



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

196569

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 12 11 75
(21) (PV 7647-75)

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

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

(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 teplotního útlumu a fázového zpoždění teplotní vlny, procházející vzorkem, zejména plošným. Vynález řeší i zařízení pro provádění tohoto způsobu měření.

Teorie šíření teplotních vln byla propracována a matematicky podložena řadou fyziků a matematiků světových jmen, jako například Fouriér, Vlasov, Lykov a jiní. 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 dosáhnout a udržet obtížně.

V zásadě se u těchto teoretických propočtů předpokládají ideální podmínky, které jsou však teoretické a nejsou předem experimentálně ověřeny.

Pro praktické použití ať již v laboratorním měřítku nebo přímo ve vývojových podmínkách, zvláště potom pro potřeby stavebnictví, byl vyvinut podle vynálezu způsob měření tepelně-fyzikálních vlastností, například tepelného odporu, teplotního útlumu a fázového zpoždění teplotní vlny vzorku, zejména plošného, to je deskovitého tvaru.

Podstata tohoto způsobu měření podle vynálezu spočívá v tom, že se měřený vzorek vystaví nejméně z jedné své strany pravidelně uspořádaným změnám teploty a pro dosažení tohoto pravidelného uspořádání změn teploty se strana měřeného vzorku, která je těmto pravidelným změnám teploty vystavena, podchlazuje, přičemž se regulace změn teploty děje v průběhu měření směrem zezdola nahoru, to je od nižší teploty k vyšší teplotě.

Tento způsob měření modeluje podmínky, jaké se vyskytují v praxi. Tak například obdobným podmínkám jsou vystaveny stěny budov během 24 hodin, kdy během denních hodin jsou ze své vnější strany postupně ohřívány a v průběhu nočních hodin ochlazovány. Pravidelnosti uspořádání změn teploty zvláště napomáhá zmíněné podchlazování té strany měřeného vzorku, která je právě těmto pravidelným změnám teploty vystavena, a regulace změn teploty je v celém průběhu měření prováděna změnami vyhřívací teploty, což zřetelně napomáhá přesnosti této regulace.

Je výhodné, když se měřený vzorek vystaví pravidelně uspořádaným změnám teploty jen na své jedné straně, kdežto druhá strana měřeného vzorku se vystaví konstantní teplotě.

Výhoda tohoto znaku způsobu měření podle vynálezu spočívá v tom, že se ještě lépe přibližuje dennímu teplotnímu režimu u technických zařízení, zvláště budov, postavených pod širým nebem.

Aby tato výhoda byla ještě zvýrazněna, je možno volit konstantní teplotu jedné strany měřeného vzorku nejvýše rovnou, s výhodou nižší než střední teplotu, již je vystavena druhá strana měřeného vzorku. Toto uspořádání odpovídá například letnímu teplotnímu režimu dne, kdy vně budovy jsou vyšší teploty než uvnitř. Lze samozřejmě tento znak způsobu měření podle vynálezu otočit, aby odpovídal zimnímu teplotnímu režimu dne, kdy vně budovy jsou nižší teploty než uvnitř.

Další výhodné znaky způsobu měření podle vynálezu spočívají v tom, že se ta strana měřeného vzorku vystavená pravidelným změnám teploty podchlazuje buď trvale, nebo ve fázi poklesu teploty, což napomáhá zvláště výrazně přesnosti pravidelných změn teploty jak co do výše teploty, tak co do jejího časového průběhu.

Další výhodné znaky způsobu měření podle vynálezu spočívají v tom, že pravidelně uspořádané změny teploty, jímž je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, mohou být periodické. Potom mohou být spojitě, například harmonické nebo cyklické, nebo mohou být přetržité, například může být jejich průběh pilovitý nebo obdélníkový. Právě tak však mohou být tyto pravidelně uspořádané změny teploty aperiodické.

Výhody všech těchto znaků způsobu měření podle vynálezu spočívají v možnosti co nejdokonalejšího modelování teplotního režimu působícího na měřený vzorek při současném dosažení co největšího počtu variant těchto modelů teplotního režimu.

