



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

251 163

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 22 12 84
(21) PV 10299-84

(51) Int. Cl.⁴

G 01 N 25/18

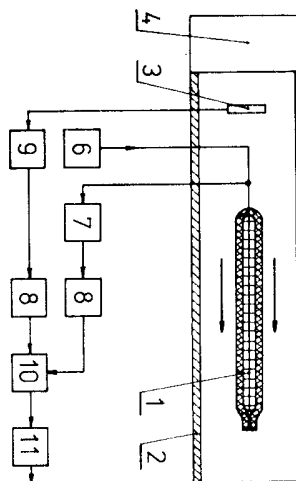
(40) Zveřejněno 13 11 86
(45) Vydáno 01 09 88

(75)
Autor vynálezu

MARKES RUDOLF ing. CSc.,
HOLEC JAROSLAV, LIBEREC

(54) Zařízení pro měření tepelné propustnosti plošných textilií

Měřená textilie je umístěna mezi měřicí součásti a proudícím vzduchem v potrubí. Měřicí součást je provedena ve tvaru desky nebo vrstvy a obsahuje elektricky vodivý nebo polovodivý materiál. V potrubí je umístěno čidlo teploty, které je spojeno s ústrojím pro dopravu vzduchu. Měřicí součást je elektricky spojena s obvodem pro dodávání příkonu a s procesorem přes převodník a analogově číslicový převodník. K procesoru je přes zesilovač a analogově číslicový převodník připojeno čidlo teploty. Na výstup procesoru je napojeno indikační a výstupní ústrojí. V alternativním zapojení je možno analogově číslicové převodníky a převodník odpor - napětí či odpor - proud vynechat. Zařízení může být využito také k měření tepelné propustnosti jiných materiálů než plošných textilií, rovněž tak ke zjišťování tepelného odporu.



Vynález se týká zařízení pro měření tepelné propustnosti plošných textilií, založeného na dodávání elektrického příkonu.

Tepelnou propustností plošné textilie rozumíme její měrnou tepelnou prostupnost čili na jednotku teplotního rozdílu vztažený měrný tepelný tok v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími o definovaných vlastnostech a různých teplotách, mezi nimiž je plošná textilie umístěna. Tato prostředí jsou obvykle tvořena tuhým tělesem a proudícím vzduchem.

Znamé metody k měření tepelné propustnosti plošných textilií jsou založeny na zjišťování tepelného toku na povrchu tuhého tělesa nebo na zjišťování tohoto tepelnému toku odpovídajícího příkonu, přiváděného do tuhého tělesa. K měření používaná zařízení jsou vybavena čidlem tepelného toku nebo součástí, vytvořenou z elektrického vodiče či polovodiče, sloužící k dodávání příkonu, z ústrojí, zajišťujících vyhodnocení signálů a z ústrojí, zajišťujících potřebné vlastnosti prostředí, tj. teplotu tuhého tělesa a rychlost proudění a případně i teplotu vzduchu.

Nevýhodou známých zařízení pro měření tepelné propustnosti plošných textilií, založených na dodávání příkonu, je zejména potřeba termostatování tuhého tělesa a z toho plynoucí složitost provedení. Je třeba použít i poměrně náročné obvody ke zpracování informace o dodávaném příkonu, odpovídajícím tepelnému toku při daném teplotním rozdílu.

Tyto nevýhody jsou odstraněny nebo potlačeny v zařízení podle vynálezu, jímž je zařízení pro měření tepelné propustnosti plošných textilií s měřenou textilií umístěnou mezi měřicí součásti ve tvaru desky či vrstvy, obsahující elektricky vodivý či polovodivý materiál a mezi proudícím vzduchem, jehož podstatou je to, že měřicí součást, případně jednostranně tepelně izolovaná, je buď umístěna uvnitř, nebo tvoří část stěny potrubí, jehož část může být odklopná či demontovatelná, v němž je umístěno čidlo teploty, které je spojeno s ústrojím pro dopravu vzduchu a popřípadě pro nastavení dopravovaného množství vzduchu. Měřicí součást je elektricky spojena s obvodem pro dodávání příkonu a s procesorem, k němuž je přes zesilovač elektricky připojeno čidlo teploty a přímo napojeno indikační a výstupní ústrojí. Mezi procesor a měřicí součást může být vřazen převodník odpor - napětí či odpor - proud. V alternativním zapojení je mezi procesor a převodník odpor - napětí či odpor - proud vřazen analogově číslicový převodník. Dále může být též analogově číslicový převodník vřazen mezi procesor a zesilovač a mezi procesor a indikační a výstupní ústrojí.

