviny s nimi rovnoběžné jsou od sebe vzdáleny. Tak lze provádět měření na relativně dlouhém plochém vzorku, který je ve velkoplošném kontaktu s aktivními plochami snímačů tepelného toku, přičemž tepelný tok prochází malým průřezem vzorku.

Z hlediska kompaktní stavby měřicího zařízení je výhodné, když aktivní plochy dvou snímačů tepelného toku jsou ve směru svých normálových os orientovány ve shodném smyslu. Pro některé typy zkoušených vzorků, například vytvořených z anizotropního materiálu, může být výhodné, když jsou aktivní plochy dvou snímačů tepelného toku ve směru svých normálových os orientovány v opačném smyslu.

Zařízení obsahuje prostředky pro vyvození vzájemného přitlaku aktivních ploch snímačů tepelného toku a příslušných ploch zkoušeného vzorku, přičemž materiál alespoň těch částí, které jsou určeny k přímému kontaktu se zkoušeným vzorkem, má vysoký tepelný odpor. Výhodou je dokonalý tepelný kontakt ploch, kterými přestupuje teplo mezi snímači tepelného toku a zkoušeným vzorkem, přičemž nedochází k nežádoucímu výstupu tepla ze vzorku cestou přitlačných prostředků.

Zařízení obsahuje elektronickou řídící jednotku spřaženou alespoň s výstupy snímačů tepelného toku a snímačů teploty jejich termostatických bloků, se vstupem topného prostředku termostatického bloku prvního snímače tepelného toku a se vstupem chladicího prostředku druhého snímače tepelného toku, přičemž je elektronická řídící jednotka opatřena zařízením ke zpracování výstupních signálů snímačů tepelného toku a snímačů teploty jejich termostatických bloků a alespoň k výpočtu součinitele tepelné vodivosti zkoušeného vzorku. To umožňuje usnadnit obsluhu zařízení a přitom rychle a s opakovatelnou přesností vyhodnotit výsledky měření.

Zásadní výhodou technického řešení je prodloužení dráhy měřicího tepelného toku a zúžení průřezu, kterým tepelný tok prochází vzorkem, čímž je dosaženo řádového zvětšení měřeného tepelného odporu. Výsledky měření jsou podstatně méně ovlivněny tepelným odporem snímačů tepelného toku, přechodovými vrstvami mezi snímači, termostatickými bloky a zkoušeným vzorkem, a omezenou tepelnou i teplotní vodivostí materiálu termostatických bloků.

Přehled obrázku na výkrese

Na obrázku 1 je schematicky znázorněn svislý řez příkladným zařízením k měření tepelné vodivosti podle technického řešení.

40 Příkladná provedení technického řešení

Výhodné provedení zařízení k měření tepelné vodivosti zkoušeného vzorku 1 podlouhlého deskovitého tvaru podle technického řešení obsahuje skříň 2, na jejíž dolní části 21 je uloženo víko 22, přičemž vnitřní prostor pro umístění zkoušeného vzorku 1 je materiálem víka 22 a izolací dolní části 21 skříně 2 tepelně izolován.

45 V dolní části 21 skříně 2 jsou v blízkosti jejích stěn vytvořeny dvě v podstatě svislé rovnoběžné dutiny. V jedné z nich je uspořádán první snímač 3 tepelného toku, který je tepelně spojen s pod

ním umístěným termostatickým blokem 31. Ve druhé dutině je uspořádán druhý snímač 4 tepelného toku, který je tepelně spojen s pod ním umístěným termostatickým blokem 41. Výškově jsou termostatické bloky 31, 41 se snímači 3, 4 tepelného toku uspořádány tak, že horní, tedy aktivní plochy snímačů 3, 4 tepelného toku jsou v úrovni, nebo těsně nad úrovní střední části 23 skříně 2. V příkladném provedení jsou snímače 3, 4 tepelného toku vytvořeny na základě známých diferenciálních multitermočlánků. V tepelně vodivém materiálu termostatického bloku 31 prvního snímače 3 tepelného toku je uspořádána topná vložka 32 a snímač 33 teploty. Pod termostatickým blokem 41 druhého snímače 4 tepelného toku vyrobeným z tepelně vodivého materiálu je uspořádán chladicí prostředek 42. V tepelně vodivém materiálu termostatického bloku 41 je uspořádán snímač 43 teploty. Tělesa termostatických bloků 31, 41 jsou v příkladném provedení kovová, mohou být ovšem i z jiného materiálu, například ze speciální keramiky.

