



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(22) Přihlášeno 12 11 75
(21) (PV 7646-75)

(40) Zveřejněno 31 07 79
(45) Vydáno 30 06 82

196568

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 N 3/60
G 01 N 25/00

(75)

Autor vynálezu AUGUSTA IVO ing. CSc., PRAHA

(54) Způsob měření tepelně – fyzikálních vlastností a zařízení pro provádění tohoto způsobu měření

1

Vynález řeší způsob měření tepelně-fyzikálních vlastností, například měření tepelného odporu a poměrného poklesu vnitřní povrchové teploty vzorku, zejména plošného. Vynález řeší i zařízení pro provádění tohoto způsobu měření.

Teorie vychládání byla propracována a matematicky podložena řadou fyziků a matematiků světových jmen, jako například Fourier, Grönlund, Erk a Krischer. Experimentální ověření těchto matematických výsledků však bylo a doposud je velmi obtížné, jelikož ideální podmínky, za nichž tyto teoretické výsledky mají platit, se při experimentech dají obtížně dosáhnout a udržet.

Pro praktické použití ať již v laboratorním měřítku nebo přímo ve vývojových nebo provozních podmínkách, zvláště potom pro potřeby stavebnictví, byl vyvinut podle vynálezu způsob měření tepelně-fyzikálních vlastností, například tepelného odporu a poměrného poklesu vnitřní povrchové teploty vzorku, zejména plošného, to je deskovitého tvaru.

Podstata tohoto způsobu měření podle vynálezu spočívá v tom, že se na vstupní stranu měřeného vzorku, jakož i na jeho výstupní stranu působí konstantními teplotami, přičemž konstantní teplota působící na vstupní stranu měřeného vzorku je vyšší, než konstantní teplota působící na jeho výstupní stranu, poté se příkon tepla na vstupní straně měřeného vzorku vypne a teplý povrch vstupní strany měřeného vzorku se nechá volně vychlázet, přičemž se zajišťuje rovnost teploty plynného média, obklopujícího vstupní stranu měřeného vzorku s okamžitou teplotou povrchu měřeného vzorku v průběhu vychládání.

Pro měření poměrného poklesu vnitřní povrchové teploty je výhodné, když se regulace teploty na vstupní straně měřeného vzorku děje za stálého podchlazování směrem zezdola nahoru ohřevem, přičemž hodnota součinitele přestupu tepla na vstupní straně měřeného vzorku se rovná $0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, což představuje dodržení adiabatické podmínky, a na výstupní straně měřeného vzorku je od nulové hodnoty různá, výhodně se rovná $23,00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Je dále výhodné, když pro způsob měření těchto tepelně-fyzikálních vlastností se regulace teplot na obou stranách měřeného vzorku provádí v plynném médiu, obklopujícím obě strany měřeného vzorku. Výhoda spočívá v jednoduchosti buzení tepelných režimů ve vzorku, a zvláště potom v možnosti, která je dalším znakem způsobu měření podle vynálezu a spočívá v buzení uspořádání cirkulace plynného média.

Touto uspořádanou cirkulací se zároveň řídí intenzita přestupu tepla z plynného média do měřeného vzorku, což přispívá k docílení žádané podmínky přesnosti měření.

Způsob měření podle vynálezu se výhodně realizuje na zařízení, které je dalším předmětem vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že sestává ze vstupní skříně a výstupní skříně, z nichž každá je na straně přivrácené k měřenému vzorku otevřená a na svých okrajích přivrácených k měřenému vzorku opatřena těsněním. Vstupní skříň je skříň přivrácená ke vstupní straně měřeného vzorku, což je strana měřeného vzorku, na níž se působí vyšší konstantní teplotou. Vstupní skříň obsahuje tepelný zdroj připojený k programovému regulátoru teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo. Výstupní skříň je skříň přivrácená k výstupní straně měřeného vzorku, což je strana měřeného vzorku, na níž se působí nižší konstantní teplotou. Výstupní skříň obsahuje mrazicí systém připojený k regulátoru teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo.