Měřicí součást může být provedena jako vinutí z kovového drátu nebo pásku, popřípadě jako jednostranné vinutí uspořádané do tvaru meandru nebo jako vrstva kovu či polovodiče, uspořádaná případně do tvaru meandru, spirály a podobně, na povrchu elektrického izolantu. Tato vrstva může být na povrchu opatřena vrstvou elektrického izolantu.

Obvod pro dodávání příkonu může být proveden jako odpor zapojený v sérii s měřicí součástí a připojený na zdroj konstantního napětí a může tvořit zároveň jednu větev můstku převodníku odpor - napětí či odpor - proud. Analogově číslicový převodník nebo převodníky a/nebo indikační a výstupní ústrojí mohou být začleněny do procesoru, takže tvoří jeho součást. Obvod pro dodávání příkonu může být připojen na řízené stejnosměrné napětí, též na střídavé nebo obdélníkové napětí.

Spojením měřicí součásti s obvodem pro dodávání příkonu a s převodníkem odpor - napětí či odpor - proud je při známé teplotní závislosti měřicí součásti dána možnost zjišťovat teplotu v ní a z této teploty a teploty proudícího vzduchu určit tepelnou propustnost plošné textilie. Tak odpadá potřeba termostatování, takže zařízení podle vynálezu může být vytvořeno jako jednoduché po strojní i elektrické stránce.

Zařízení podle vynálezu je dále vysvětleno na příkladech provedení a znázorněno na výkresu, kde značí obr. 1 jednu jeho variantu a obr. 2 druhou variantu provedení.

Podle obr. 1 je v potrubí 2 umístěna měřicí součást 1 a dále čidlo 3 teploty spojené s ústrojím 4 pro dopravu vzduchu. Měřicí součást 1 je elektricky spojena s obvodem 6 pro dodávání příkonu a s procesorem 10, a to přes převodník 7 odpor - napětí či odpor - proud a analogově číslicový převodník 8. Čidlo 3 teploty je spojeno s procesorem 10 přes zesilovač 9 a přes analogově číslicový převodník 8. Na procesor 10 je napojeno indikační a výstupní ústrojí 11. V základním zapojení je možno analogově číslicové převodníky 8 a převodník 7 odpor - napětí či odpor - proud vynechat.

Alternativní umístění měřicí součásti 1 je znázorněno na obr. 2, kde měřicí součást 1 tvoří část stěny potrubí 2 a je překryta z jedné strany tepelně izolační částí 5. Měřicí součást 1 je spojena jednak s obvodem 6 pro dodávání příkonu a jednak s procesorem 10 přes převodník 7 odpor - napětí či odpor - proud. Čidlo 3 teploty je spojeno s procesorem 10 přes zesilovač 9. Na procesor 10 je napojeno indikační a výstupní ústrojí 11 přes analogově číslicový převodník 8. V základním zapojení je možno analogově číslicový převodník 8 a převodník 7 vynechat.

V obou příkladných uspořádáních zařízení podle obr. 1 a 2 mohou analogově číslicový převodník 8 a též indikační a výstupní ústrojí 11 tvořit součást procesoru 10.

Obvod 6 pro dodávání příkonu je proveden jako odpor, zapojený do série s měřicí součástí 1 a připojený na zdroj napětí.

Zařízení podle vynálezu je dále vysvětleno na příkladech.

Příklad 1

Zařízení je schematicky znázorněno na obr. 1. Měřicí součást 1 má tvar desky o tloušťce 2 mm a je na ploše 100 x 100 mm opatřena po obou stranách vinutím niklového drátu $\varnothing$ 0,25 mm s roztečí 1 mm. Při 20 °C má elektrický odpor 25 Ω , teplotní závislost odporu činí 0,7 %·K⁻¹. Je umístěna v potrubí 2, obdélníkového průřezu, jehož vrchní část je odklopná, na obr. 1 neznázorněno. Potrubí 2 je opatřeno čidlem 3 teploty, provedeným jako křemíkový odporový teploměr a je spojeno s ústrojím 4 pro dopravu a nastavení dopravovaného množství vzduchu, provedeným jako ventilátor s nastavitelnou žaluzií. Měřicí součást 1 je elektricky spojena s obvodem 6 pro dodávání příkonu, představovaným odporem 25,87 Ω v sérii s měřicí součástí 1, připojeným na zdroj napětí 10 V. Převodník 7 odpor - napětí je proveden jako můstek, tvořený vedle měřicí součásti 1 a sériového odporu dvěma dalšími odpory 250 Ω a 258,7 Ω , který je spojen s rozdílovým zesilovačem. Čidlo 3 teploty zapojené v můstku je spojeno se zesilovačem 9. Výstup převodníku 7 odpor-napětí a výstup zesilovače 9 jsou spojeny přes analogově číslicové převodníky 8 s procesorem 10, provedeným jako mikropočítač, jenž je spojen s indikačním ústrojím 11, provedeným jako zobrazovač s kapalnými krystaly.