Zvýšení těchto výhod napomáhá další význak vynálezu, spočívající v tom, že absolutní hodnota rozdílu středních teplot, jímž jsou vystaveny obě ze stran měřeného vzorku, jsou nejméně rovny nule, což znamená, že skutečný rozdíl těchto středních teplot může nabývat hodnot záporných, kladných i nuly.

Podle dalších znaků vynálezu mohou být pravidelně uspořádané změny teploty, jímž je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, buzeny buď v plynném médiu, obklopujícím tuto stranu měřeného vzorku, nebo přímo na povrchu této strany měřeného vzorku ať již sálavým tokem, nebo kontaktně. Výhoda těchto znaků spočívá v tom, že lze použít za účelem jejich dosažení jakéhokoliv tepelného zdroje.

V případě, že se buzení dosahuje v plynném médiu, ukazuje se jako zvláště výhodné pro přesnost a pravidelnost uspořádání změn teploty, když se v plynném médiu budí jeho uspořádaná cirkulace. Touto uspořádanou cirkulací se zároveň řídí intenzita přestupu tepla z plynného média do měřeného vzorku, což přispívá k dosažení žádané podmínky přesnosti měření.

Pro dosažení způsobu měření podle vynálezu se ukázalo výhodné zařízení podle vynálezu, jehož 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 měřicímu vzorku je každá opatřena těsněním. Vstupní skříň, to je skříň přivrácená ke vstupní straně měřeného vzorku, tedy obvykle té straně, v níž jsou buzeny pravidelně uspořádané změny teploty, obsahuje jednak tepelný zdroj připojený k programovému regulátoru teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo, jednak chladicí systém připojený k regulátoru teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo. Výstupní skříň, to je skříň přivrácená k výstupní straně měřeného vzorku, tedy obvykle té straně, která je vystavena konstantní teplotě, obsahuje jednak tepelný zdroj připojený k dalšímu regulátoru teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo, jednak mrazicí systém připojený ke svému regulátoru teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo. Uvnitř vstupní skříně a výstupní skříně a mezi nimi, to je popřípadě přímo v měřeném vzorku, jsou uloženy snímače teploty, připojené k registračnímu přístroji.

Výhodně se jak vstupní skříň, tak i výstupní skříň opatří svým cirkulačním systémem, který budí uspořádanou cirkulaci v plynném médiu. Každý z těchto cirkulačních systémů může být tvořen nejméně jedním budicím prvkem, konkrétně například ventilátorem, jehož elektromotor je připojen na regulátor, k němuž je zároveň připojeno čidlo hodnoty součinitele přestupu tepla, popřípadě čidlo rychlosti proudícího plynného média.

Toto konstrukční uspořádání napomáhá pravidelnosti změn teploty a přesnosti teploty, neboť provádí uspořádanou cirkulaci plynného média a přenosu tepelné energie z plynného média do měřeného vzorku a obráceně.

Zařízení podle vynálezu je dále výhodně opatřeno ve své vstupní skříně čidlem povrchového tepelného toku, které je uzpůsobeno pro uchycení na povrchu měřeného vzorku a je připojené k ukazateli povrchového tepelného toku.

Může být i výhodné pro buzení pravidelných teplotních změn ve výstupní skříně připojit programový regulátor teploty k tepelnému zdroji výstupní skříně.

Může být výhodné, když vstupní skříň, popřípadě i výstupní skříň jsou tepelně kompenzované, to znamená, že kompenzační prostory jsou opatřeny známými žhavicími i chladicími prvky.