Pro průběžnou kontrolu teploty plynného média v obou skříních, na povrchu obou stran i uvnitř měřeného vzorku je výhodné, když uvnitř vstupní skříně i výstupní skříně a mezi nimi jsou uloženy snímače teploty připojené k registračnímu přístroji.

Pro snadné buzení uspořádané cirkulace plynného média se výhodně nebo v obou skříních instaluje cirkulační systém.

Tento cirkulační systém je možno realizovat nejméně jedním budičím prvkem, například ventilátorem, jehož elektromotor je připojen na regulátor, k němuž je zároveň připojeno čidlo hodnoty součinitele přestupu tepla.

Pro dokonalejší udržování konstantní teploty a její regulace ve vstupní skříně, zvláště při měření poměrného poklesu vnitřní povrchové teploty, je výhodné, když se vstupní skříň opatří chladicím systémem připojeným ke svému regulátoru teploty, k němuž je zároveň připojeno teplotní čidlo.

Pro měření povrchového tepelného toku na povrchu vstupní strany měřeného vzorku se výhodně opatří vstupní skříň čidlem povrchového tepelného toku, které je přizpůsobeno pro uchycení na povrchu měřeného vzorku a je připojené k ukazateli povrchového tepelného toku.

Pro dodržení adiabatické podmínky se výhodně opatří vstupní skříň čidlem adiabatické podmínky, které je přizpůsobeno pro uchycení na povrchu měřeného vzorku a je připojené k regulátoru adiabatické podmínky, který je dále připojen k tepelnému zdroji umístěnému ve vstupní skříně.

Může být výhodné, když vstupní skříň, popřípadě i výstupní skříň, jsou tepelně kompenzované, to znamená, že jsou opatřeny známými elektrickými a elektronickými prvky, které automaticky provádějí korekci tak, aby nebyly nastavené hodnoty tepelného režimu uvnitř skříní ovlivňovány například prostředím, obklopujícím vnější povrch obou skříní, a teplotními změnami v tomto prostředí probíhajícími.

Příklad konkrétního provedení zařízení podle vynálezu je schematicky znázorněn v příčném řezu na připojeném výkresu. Příklady konkrétního způsobu měření podle vynálezu jsou objasněny popisem funkce tohoto příkladného provedení zařízení.

Zařízení sestává ze vstupní skříně 2 a výstupní skříně 3. Vstupní skříň 2 je míněna skříň, ve které se budi teplota, působící na vstupní stranu měřeného vzorku 1 a po jejím prostupu měřeným vzorkem 1 je ve výstupní skříně 3, přivrácené k jeho výstupní straně, měřena a sledována její hodnota ovlivněná tímto prostupem. To znamená, že se předpokládá, že teplo prostupuje ve směru od vstupní skříně 2 k výstupní skříně 3. Vstupní skříň 2 i výstupní skříň 3 mají své strany přivrácené k měřenému vzorku 1 otevřené a okraje obou skříní 2, 3 jsou opatřeny těsněním 23, kterým je každá ze skříní 2, 3 utěsněna vůči měřenému vzorku 1.

Plné stěny vstupní skříně 2 i výstupní skříně 3 jsou vytvořeny z materiálu, který má dobré tepelně-izolační vlastnosti, například z pěnového polystyrénu, potaženého pevnými deskami, například dřevěnými. Průchody potřebných kabelů a jiných instalací, které vystupují zevnitř skříní 2, 3 na jejich povrch, jsou co nejdokonaleji tepelně utěsněny. Kromě toho obě skříně 2, 3 jsou vybaveny tepelně-kompenzačním systémem, který na výkresu není blíže naznačen, a pomocí něj se udržují základní nastavené teplotní hodnoty obou skříní 2, 3, aniž by se na vnitřní prostory obou skříní 2, 3 projevoval vliv výkyvů okolního prostředí, obklopujícího obě skříně 2, 3.