Funkce zařízení je taková, že po upevnění plošné textílie kolem měřicí součásti 1, což se provede při odklopené části potrubí 2 pomocí neznázorněné svorky, a po přiklopení potrubí 2 se žaluzií, ústrojím 4 pro dopravu a nastavení dopravovaného množství vzduchu nastaví rychlost proudění na 3 m.s⁻¹.

Obvod 6 pro dodávání příkonu dodává do měřicí součásti 1 příkon, který je v rozmezí teplot měřicí součásti od 17 °C do 33 °C roven 0,96636 W s přesností lepší než $\pm 0,02 \%$. Tím dochází k růstu teploty v měřicí součásti 1. Na výstupu převodníku 7 odpor - napětí je napětí, které je nelineární funkcí této teploty, danou velikostí odporů můstku a teplotní závislostí elektrického odporu měřicí součásti 1 a které je při 20 °C rovno nule. Toto napětí se v analogově číslicovém převodníku 8 zpracovává na číslicový signál, který se přivádí do procesoru 10. Stejně je v zesilovači 9 a v analogově číslicovém převodníku 8 zpracována informace o teplotě v čidle 3 na číslicový signál, přiváděný do procesoru 10. Procesor 10 provádí podle programu, uloženého v jeho pevné paměti, linearizaci obou vstupních signálů a dále výpočet výstupního signálu, odpovídajícího tepelné propustnosti zkoušené plošné textilie v souladu se vztahem:

$$B = N \cdot F^{-1} \cdot (T - T_0)^{-1} \quad (1)$$

- kde B je tepelná propustnost plošné textilie ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
 N je příkon dodávaný do měřicí součásti (W)
 F je plocha měřicí součásti, uplatňující se při sdílení tepla, zde plocha vinutí po obou stranách (m^2)
 T je teplota v měřicí součásti v ustáleném stavu (K)
 T_0 je teplota vzduchu v potrubí (K)

Výstupní signál z procesoru 10 je v indikačním ústrojí 11 převeden na optickou informaci. Na zobrazovači je indikována přímo hodnota tepelné propustnosti ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Zařízení je určeno k měření tepelné propustnosti v rozsahu hodnot, vyskytujících se u plošných textilií, tj. $5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ až $35 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Teplotní rozdíl $T - T_0$ při tom v souladu se vztahem (1) činí 9,664 K, případně 1,381 K.

Příklad 2

251 163

Zařízení opět odpovídá obr. 1 s tím rozdílem, že měřicí součást 1 má tvar válce s osou kolmou k rovině výkresu obvod válce činí 100 mm. Všechny části a obvody jsou stejné jako v příkladu 1 s výjimkou měřicí součásti 1 a obvodu 6 pro dodávání příkonu. Měřicí součást 1 je vytvořena vinutím niklového drátu o $\varnothing$ 0,125 mm na povrchu trubky z elektrického izolantu. Vinutí je provedeno v délce 100 mm, má stoupání 1 mm a je zalito epoxidovým lakem. Elektrický odpor měřicí součásti 1 při 20 °C je 50 Ω a teplotní závislost odporu 0,7 % $\cdot$ K⁻¹. Obvod 6 pro dodávání příkonu je tvořen odporem 51,74 Ω , připojeným na stejnosměrné napětí 10 V. Funkce zařízení je stejná jako v příkladu 1 s tím, že zkoušená plošná textilie je upevněna kolem válcové měřicí součásti 1, jejíž plocha, podílející se na sdílení tepla, je poloviční než v příkladu 1. Poloviční je také dodávaný příkon, takže teplotní rozdíl $T - T_0$ je v souladu se vztahem (1) stejný jako v příkladu 1.