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 skříně 2 je v tomto příkladném provedení míněna skříň, ve které se budí změny teploty, jejichž působení je vystaven měřený vzorek 1 a po jejich prostupu jsou ve výstupní skříně 3 sledovány odchylky, které byly způsobeny měřeným vzorkem 1. To znamená, že se předpokládá, že teplotní vlny postupují ve směru od vstupní skříně 2 k výstupní skříně 3, i když vybavení obou skříní 2, 3 dovoluje i obrácený postup teplotní vlny. Vstupní skříň 2 i výstupní skříň 3 mají své strany přivrácené k měřenému vzorku 1 otevřené a jejich okraje jsou opatřeny těsněním 28, kterým je každá z nich utěsněna vůči měřenému vzorku 1. Měřený vzorek 1 je svou vstupní stranou přivrácen ke vstupní skříně 2 a výstupní stranou přivrácen k výstupní skříně 3.

Plné stěny vstupní skříně 2 i výstupní skříně 3 jsou vytvořeny z materiálu, který má dobré tepelně-izolační vlastnosti, například z pěnového polystyrenu, 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 vyznačen, a pomocí nějž se udržují nastavené základní teplotní hodnoty obou skříní 2, 3, aniž by se na vnitřní prostory obou skříní 2, 3 projevoval vliv výkyvů okolního prostředí.

Vstupní skříň 2 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 vlastní elektricky vodivou cestou teplotní čidlo 9, nacházející se uvnitř vstupní skříně 2.

Vstupní skříň 2 je vybavena cirkulačním systémem 29, tvořeným uvnitř vstupní skříně 2 se nacházejícími dvěma ventilátory 11 se svými elektromotory 19, které jsou připojeny elektricky vodivými cestami na společný regulátor 13, ke kterému je připojeno další elektricky vodivou cestou čidlo 12 hodnoty součinitele přestupu tepla.

Výstupní skříň 3 je vybavena dalším tepelným zdrojem 23 a mrazicím systémem 6. Tepelným zdrojem 23 může být například rovněž infrazářič, popřípadě jejich sada, nebo elektrické odporové topné těleso. Mrazicím systémem 6 je opět výparník s agregátem umístěným vně výstupní skříně 3, což není blíže na výkresu znázorněno. Tepelný zdroj 23 je připojen elektricky vodivou cestou k svému regulátoru 27 teploty, který se nachází vně výstupní skříně 3. K regulátoru 27 teploty je připojeno další elektricky vodivou cestou teplotní čidlo 26, umístění uvnitř výstupní skříně 3. Mrazicí systém 6 je připojen svou elektricky vodivou cestou k dalšímu 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 vybavena dalším cirkulačním systémem 30, 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 další čidlo 14 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 také umístěno čidlo 17 povrchového tepelného toku, které je uzpůsobené pro uchycení na povrchu měřeného vzorku 1 a je připojené k ukazateli 18 povrchového tepelného toku.

Konkrétně se způsob měření na tomto zařízení provádí následovně:

Měřený vzorek 1 se upne mezi obě skříně 2, 3, přičemž se dohlíží na to, aby těsnění 28 dobře doléhalo na vstupní i 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 střední 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 29, 30 v obou skříních 2, 3.

Při měření teplotního útlumu a fázového zpoždění periodické teplotní vlny programový regulátor 8 teploty ovládá samočinně tepelný zdroj 4 ve vstupní skříně 2 tak, aby se teplota plynného média ve

vstupní skříni **2** měnila v čase podle požadovaného programu. Zároveň se zapne chladicí systém **5** ve vstupní skříni **2** a zkusmo se odhaduje pomocí regulátoru **10** teploty tak, aby v závislosti na tepelně-technických vlastnostech měřeného vzorku **1** byl výkon chladicího systému **5** i tepelného zdroje **4** ve vstupní skříni **2** v požadovaném souladu, to je aby skutečná změna teploty v čase u plynného média ve vstupní skříni **2** probíhala ve všech fázích podle zadání. Teplota planného média ve výstupní skříni **3** se potom udržuje na konstantní hodnotě buzené mrazicím systémem **6** a nastavené pomocí regulátoru **25** teploty. Požadované výkony cirkulačních systémů **29, 30** se nastaví hned z počátku měření buď manuálně, nebo automaticky zpětnou vazbou prostřednictvím úpravy otáček elektromotorů **19, 22**, popřípadě škrcením proudu plynného média na výkresu nenaznačenými klapkami tak, aby byly v obou skříních **2, 3** na obou stranách měřeného vzorku **1** dosaženy požadované hodnoty součinitelů přestupu tepla, které se snímají jejich čidly **12, 14**.