Vstupní skříň 2 je vybavena tepelným zdrojem 4 a chladicím systémem 5. Tepelným zdrojem 4 může být například infrazářič, popřípadě jejich sada, nebo elektrické odporové topné těleso. Chladicím systémem 5 je například chladničkový výparník, jehož agregát je umístěn vně vstupní skříně 2, což není blíže na výkresu znázorněno. Tepelný zdroj 4 je připojen elektricky vodivou cestou k programovému regulátoru 8 teploty, který se nachází vně vstupní skříně 2. K programovému regulátoru 8 teploty je připojeno další elektricky vodivou cestou teplotní čidlo 7, nacházející se uvnitř vstupní skříně 2. Chladicí systém 5 je připojen svou elektricky vodivou cestou k regulátoru 10 teploty, který se také nachází vně vstupní skříně 2. K regulátoru 10 teploty je připojeno další elektricky vodivou cestou teplotní čidlo 9, nacházející se uvnitř vstupní skříně 2.

Jak vyplývá z výkresu, je vstupní skříň **2** vybavena cirkulačním systémem **12**, tvořeným uvnitř vstupní skříně **2** se nacházejícími dvěma ventilátory **11** se svými elektromotory **19**, které jsou připojeny svými elektricky vodivými cestami na společný regulátor **13**, ke kterému je připojeno další elektricky vodivou cestou čidlo **28** hodnoty součinitele přestupu tepla.

Výstupní skříň **3** je vybavena mrazicím systémem **6**, kterým je opět výparník umístěný uvnitř výstupní skříně **3** a jeho agregát umístěný vně výstupní skříně **3**. Mrazicí systém **6** je připojen svou elektricky vodivou cestou k regulátoru **25** teploty, který se také nachází vně výstupní skříně **3**. K regulátoru **25** teploty je připojeno svou elektricky vodivou cestou teplotní čidlo **24**, nacházející se uvnitř výstupní skříně **3**.

Výstupní skříň **3** je také vybavena svým cirkulačním systémem **14**, tvořeným uvnitř výstupní skříně **3** umístěnými dvěma ventilátory **21** se svými elektromotory **22**, které jsou připojeny svými elektricky vodivými cestami na společný regulátor **15**, ke kterému je připojeno další elektricky vodivou cestou čidlo **29** hodnoty součinitele přestupu tepla.

Uvnitř vstupní skříně **2** jakož i uvnitř výstupní skříně **3** je umístěna řada snímačů **16** teploty, které jsou buď umístěny volně v prostoru obou skříní **2**, **3**, nebo jsou uchyceny na vstupní či výstupní straně měřeného vzorku **1**. Některé z těchto snímačů **16** teploty mohou být zabudovány přímo v měřeném vzorku. **1**. Všechny snímače **16** teploty jsou svými elektricky vodivými cestami připojeny ke společnému registračnímu přístroji **20**.

Ve vstupní skříně **2** je dále umístěno jednak čidlo **17** povrchového tepelného toku, jednak čidlo **26** adiabatické podmínky. Čidlo **17** povrchového tepelného toku je připojeno svou elektricky vodivou cestou k ukazateli **18** povrchového tepelného toku, umístěnému vně vstupní skříně **2**. Čidlo **26** adiabatické podmínky je připojeno svou vodivou cestou k regulátoru **27** adiabatické podmínky, umístěnému rovněž vně vstupní skříně **2** a připojenému k tepelnému zdroji **4**.

Konkrétně se způsob měření na tomto zařízení provádí následovně:

Měření vzorek **1** se upne mezi obě skříně **2**, **3**, přičemž se dohlíží na to, aby těsnění **23** dobře doléhalo na vstupní a výstupní stranu měřeného vzorku **1**. Před tím se měřený vzorek **1** zváží, změří se jeho rozměry, a popřípadě se stanoví jeho vlhkost.

Poté se ve vstupní skříně **2** zapne tepelný zdroj **4**, ve výstupní skříně **3** se zapne mrazicí systém **6**, na programovém regulátoru **8** teploty se nastaví žádaná teplota plynného média ve vstupní skříně **2** a na regulátoru **25** teploty se také nastaví požadovaná teplota plynného média ve výstupní skříně **3**. Zároveň se zapnou oba cirkulační systémy **12**, **14** v obou skříních **2**, **3**.

