

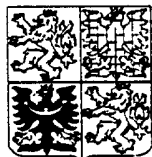
PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

281 821

ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **799-93**

(22) Přihlášeno: 03. 05. 93

(40) Zveřejněno: 16. 11. 94

(47) Uděleno: 10. 12. 96

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 12. 02. 97

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:
G 01 K 13/04

(73) Majitel patentu:

Hes Luboš ing. DrSc., Liberec, CZ;

(72) Původce vynálezu:

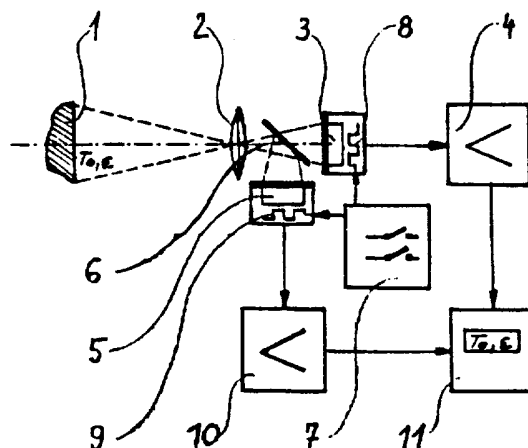
Hes Luboš ing. DrSc., Liberec, CZ;

(54) Název vynálezu:

**Způsob bezkontaktního měření
povrchové teploty a/nebo emisivity
objektů**

(57) Anotace:

Způsob je založen na principu snímání z měřeného objektu (1) vystupujícího infračerveného záření pomocí alespoň dvou detektorů (3, 5) infračerveného záření. Jednotlivé detektory (3, 5) infračerveného záření se přiváděním tepla udržují na rozdílných středních teplotách (T_1 , T_2), čímž se získají odlišné a nezávislé výstupní signály (U_1 , U_2) těchto detektorů (3, 5) pro stanovení povrchové teploty (T_0) a/nebo emisivity měřeného objektu (1).



CZ 281 821 B6

Způsob bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů, na principu snímání z měřeného objektu vystupujícího infračerveného záření alespoň dvěma detektory infračerveného záření.

Dosavadní stav techniky

Bezkontaktní měření teploty, zejména pohybujících se objektů, je častým požadavkem, např. v průmyslu textilním, papírenském a plastikářském. Bez vyřešení tohoto problému nelze mnohé z těchto procesů řídit, regulovat a optimalizovat.

K řešení uvedeného problému se používají buď bezkontaktní teploměry konvekční nebo radiační.

První z uvedených jsou levné, musí však být instalovány v blízkosti měřeného objektu, což není vždy možné.

Radiační teploměry neboli pyrometry, založené na snímání infračerveného záření vystupujícího z objektu, jsou silně závislé na emisních vlastnostech, to znamená vyzařovací schopnosti nebo také stupni černosti měřeného objektu. Chybu měření navíc zvyšuje absorbce infračerveného záření v prostoru mezi měřeným objektem a pyrometrem, obsahujícím detektor infračerveného záření.

Chyba měření způsobená neznalostí nebo proměnlivostí emisivity objektu a absorbcí infračerveného záření se snižuje při použití tzv. dvou nebo vícepásmového pyrometru. U těchto přístrojů, založených na teorii vícepásmové pyrometrie, se infračervené záření vystupující z objektu rozdělí pomocí optických filtrů na pásma o rozdílné vlnové délce, přičemž příslušné detektory udržované na shodné teplotě snímají záření pouze ve zvolených pásmech. Tím vzniká soubor nezávislých signálů, umožňujících za jistých podmínek vyloučit vliv emisivity měřeného objektu ve výsledném vztahu pro výpočet teploty měřeného objektu.

Mezi uvedené podmínky patří zejména předpoklad nezávislosti emisivity měřeného objektu na jeho teplotě, nebo shodný vzrůst spektrální emisivity objektu s teplotou. Podobně také absorbce infračerveného záření v atmosféře musí být ve všech měřených pásmech infračerveného spektra shodná.