Příklad 3

Zařízení je schematicky znázorněno na obr. 2. Měřicí součást 1 je vytvořena jako platinová vrstva o tloušťce 0,01 mm, uspořádaná do tvaru meandru na povrchu keramické desky. Má plochu, uplatňující se při sdílení tepla, rovnou 0,005 m², elektrický odpor při 20 °C rovný 12 Ω a teplotní součinitel odporu 0,388 % $\cdot$ K⁻¹. Platinová vrstva je pokryta silikonovým lakem. S měřicí součástí 1 je mechanicky spojena tepelně izolační část 2, jejíž tepelná propustnost činí 2 W $\cdot$ m⁻² $\cdot$ K⁻¹. Pomocí neznázorněného mechanismu jsou měřicí součást 1 a tepelně izolační část 2 odklopně spojeny s potrubím 2, opatřeným čidlem 3 teploty, provedeným jako perličkový termistor s odporem 2 200 Ω a záporným teplotním součinitelem odporu. Potrubí 2 je spojeno s ústrojím 4 pro dopravu a nastavení dopravovaného množství vzduchu, provedeným jako ventilátor s nastavitelnou klapkou. Obvod 6 pro

dodávání příkonu je proveden jako odpor $12,46 \Omega$, připojený přes kondenzátor ke stabilizovanému zdroji střídavého napětí 50 Hz o efektivní hodnotě 3 V. Převodník 7 odpor - napětí je proveden jako můstek, napájený stejnosměrným napětím 5 V, tvořený kromě měřicí součásti 1 ještě odporem 216Ω a odpory 240Ω a 2160Ω , který je připojen k rozdílovému zesilovači, opatřenému filtrem pro potlačení kmitočtu 50 Hz. Čidlo 3 teploty, tvořené termistorem, je spojeno přes odpor zvolené hodnoty s invertujícím vstupem zesilovače 9. Ten dává v rozmezí teplot od 20°C do 40°C výstupní napětí přímo úměrné teplotě s chybou menší než $0,035 \text{ K}$. Převodník 7 a zesilovač 9 jsou připojeny na vstup procesoru 10, provedeného jako analogový, vybavený rozdílovým zesilovačem, převodníkem napětí - střída a pulsní násobičkou. Výstup z procesoru 10 je spojen s analogově číslicovým převodníkem 8 a ten pak s indikačním ústrojím 11, tvořeným dekodérem a trojmístným dekadickým svítivkovým zobrazovačem.

Funkce zařízení je taková, že po odklopení měřicí součásti 1 a tepelně izolační části 5 se mezi tyto části a mezi potrubí 2 vloží zkoušená plošná textilie, měřicí součást 1 s izolační částí 5 se přiklopí a pomocí klapky ústrojí 4 pro dopravu a nastavení dopravovaného množství vzduchu se nastaví v potrubí 2 rychlost proudění 3 m.s^{-1} . Obvodem 6 pro dodávání příkonu a můstkem převodníku 7 odpor - napětí je do měřicí součásti 1 dodáván příkon, který je v rozmezí teplot od 17°C do 35°C roven $0,201 \text{ W}$ s přesností lepší než $\pm 0,15 \%$. Napětí na výstupech převodníku 7 a zesilovače 9 je přivedeno do procesoru 10. V něm je analogovým způsobem realizován výpočet podle vztahu, odpovídajícího danému uspořádání

$$B = N \cdot F^{-1} \cdot (T - T_0)^{-1} - B_p \quad (2) ,$$

kde B_p je tepelná propustnost tepelně izolační části

$$(\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1})$$

B, N, F, T a T_0 mají výše uvedený význam.

Výpočet se provádí tak, že v rozdílovém zesilovači získané napětí, úměrné rozdílu teplot v měřicí součásti 1 a v potrubí 2, se zavede do převodníku napětí - střída, kde je generováno obdélníkové napětí o střídě

$$d = k \cdot U_r^{-1} - r \quad (3)$$

kde d je střída obdélníkového napětí (1)

U_r je napětí, úměrné teplotnímu rozdílu $T - T_0$ (V)

k je součinitel, daný parametry převodníku (V)

r je veličina, určená nastavovacím prvkem v převodníku (1)

Se střídou podle vztahu (3) je spínáno vstupní napětí U_i pulsní násobičky s bezkontaktním spínačem a aktivním RC filtrem. Pro výstupní napětí násobičky platí vztah

$$U_v = U_i \cdot (k U_r^{-1} - r) \quad (4)$$

kde U_v je výstupní napětí pulsní násobičky (V)

U_i je vstupní, zde konstantní nebo nastavitelné, napětí pulsní násobičky (V) a

U_r , k , r mají výše uvedený význam.