Měření probíhá tak dlouho, až pominou přechodové jevy a kolísání teploty se stane pravidelným. Potom se teplotní útlum teplotní vlny stanoví porovnáním rozkvy teploty plynného média ve vstupní skříni **2** a rozkvy teploty povrchu výstupní strany měřeného vzorku **1**. Fázové zpoždění teplotní vlny se stanoví v časové míře nebo v úhlové míře z predlevy, s níž se objeví teplotní vlna, buzená v plynném médiu ve vstupní skříni **2**, na povrchu výstupní strany měřeného vzorku **1**. Tato časová prodleva podobně jako poměr rozkvy teploty se nejlépe stanoví ze zápisu průběhu teplot v registračním přístroji **20** na základě údajů snímačů **16** teploty. Kmitavý povrchový tepelný tok se snímá čidlem **17** povrchového tepelného toku a zaznamenává jeho ukazatelem **18**. Během měření tepelného útlumu teplotní vlny a jejího fázového zpoždění se obvykle udržuje teplota plynného média ve výstupní skříni **3** na konstattní hodnotě, je však možno pomocí tepelného zdroje **23**, umístěného ve výstupní skříni **3** a ovládaného programovým regulátorem **8** teploty, vyvozovat pravidelné změny teploty plynného média ve výstupní skříni **3** provádění některých speciálních měření, jako je například modelování oboustranného periodického ohřevu.

Při měření stavebních vzorků skutečných konstrukcí se nejčastěji používá na vstupní straně měřeného vzorku **1** harmonického průběhu změny teploty o jednotné délce trvání teplotních změn – o periodě $86\,400\text{ s}$, to je 24 hodin. Obvykle se používá rozkvy teploty plynného média ve vstupní skříni **2** 30 až 35 K a součinitel přestupu tepla o hodnotě $23,26\text{ W/m}^2\text{ K}$. Na výstupní straně měřeného vzorku **1** se obvykle udržuje konstantní teplota v oboru pod 273 K a součinitel přestupu tepla o hodnotě $8,14\text{ W/m}^2\text{ K}$. Zároveň se obvykle udržuje konstantní střední teplotní spád tak, že střední teplota plynného média na vstupní straně měřeného vzorku **1** je vyšší, než konstantní teplota plynného média na výstupní straně měřeného vzorku **1**, například střední teplota plynného média na vstupní straně měřeného vzorku **1** se udržuje na hodnotě 295,5 K, rozkvy teploty $F17,5\text{ K}$, a na výstupní straně měřeného vzorku **1** se udržuje konstantní teplota v rozmezí 268 až 263 K.

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-technických 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 strana měřeného vzorku musí směřovat do výstupní skříně zařízení.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob měření tepelně-fyzikálních vlastností, například tepelného odporu teplotního útlumu a fázového zpoždění teplotní vlny vzorku, zejména plošného, vyznačující se tím, že se měřený vzorek vystaví nejméně z jedné své strany pravidelně uspořádaným změnám teploty a pro dosažení pravidelného uspořádání změn teploty se strana měřeného vzorku vystavená pravidelným změnám teploty podchlazuje, přičemž se regulace změn teploty děje v průběhu měření směrem zezdola nahoru.

2. Způsob měření podle bodu 1, vyznačující se tím, že se měřený vzorek vystaví pravidelně uspořádaným změnám teploty na své jedné straně, zatímco druhá strana měřeného vzorku se vystaví konstantní teplotě.

3. Způsob měření podle bodu 2, vyznačující se tím, že konstantní teplota jedné strany měřeného vzorku je nejvýše rovna, střední teplotě, které je vystavena druhá strana měřeného vzorku.