Při měření tepelného odporu měřeného vzorku **1** za ustáleného stavu se postupje tak, že se udržují nastavené teploty plynného média v obou skříních **2**, **3** tak dlouho, až se ustálí, a udržuje se kladný teplotní spád, to znamená, že ustálená teplota ve vstupní skříně **2** je po celou dobu měření vyšší, než teplota ve výstupní skříně **3**. Přitom jsou hodnoty součinitele přestupu tepla na obou stranách měřeného vzorku **1**, a tedy i nastavený výkon cirkulačních systémů **12**, **14** irelevantní. Chladicí systém **5** vstupní skříně **2** je během tohoto měření vypnut. Tepelný odpor se pak stanoví buď přímo pomocí čidla **17** povrchového tepelného toku a jeho ukazatele **18**, nebo u zařízení, jehož vstupní skříň **2** je vybavena tepelnou kompenzací, se stanoví nepřímo z výkonu tepelného zdroje **4** vstupní skříně **2**, kterýžto výpočet je u obou postupů dán příslušnými předpisy, například normou.

Měření poměrného poklesu vnitřní povrchové teploty se provádí tak, že se nejprve ustálí střední teplotní spád, to znamená, že teplota plynného média ve vstupní skříně **2** je vyšší než ustálená teplota plynného média ve výstupní skříně **3**. Při tomto měření se již během ustalování teplotního spádu zapne chladicí systém **5** ve vstupní skříně **2**, takže se ustálená teplota plynného média ve vstupní skříně **2** udržuje programovým regulátorem **8** teploty při současném podchlazování plynného média. Po dokonalém ustálení teplot se zapne čidlo **25** adiabatické podmínky se svým regulátorem **27** a tepelný zdroj **4** ve vstupní skříně **2** se přepne z programového regulátoru **8** teploty na regulátor **27** adiabatické podmínky. Chladicí systém **5** ve vstupní skříně **2** se ponechá v původní funkci již nastavené na jeho regulátoru **10** teploty. Obdobně se udržuje v činnosti mrazicí systém **6** se svým regulátorem **25** teploty a jeho teplotním čidlem **24** ve výstupní skříně **3** za účelem udržení konstantní teploty plynného média ve výstupní skříně **3**. Dodržení adiabatické podmínky totiž znamená, že se hodnota součinitele přestupu tepla na vstupní straně měřeného vzorku **1** během celého postupu měření rovná nule, zatímco na výstupní straně měřeného vzorku se udržuje konstantní hodnota součinitele přestupu tepla, obvykle ve výši $23,00 \text{ W/m}^2\text{K}$. Během měření začne teplota ve vstupní skříně **2** klesat, přičemž regulátor **27** adiabatické podmínky zajišťuje, aby v každém okamžiku se teplota povrchu vstupní strany měřeného vzorku **1** rovnala teplotě plynného média ve vstupní skříně **2**. To znamená, že povrchový tepelný tok na povrchu vstupní strany měřeného vzorku **1** se po celou dobu vychládání musí rovnat nule, o čemž musí svědčit také případně instalovaný ukazatel **18** povrchového tepelného toku se svým čidlem **17**. Je-li zařízení vybaveno kompenzací vstupní skříně **2**, vypíná se její funkce během měření poklesu teploty. Měření vychládání probíhá obvykle nejméně po dobu osmi hodin a poměrný pokles vnitřní povrchové teploty se stanoví porovnáním spádu povrchové teploty

na vstupní straně měřeného vzorku **1** a teploty plynného média ve výstupní skříni **3** na začátku měření, během měření a na konci měření.