Tím je zajištěn přepočet napětí U_r , úměrného teplotnímu rozdílu $T - T_0$, na napětí U_v , úměrné tepelné propustnosti. Přenosy obvodů procesoru 10, převodníku 7, analogově číslicového převodníku 8 a zesilovače 9 jsou voleny tak, že na zobrazovači indikačního ústrojí 11 je indikována přímo tepelná propustnost ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Měřicí rozsah zařízení je stejný jako v příkladech 1 a 2, teplotní rozdíl podle vztahu (2) se pohybuje v mezích od 1,086 K do 5,743 K.

Příklad 4

251 163

Zařízení podle tohoto příkladu odpovídá obr. 2 až na to, že obvod 6 pro dodávání příkonu je spojen s výstupem převodníku 7 a že je vypuštěn analogově číslicový převodník 8.

Části a ústrojí jsou stejné jako v příkladu 3 až na měřicí součást 1, obvod 6 pro dodávání příkonu, převodník 7 a indikační ústrojí 11. Měřicí součást 1 je tvořena osmi shodnými plochými termistory, zapojenými do série, jejichž celková plocha činí $0,0009 \text{ m}^2$ a které mají při 20°C výsledný elektrický odpor 270Ω . Obvod 6 pro dodávání příkonu je proveden jako řízený zdroj obdélníkového napětí s proměnnou střídou a převodník 7 je proveden až na hodnoty součástek stejně jako zesilovač 9, který je stejný jako v příkladu 3. Indikační ústrojí 11 je provedeno jako magnetoelektrický voltmetr.

Funkce zařízení je taková, že při vloženém vzorku plošné textilie dochází v důsledku dodávání příkonu, v rozmezí teplot 20°C až 40°C rovného s přesností $\pm 0,08 \%$ $0,052 \text{ W}$, k zvyšování teploty v měřicí součásti 1. Informace o této teplotě je pomocí převodníku 7 převedena na napětí jí úměrné a zavedena do procesoru 10 a také do obvodu 6 pro dodávání příkonu, kde je využita k řízení střídou obdélníkového napětí. Informace o teplotě v potrubí 2 je zpracována pomocí zesilovače 9 a zavedena také do procesoru 10. Výpočet v procesoru 10 je proveden stejně jako v příkladu 3. Výstupní napětí procesoru je zavedeno do indikačního ústrojí 11, kde je tepelná propustnost indikována prostřednictvím výchylky ručky magnetoelektrického voltmetru.

Příklad 5

251 163

Zařízení odpovídá obr. 2. Části a obvody jsou stejné jako v příkladu 3 s výjimkou měřicí součásti 1, obvodu 6 pro dodávání příkonu, převodníku 7 odpor - proud a procesoru 10. Měřicí součást 1 je vytvořena jako jednostranné meandrové vinutí niklového drátu $\varnothing 0,18$ mm, provedené s roztečí 1 mm na povrchu desky z polyesterového skelného laminátu. Plocha vinutí je $0,005 \text{ m}^2$, odpor vinutí při 20°C činí 12Ω , teplotní závislost odporu má součinitel $0,7 \text{ \%}\cdot\text{K}^{-1}$. Obvod 6 pro dodávání příkonu je proveden jako odpor $12,8 \Omega$, připojený přes kondenzátor ke zdroji obdélníkového napětí 1 000 Hz se střídou 0,5 a rozkmitem 6 V. Převodník 7 odpor - proud je proveden jako převodník odpor - napětí v příkladu 3, doplněný převodníkem napětí - proud a lišící se tím, že je v něm potlačen přenos kmitočtu 1 000 Hz. Procesor 10 je na vstupu pro signál, odpovídající teplotě v měřicí součásti 1, vybaven odporem, na němž se proudem z převodníku 7 odpor - proud vytváří odpovídající napětí.

Funkce zařízení je jinak stejná jako v příkladu 3.

Zařízení podle vynálezu může být využito také k měření tepelné propustnosti jiných materiálů než plošných textilií, například stavebních materiálů, nebo také k zjišťování tepelného odporu, který je veličinou reciprokou k tepelné propustnosti.