Na dolní části 21 skříně je umístěna nosná část 24, tvořená převráceným profilem „U“, jehož vnitřní šířka je větší, než předpokládaná šířka uvažovaných zkoušených vzorků 1. V podélné ose nosné části 24 jsou v podstatě ve svislých osách snímačů 3, 4 tepelného toku uspořádány závitové otvory. V nich jsou uloženy tepelně izolační příločky 5, 6 pro upnutí zkoušeného vzorku 1 prostřednictvím šroubů 51, 61.

Součástí zařízení je v příkladném provedení elektronická řídicí jednotka 7, jejíž vstupy 71, 72 jsou připojeny k výstupu prvního snímače 3 tepelného toku a k výstupu snímače 33 teploty termostatického bloku 31, a vstupy 74, 75 k výstupu druhého snímače 4 tepelného toku a k výstupu snímače 43 teploty termostatického bloku 41. Výstupy 73, 76 elektronické řídicí jednotky 7 jsou připojeny ke vstupu topné vložky 32 termostatického bloku 31 a ke vstupu hnacího motoru chladicího prostředku 42 termostatického bloku 41.

V neznázorněném provedení je ve skříně 2 obrácena poloha například prvního snímače 3 tepelného toku a příslušného termostatického bloku 31 vzhledem k příslušné izolační příložce 5 tak, že aktivní plocha prvního snímače 3 tepelného toku přiléhá shora na plochu zkoušeného vzorku, zatímco přitlačná příložka 5 přitlačuje zkoušený vzorek 1 k aktivní ploše prvního snímače 3 tepelného toku směrem zdola. Samozřejmě musí být zajištěna taková poloha aktivní plochy prvního snímače 3 tepelného toku, aby docházelo k dokonalému tepelnému kontaktu mezi zkoušeným vzorkem 1 a aktivními plochami obou snímačů 3, 4 tepelného toku. Uspořádání tepelně izolované skříně 2 z hlediska tloušťky stěn, umístění a celistvosti izolace vlastního měřicího prostoru je provedeno jako kompromis s ohledem na dokonalost izolace a přístupnost vzorku a prvků zařízení umístěných uvnitř skříně 2. Je zřejmé, že níže uvedené výpočtové kalibrační koeficienty budou platit vždy pro aktuální dané uspořádání.

Následně je popsán způsob měření na alternativě zařízení uspořádaného podle obrázku, které je z hlediska přesnosti výsledků měření srovnatelné s výše popsaným neznázorněným zařízením, u kterého aktivní plocha prvního snímače 3 tepelného toku přiléhá shora na plochu zkoušeného vzorku, zatímco přitlačná příložka 5 přitlačuje zkoušený vzorek 1 k aktivní ploše prvního snímače 3 tepelného toku směrem zdola.

Sejmutím víka 22 skříně 2 a částečným vyšroubováním přílačných příložek 5, 6 se získá přístup k prostoru pod nosnou částí 24, do kterého se z jeho čela vloží plochý dlouhý zkoušený vzorek 1 z materiálu, který má očekávanou tepelnou vodivost v rozsahu 10 až 100 W.m⁻¹.K⁻¹. Vzorek 1 je svou dolní plochou uložen na velkoplošných snímačích 3, 4 tepelného toku. Z důvodu dosažení optimálního tepelného kontaktu je vhodné potřít styčné plochy mezi snímači 3, 4 tepelného toku a zkoušeným vzorkem 1 tepelně vodivou vazelinou. Prostřednictvím ovládacích šroubů 51, 61 se příložkami 5, 6 vzorek přitlačí do dokonalého kontaktu s aktivními plochami snímačů 3, 4 tepelného toku. Na nosnou část 24 se nasadí izolační víko 22. Délka části zkoušeného vzorku 1 nacházející se mezi plochami, kterými je zkoušený vzorek 1 v kontaktu s aktivními plochami snímačů 3, 4 tepelného toku, je větší, než je tloušťka zkoušeného vzorku 1, přičemž průřez této části vzorku je menší, než velikost aktivní plochy snímače 3, 4 tepelného toku.