V praxi jsou tyto požadavky při nižších měřených teplotách téměř nespílitelné. Proto jsou pásmové pyrometry používány pouze při vyšších teplotách; i zde však v důsledku např. spektrálně závislé oxidace kovů vzniká řada problémů, které se autoři metod vícepásmové pyrometrie snaží řešit použitím až šesti kanálů.

Protože však cena jednoho pásmového infračerveného filtru, založeného na použití až deseti tenkých polovodivých vrstev, převyšuje cenu celého pyrometru bez filtru, je nasnadě, že již dvoupásmový pyrometr s těmito filtry je až třikrát dražší než běžný pyrometr.

Proto se dnes používají jiné metody, umožňující stanovit emisivitu měřeného objektu jiným způsobem. Mezi nejnovější patří použití laseru, jehož záření je po odrazu od objektu porovnáváno s původním zářením, čímž se získá údaj úměrný emisivitě objektu. Tato metoda je však také finančně velmi náročná. Zařízení je rozměrné, vyžaduje složitou instalaci a kvalifikovanou obsluhu. V běžné praxi se proto žádná z uvedených metod zatím nepoužívá, ani není komerčně úspěšná.

Podstata vynálezu

Nevýhody stávajících způsobů bezkontaktního měření povrchové teploty objektů na principu snímání infračerveného záření vystupujícího z měřeného objektu pomocí nejméně dvou detektorů infračerveného záření jsou odstraněny způsobem podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že jednotlivé detektory infračerveného záření se přiváděním tepla udržují na rozdílných středních teplotách, čímž se získají odlišné a nezávislé výstupní signály těchto detektorů pro stanovení povrchové teploty a/nebo emisivity měřeného objektu.

Zejména pro střední oblast měřených teplot, tj. do $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ která odpovídá technologiím zpracování textilu, papíru a plastů, je výhodné, je-li rozdíl středních teplot detektorů infračerveného záření alespoň $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Přehled obrázků na výkrese

Příkladné provedení zařízení k provádění způsobu bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů podle vynálezu je k objasnění tohoto způsobu schematicky znázorněno na výkrese.

Příklady provedení vynálezu

Infračervené záření vysílané měřeným objektem 1 je čočkou 2 soustředěno na první detektor 3 infračerveného záření o teplotě T_1 . Výstup tohoto prvního detektoru 3 je připojen k prvnímu zesilovači 4, který může mít i jiné funkce. Na výstupu tohoto v podstatě lineárního prvního zesilovače 4 je pak k dispozici zesílený signál U_1 prvního detektoru 3 infračerveného záření. Na druhý detektor 5 infračerveného záření o teplotě T_2 se infračervené záření přivádí buď kontinuálně pomocí polopropustného zrcadla 6, umístěného mezi čočkou 2 a prvním detektorem 3, jak je znázorněno, nebo diskontinuálně pomocí vibrační nebo rotační clony, která v jedné krajní poloze odráží veškeré záření soustředěné čočkou 2 na druhý detektor 5, v druhé poloze pak toto záření propouští na první detektor 3. Výstup druhého detektoru 5 je připojen ke druhému zesilovači 10. Na výstupu druhého zesilovače 10 je k dispozici zesílený signál U_2 druhého detektoru 5 infračerveného záření.

Protože detektory 3 a 5 jsou pomocí regulátoru 7 a topných prostředků 8, 9 umístěných v blízkosti detektorů 3, 5 udržovány na různých teplotách, dostáváme na zesilovačích 4 a 10 dva odlišné a nezávislé signály, které jsou přiváděny do počítače 11,

s nímž jsou zesilovače propojeny. V počítači 11 jsou potom oba signály, lišící se příkladně amplitudou, dosazeny do konečného vztahu pro stanovení teplot objektů, který poskytuje výslednou teplotu objektu T , nezávislou na emisivitě objektu a absorpci infračerveného záření v atmosféře mezi objektem 1 a čočkou 2 pyrometru.