4. Způsob měření podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že se strana měřeného vzorku vystavená pravidelným změnám teploty podchlazuje trvale.

5. Způsob měření podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že se strana měřeného vzorku, vystavená pravidelným změnám teploty, podchlazuje ve fázi poklesu teploty.

6. Způsob měření podle bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že pravidelně uspořádané změny teploty, kterým je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, jsou periodické.

7. Způsob měření podle bodů 1 až 6, vyznačující se tím, že pravidelně uspořádané změny teploty, kterým je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, jsou spojitě, například harmonické nebo cyklické.

8. Způsob měření podle bodů 1 až 6, vyznačující se tím, že pravidelně uspořádané změny teploty, kterým je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, jsou přetržité, například je jejich průběh pilovitý nebo obdélníkový.

9. Způsob měření podle bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že pravidelně uspořádané změny teploty, kterým je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, jsou aperiodické.

10. Způsob měření podle bodů 1 až 9, vyznačující se tím, že absolutní hodnota rozdílu středních teplot, kterým jsou vystaveny obě strany měřeného vzorku, jsou nejméně rovny nule.

11. Způsob měření podle bodů 1 až 10, vyznačující se tím, že pravidelně uspořádané změny teploty, kterým je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, jsou buzeny v plynném médiu, obklopujícím tuto stranu měřeného vzorku.

12. Způsob měření podle bodů 1 až 10, vyznačující se tím, že pravidelně uspořádané změny teploty, kterým je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, jsou v této straně měřeného vzorku buzeny sálavým tokem.

13. Způsob měření podle bodů 1 až 10, vyznačující se tím, že pravidelně uspořádané změny teploty, kterým je vystavena nejméně jedna strana měřeného vzorku, jsou v této straně měřeného vzorku buzeny kontaktně.

14. Způsob měření podle bodů 1 až 11, vyznačující se tím, že v plynném médiu, obklopujícím nejméně jednu stranu měřeného vzorku, která je vystavena pravidelně uspořádaným změnám teploty, se budí jeho uspořádaná cirkulace.

15. Zařízení pro provádění způsobu měření podle bodů 1 až 14, vyznačující se 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 (28), a vstupní skříň (2) obsahuje jednak tepelný zdroj (4) připojený k programovému regulátoru (8) teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo (7), jednak chladicí systém (5) připojený k regulátoru (10) teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo (9), a výstupní skříň (3) obsahuje jednak tepelný zdroj (23), připojený k dalšímu regulátoru (27) teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo (26), jednak mrazicí systém (6) připojený k regulátoru (25) teploty, k němuž je zároveň připojeno jeho teplotní čidlo (24), a uvnitř vstupní skříně (2) a výstupní skříně (3) a mezi nimi jsou uloženy snímače (16) teploty připojené k registračnímu přístroji (20).

16. Zařízení podle bodu 15, vyznačující se tím, že vstupní skříň (2) obsahuje cirkulační systém (29).

17. Zařízení podle bodů 15 a 16, vyznačující se tím, že výstupní skříň (3) obsahuje cirkulační systém (30).

18. Zařízení podle bodů 15 až 17, vyznačující se tím, že každý z cirkulačních systémů (29, 30) je tvořen nejméně jedním budícím prvkem, například ventilátorem (11, 21), jehož elektromotor (19, 22) je připojen na regulátor (13, 15), k němuž je zároveň připojeno čidlo (12, 14) hodnoty součinitele přestupu tepla.

19. Zařízení podle bodů 15 až 18, vyznačující se tím, že vstupní skříň (2) obsahuje čidlo (17) povrchového tepelného toku uzpůsobené pro uchycení na povrchu měřeného vzorku (1) a připojené k ukazateli (18) povrchového tepelného toku.

20. Zařízení podle bodů 15 až 19, vyznačující se tím, že programový regulátor (8) teploty je připojen k tepelnému zdroji (23) výstupní skříně (3).