Způsob měření tepelně-fyzikálních vlastností podle vynálezu, jakož i zařízení podle vynálezu pro provádění tohoto způsobu lze použít nejen pro proměřování vzorků určených pro stavebnictví, ale lze jich použít pro obdobná měření jakýchkoliv vzorků jak v laboratorní praxi, tak i v provozních podmínkách. U jednovrstvých homogenních nebo vícevrstvých souměrných vzorků jsou při měření obě strany měřeného vzorku zaměnitelné a z hlediska tepelně-fyzikálních vlastností identické. U nesouměrných vzorků, to je takových, jejichž vnitřní skladba vrstev není souměrná ke střední rovině, je třeba při měření dbát na to, aby byla orientace měřeného vzorku při jeho zabudování do zařízení přesně dodržena, to znamená, že vstupní strana měřeného vzorku musí směřovat do vstupní skříně a výstupní stranu měřeného vzorku musí směřovat do výstupní skříně.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob měření tepelně-fyzikálních vlastností, například tepelného odporu a poměrného poklesu vnitřní povrchové teploty vzorku, zejména plošného, přičemž se na vstupní i výstupní stranu vzorku působí konstantními teplotami a konstantní teplota působící na vstupní stranu měřeného vzorku je vyšší, než konstantní teplota působící na jeho výstupní stranu, vyznačený tím, že se příkon tepla na vstupní straně měřeného vzorku vypne a teplý povrch vstupní straně měřeného vzorku vypne a teplý povrch vstupní strany měřeného vzorku se nechá vychlázdat, přičemž se zajišťuje rovnost teploty plynného média, obklopujícího vstupní stranu měřeného vzorku s okamžitou teplotou povrchu měřeného vzorku v průběhu vychládání.

2. Způsob měření poměrného poklesu vnitřní povrchové teploty podle bodu 1, vyznačující se tím, že se regulace teploty na vstupní straně měřeného vzorku děje za stálého podchlazování směrem zezdola nahoru ohřevem, přičemž hodnota součinitele přestupu tepla na vstupní straně měřeného vzorku se rovná $0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ a na výstupní straně je od nulové hodnoty různá, např. se rovná $23,00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

3. Způsob měření podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že regulace teplot na obou stranách měřeného vzorku se provádí v plynném médiu, obklopujícím obě strany měřeného vzorku.

4. Způsob měření podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že v plynném médiu se budí jeho uspořádaná cirkulace.

5. Zařízení pro provádění způsobu měření podle bodů 1 až 4, vyznačené tím, že sestává ze vstupní skříně (2) a výstupní skříně (3), z nichž každá je na straně přivrácené k měřenému vzorku (1) otevřená a na svých okrajích přivrácených k měřenému vzorku (1) je každá opatřena těsněním (23) a vstupní skříň (2) obsahuje tepelný zdroj (4) připojený k programovému regulátoru (8) teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo (7), cirkulační systém (12) tvořený nejméně jedním budicím prvkem, například ventilátorem (11), jehož elektromotor (19) je připojen na regulátor (13), k němuž je zároveň připojeno čidlo (28) hodnoty součinitele přestupu tepla, čidlo (17) povrchového tepelného toku uzpůsobené pro uchycení na povrchu měřeného vzorku (1), připojené k ukazateli (18) povrchového tepelného toku, čidlo (26) adiabatické podmínky, uzpůsobené pro uchycení na povrchu měřeného vzorku (1) připojené k regulátoru (27) adiabatické podmínky, který je dále připojen k tepelnému zdroji (4), chladicí systém (5) připojený k regulátoru (10) teploty, k němuž je připojeno zároveň jeho teplotní čidlo (9) a výstupní skříň (3) obsahuje mrazicí systém (6) připojený k regulátoru (25) teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo (24) a cirkulační systém (14), který je tvořen nejméně jedním budicím prvkem, například ventilátorem (21), jehož elektromotor (22) je připojen na regulátor (15), k němuž je zároveň připojeno čidlo (29) hodnoty součinitele přestupu tepla, přičemž snímače (16) teploty připojené k registračnímu přístroji (20) jsou uloženy uvnitř vstupní skříně (2) a výstupní skříně (3) i mezi nimi.