Způsob bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů se tedy provádí tak, že střední teplota T_1 prvního detektoru 3 infračerveného záření se pomocí topného prostředku 8 a regulátoru 10 udržuje na jiné úrovni než střední teplota T_2 druhého detektoru 5 infračerveného záření, která se udržuje pomocí topného prostředku 9 a regulátoru 10. U jiného příkladu provedení mohou být užity dva regulátory teploty, pro každý z detektorů 3, 5 jeden, nebo mohou být jiným známým způsobem upraveny topné prostředky 8, 9 pro ohřívání detektorů 3, 5 infračerveným zářením.

V důsledku odlišnosti teplot T_1 , T_2 vzniknou na detektorech 3, 5 dva dostatečně odlišné a nezávislé výstupní signály z těchto detektorů 3, 5, umožňující výpočet teploty i emisivity objektu, a tím i vyloučení vlivu emisivity objektu a absorpce infračerveného záření z objektu z výsledného vztahu pro výpočet teploty měřeného objektu.

Základem metody je skutečnost, že signál každého infračerveného záření detektoru je úměrný rozdílu čtvrtých mocnin absolutních teplot objektu T_0 a teplot detektoru dle Stefan-Boltzmannova vztahu (skutečné podmínky někdy stupeň mocniny snižují).

Pro signál U_1 prvního detektoru 3 o teplotě T_1 tedy platí:

$$U_1 = C (T_0^4 - T_1^4) \quad (1)$$

Konstanta C zde zahrnuje emisní schopnost měřeného objektu, absorpční schopnost detektoru, vliv vzájemného geometrického uspořádání objektu a pyrometru, vliv absorpce záření mezi objektem a pyrometrem a elektrické zesílení přístroje. Pro stejný rozsah vlnových délek přijímaného záření platí i rovnice pro signál U_2 druhého detektoru 5 o teplotě T_2 :

$$U_2 = C (T_0^4 - T_2^4) \quad (2)$$

která se od rovnice (1) liší jen jinou teplotou T_2 druhého detektoru 5.

Z řešení obou rovnic vyplyne

$$T_0 = \sqrt[4]{T_1^4 + U_1 \frac{T_2^4 - T_1^4}{U_1 - U_2}} \quad (3)$$

V této výsledné rovnici již chybí závislost měřené teploty T_0 na jakémkoliv parametru, který by neznámým nebo nekontrolovatelným způsobem způsoboval chybu měření.

Z technických a konstrukčních důvodů je výhodné, aby se teploty T_1 , T_2 obou detektorů 3, 5 lišily co nejméně. Tím však vzrůstá vliv nepřesnosti měření těchto teplot a šumu na přesnost určení výsledné teploty T_0 .

Dosadíme-li do rovnice (3) všechny krajní hodnoty příslušných teplot a jim odpovídající signály U , pak při znalosti příbližné hodnoty C (stanovené teoreticky) snadno stanovíme minimální potřebný teplotní rozdíl $T_1 - T_2$, potřebný pro dosažení potřebné přesnosti měření. Pro střední teplotní oblast do $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, která odpovídá technologiím zpracování textilu, papíru a plastů, se doporučuje teplotní rozdíl nejméně $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Nezávislé signály U_1 , U_2 z obou detektorů 3, 5 se pak, podle typu konstrukce zařízení k realizaci způsobu podle vynálezu, mohou příkladně vyskytovat současně nebo se mohou vzájemně střídat. Hledanou teplotu T_0 objektu pak s výhodou může počítat mikropočítač zabudovaný v pyrometru, a to v zásadě podle vztahu (3), který však na základě konkrétní kalibrační křivky může být modifikován.

Oblast použití

Způsob bezkontaktního měření dle vynálezu je s výhodou použitelný při bezkontaktním měření nízkých a středních teplot objektů, zejména v průmyslu textilním, papírenském, plastikářském, při tepelném zpracování neželezných kovů a pod.