Spustí se ohřev termostatického bloku 31 topnou vložkou 32 a chlazení termostatického bloku 41 chladicím prostředkem 42. K tomu jsou topná vložka 32 a chladicí prostředek 42 připojeny k

výkonovým výstupům 73 a 76 elektronické řídicí jednotky 7 a jejím prostřednictvím k neznázorněnému zdroji elektrické energie. Okamžité teploty t_{31} a t_{41} termostatických bloků 31 a 41 jsou měřeny snímači 33 a 43 teploty, jejichž signály jsou přiváděny na vstupy 72 a 75 elektronické řídicí jednotky 7. Signály reprezentující okamžité hustoty q_3 a q_4 tepelného toku měřené snímači 3, 4 tepelného toku jsou přiváděny na vstupy 71 a 74 elektronické řídicí jednotky 7.

Elektronická řídicí jednotka 7 vyhodnotí ustálení rozdílu Δt

$$\Delta t = t_{31} - t_{41}$$

teplot t_{31} a t_{41} termostatických bloků 31 a 41 i hustot q_3 a q_4 příslušných tepelných toků a vypočítá tepelný tok Q_3 (zvoleno záporné znaménko) vstupující do zkoušeného vzorku 1 snímačem 3 tepelného toku a tepelný tok Q_4 (kladné znaménko) vystupující ze zkoušeného vzorku 1 snímačem 4 tepelného toku

$$Q_{3,4} = S \cdot q_{3,4},$$

kde S je aktivní plocha snímače 3, 4 tepelného toku.

Část tepelného toku Q_3 vstupujícího do zkoušeného vzorku 1 se odvádí do okolí jednak vedením příločkami 5, 6 a prostupem tepelnou izolací skříně 2, jednak konvekcí a radiací z nezakrytých částí povrchu zkoušeného vzorku 1. Proto je hustota tepelného toku q_4 vystupujícího ze zkoušeného vzorku 1 do snímače 4 tepelného toku poněkud nižší, než hustota tepelného toku q_3 vstupujícího do zkoušeného vzorku 1 snímačem 3 tepelného toku.

Elektronická řídicí jednotka 7 počítá efektivní střední tepelný tok Q_s procházející zkoušeným vzorkem 1

$$Q_s = (1 - k_q) \cdot Q_4 - k_q \cdot Q_3,$$

s využitím váhovacího kalibračního koeficientu k_q , jehož výchozí hodnotou je 0,5 pro prostou střední hodnotu tepelného toku Q_s . Tepelný tok Q_s se dále přepočte na hustotu q_s v průřezu zkoušeného vzorku 1 o šířce d_1 a tloušťce h_1

$$q_s = Q_s / (d_1 \cdot h_1).$$

Teplotní spád Δt_1 na zkoušeném vzorku 1 se vzhledem k rozdílu Δt teplot t_{31} a t_{41} termostatických bloků 31 a 41 snižuje o úbytky teploty na plošném odporu $r_{3,4}$ snímačů 3, 4 tepelného toku a tenké adhezivní vrstvě mezi nimi a termostatickými bloky 31 a 41

$$\Delta t_1 = \Delta t - r_{3,4} \cdot (q_4 - q_3).$$

Jako střední délka l_1 zkoušeného vzorku 1 se považuje vzdálenost l_s středů aktivních ploch snímačů 3, 4 tepelného toku korigovaná délkovým kalibračním koeficientem k_L

$$l_1 = k_L \cdot l_s.$$

Následně vypočítá elektronická řídicí jednotka 7 součinitel λ tepelné vodivosti zkoušeného vzorku 1 s využitím přístrojového kalibračního koeficientu k_λ tepelné vodivosti ze známého vztahu

$$\lambda = k_\lambda \cdot q_s \cdot l_1 / \Delta t_1.$$

Zařízení podle technického řešení a způsob jeho používání je použitelné i pro anizotropní, zejména kompozitní materiály. Výše popsaným způsobem se tepelná vodivost změří především ve směru délky zkoušeného vzorku 1. Pro změření tepelné vodivosti v obou směrech je nutné provést soubor více měření téhož materiálu s výrazně odstupňovanými tloušťkami vzorku. Výsledky měření však budou méně přesné. Bude-li však materiál zkoušeného vzorku elektricky vodivý a elektrická vodivost se změří v podélném i příčném směru, lze pro výpočet tepelné vodivosti s úspěchem využít téměř přímé úměrnosti mezi elektrickou a tepelnou vodivostí látek. Tepelná vodivost v příčném směru se vypočte ze změřené vodivosti podélné.