Při dostatečně malé kapacitě měřicí součásti může zařízení podle vynálezu sloužit k sledování průběhu neustáleného sdílení tepla. Na základě vyhodnocení časové závislosti teplotního rozdílu lze určit tepelné veličiny, uplatňující se při neustáleném sdílení tepla, jako tepelnou kapacitu a podobně.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

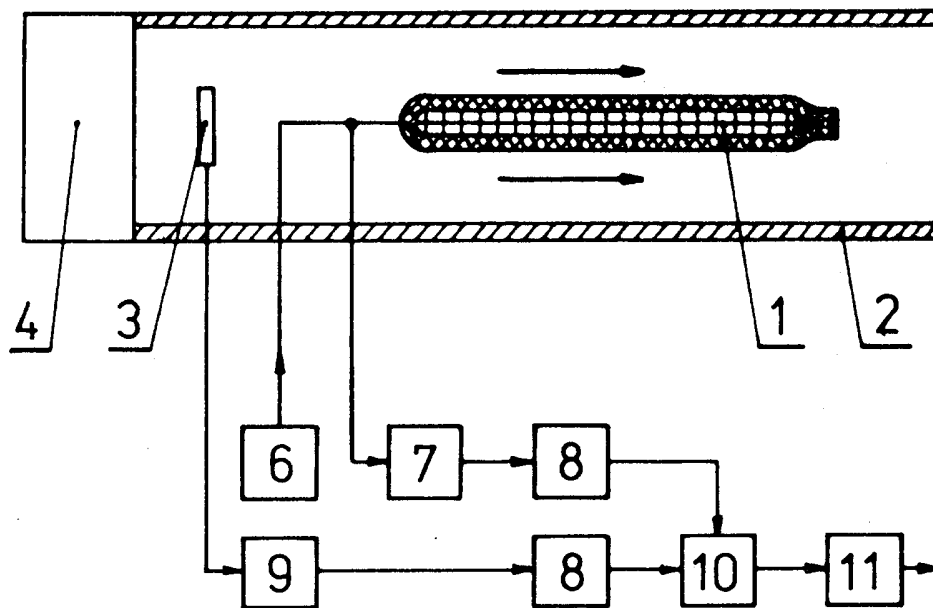
251 163

1. Zařízení pro měření tepelné propustnosti plošných textilií, s měřenou textilií umístěnou mezi měřicí součásti ve tvaru desky či vrstvy, obsahující elektricky vodivý či polovodivý materiál, a proudícím vzduchem, vyznačené tím, že měřicí součást (1), popřípadě po jedné straně opatřená tepelně izolační částí (5), je umístěna uvnitř nebo tvoří část stěny potrubí (2), jehož část je popřípadě odklopná nebo demontovatelná, v němž je umístěno čidlo (3) teploty, které je spojeno s ústrojím (4) pro dopravu vzduchu a popřípadě pro nastavení dopravovaného množství vzduchu, přičemž měřicí součást (1) je elektricky spojena s obvodem (6) pro dodávání příkonu a s procesorem (10), k němuž je přes zesilovač (9) elektricky připojeno čidlo (3) teploty a přímo napojeno indikační a výstupní ústrojí (11).
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že měřicí součást (1) je provedena jako vinutí z kovového drátu či pásku, popřípadě jako jednostranné vinutí uspořádané do meandru nebo jako vrstva kovu či polovodiče, uspořádaná do spirály nebo meandru na povrchu elektrického izolantu a popřípadě opatřená na povrchu elektricky izolační vrstvou.
3. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že obvod (6) pro dodávání příkonu je proveden jako odpor zapojený do série s měřicí součástí (1) a připojený, popřípadě přes kondenzátor, na zdroj konstantního nebo řízeného stejnosměrného, střídavého nebo obdélníkového napětí.
4. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že mezi procesor (10) a měřicí součást (1) je vřazen převodník (7) odpor - napětí či odpor - proud.
5. Zařízení podle bodu 1 a 4, vyznačené tím, že mezi procesor (10) a převodník (7) odpor - napětí či odpor - proud je vřazen analogově číslicový převodník (8).

6. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi procesor (10) a zesilovač (9) a mezi procesor (10) a indikační a výstupní ústrojí (11) je vřazen analogově číslicový převodník (8).
7. Zařízení podle bodu 1, 5 a 6, vyznačené tím, že analogově číslicový převodník (8) a/nebo indikační a výstupní ústrojí (11) tvoří součást procesoru (10).

1 výkres

OBR. 1



OBR. 2