Prodloužením dráhy měřicího tepelného toku a zúžením průřezu, kterým tepelný tok prochází vzorkem, se dosáhne řádového zvětšení měřeného tepelného odporu. Tím se současně řádově

zmenší vliv tepelného odporu snímačů tepelného toku, přechodové vrstvy mezi nimi a termostatickým blokem a vzorkem a vliv konečné tepelné i teplotní vodivosti materiálu termostatických bloků.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

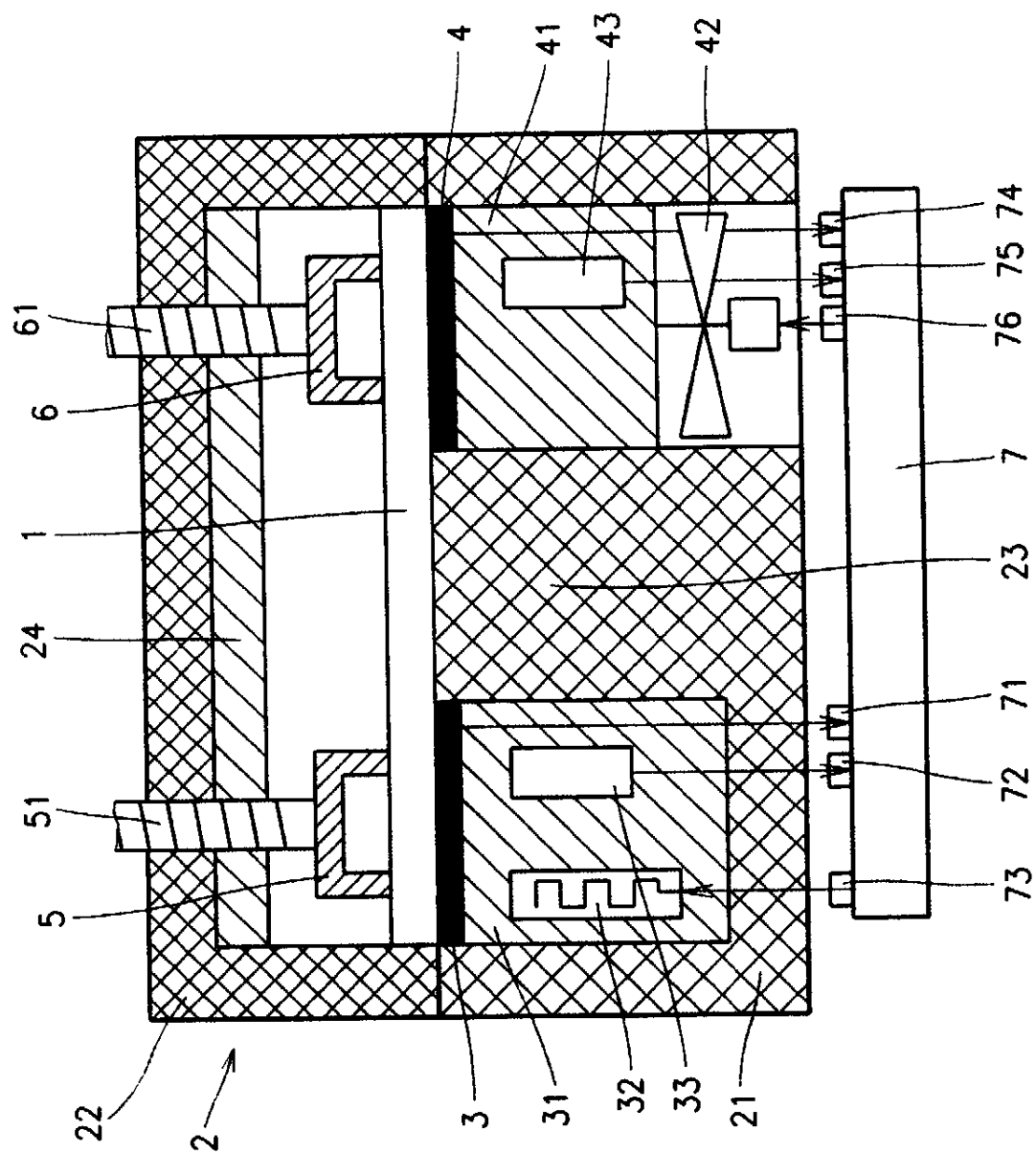
- 5 1. Zařízení k měření tepelné vodivosti zkoušeného vzorku (1) podlouhlého deskovitého tvaru, obsahující alespoň částečně tepelně izolovanou skříň (2), v jejímž vnitřním prostoru jsou uspořádány alespoň dva snímače (3, 4) tepelného toku tepelně spojené s termostatickými bloky (31, 41), přičemž termostatický blok (31) tepelně spojený s prvním snímačem (3) tepelného toku je opatřen snímačem (33) teploty a topným prostředkem (32) a termostatický blok (41) tepelně
10 spojený s druhým snímačem (4) tepelného toku je opatřen snímačem (43) teploty a chladicím prostředkem (42), přičemž aktivní plochy snímačů (3, 4) tepelného toku jsou vzájemně rovnoběžné, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že snímače (3, 4) tepelného toku jsou uspořádány v oblastech sousedících s opačnými konci zkoušeného vzorku (1) ve směru jeho délky, přičemž průměty aktivních ploch snímačů (3, 4) tepelného toku do roviny s nimi rovnoběžné jsou od sebe
15 vzdáleny.
2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že aktivní plochy dvou snímačů (3, 4) tepelného toku jsou ve směru svých normálových os orientovány ve shodném smyslu.
3. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že aktivní plochy dvou snímačů (3, 4) tepelného toku jsou ve směru svých normálových os orientovány v opačném smyslu.
- 20 4. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje prostředky pro vyvození vzájemného přítlaku aktivních ploch snímačů (3, 4) tepelného toku a příslušných ploch zkoušeného vzorku (1), přičemž materiál alespoň těch částí, které jsou určeny k přímému kontaktu se zkoušeným vzorkem (1), má vysoký tepelný odpor.
5. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje
25 elektronickou řídicí jednotku (7) spřaženou alespoň s výstupy snímačů (3, 4) tepelného toku a snímačů (33, 43) teploty jejich termostatických bloků (31, 41), se vstupem topného prostředku termostatického bloku (31) prvního snímače (3) tepelného toku a se vstupem chladicího prostředku (42) druhého snímače (4) tepelného toku, přičemž je elektronická řídicí jednotka (7) opatřena zařízením ke zpracování výstupních signálů snímačů (3, 4) tepelného toku a snímačů
30 (33, 43) teploty jejich termostatických bloků (31, 41) a alespoň k výpočtu součinitele tepelné vodivosti zkoušeného vzorku (1).

1 výkres

35 Seznam vztahových značek:

- | | | |
|----|----|---|
| | 1 | zkoušený vzorek |
| | 2 | skříň měřicího zařízení |
| | 21 | dolní část skříně (měřicího zařízení) |
| | 22 | víko skříně (měřicího zařízení) |
| 40 | 23 | střední část (dolní části skříně měřicího zařízení) |
| | 24 | nosná část skříně |
| | 3 | první snímač tepelného toku |

	31	termostatický blok
	32	topná vložka termostatického bloku
	33	snímač teploty termostatického bloku
	4	druhý snímač tepelného toku
5	41	termostatický blok
	42	chladič prostředek
	43	snímač teploty termostatického bloku
	5	izolační příložka
	51	ovládací šroub (izolační příložky)
10	6	izolační příložka
	61	ovládací šroub (izolační příložky)
	7	elektronická řídící jednotka
	71	vstup (elektronické řídící jednotky)
	72	vstup (elektronické řídící jednotky)
15	73	výstup (elektronické řídící jednotky)
	74	vstup (elektronické řídící jednotky)
	75	vstup (elektronické řídící jednotky)
	76	výstup (elektronické řídící jednotky)
	d_1	šířka zkušebního vzorku
20	h_1	tloušťka zkušebního vzorku
	k_L	délkový kalibrační koeficient
	k_q	váhovací kalibrační koeficient
	k_λ	kalibrační koeficient (tepelné vodivosti)
	l_1	střední délka zkoušeného vzorku
25	l_s	vzdálenost středů aktivních ploch snímačů tepelného toku
	q_3	hustota tepelného toku z prvního snímače 3 tepelného toku
	q_4	hustota tepelného toku z druhého snímače 4 tepelného toku
	q_s	hustota tepelného toku v průřezu zkoušeného vzorku
	Q_3	tepelný tok vstupující do zkoušeného vzorku
30	Q_4	tepelný tok vystupující ze zkoušeného vzorku
	Q_s	střední tepelný tok procházející zkoušeným vzorkem
	r_3	plošný odpor snímače 3 tepelného toku
	r_4	plošný odpor snímače 4 tepelného toku
	S	aktivní plocha snímače 3, 4 tepelného toku
35	t_{31}	teplota termostatického bloku 31
	t_{41}	teplota termostatického bloku 41
	λ	součinitel tepelné vodivosti.



Obr. 1

Konec dokumentu