Hlavní výhodou je možnost přesného měření teploty těchto objektů v případě, kdy se emisivita objektů při jejich tepelném zpracování mění, nebo kdy se určuje obtížně, jako např. při měření teploty pohybujících se objektů.

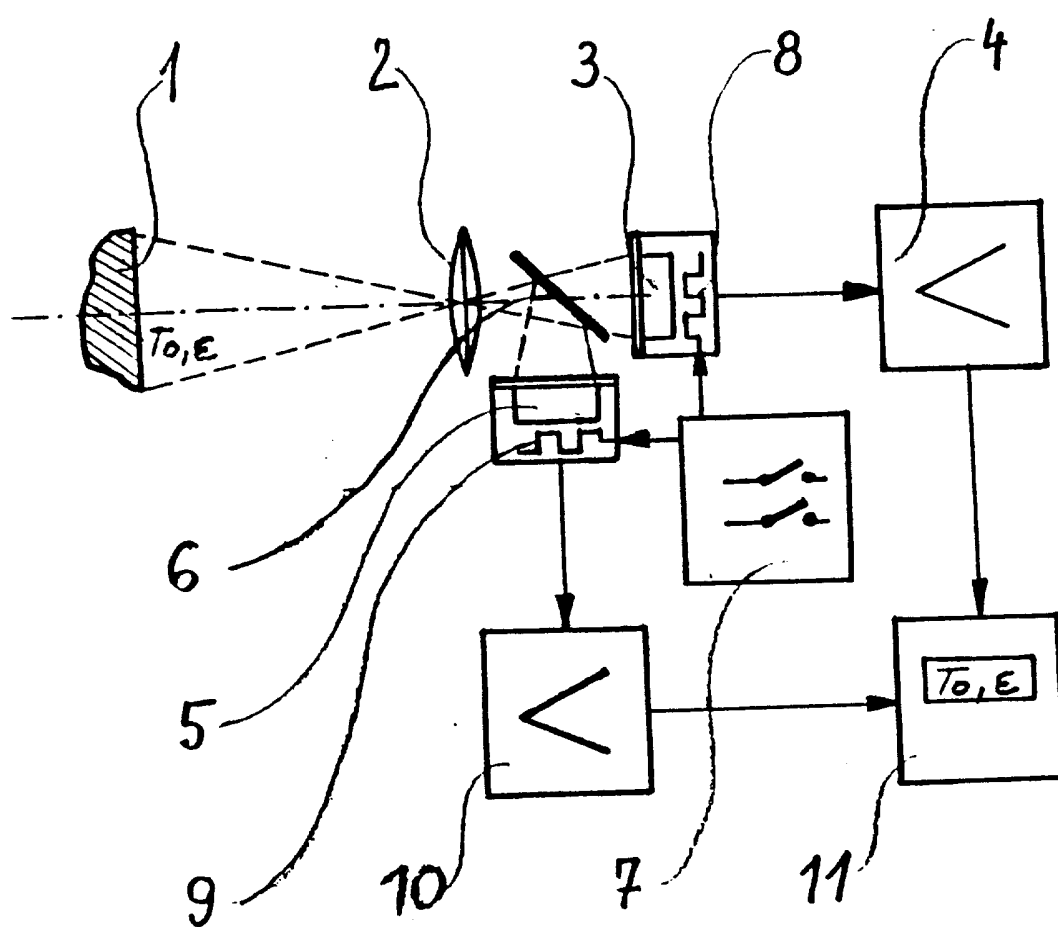
Metoda dle vynálezu je použitelná i k samostatnému měření emisivity objektů ve výše zmíněných případech.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů na principu snímání z měřeného objektu vystupujícího infračerveného záření pomocí alespoň dvou detektorů infračerveného záření, v y z n a č u j í c í s e t í m, že jednotlivé detektory (3, 5) infračerveného záření se přiváděním tepla udržují na rozdílných středních teplotách (T_1 , T_2), čímž se získají odlišné a nezávislé výstupní signály (U_1 , U_2) těchto detektorů pro stanovení povrchové teploty (T_0) a/nebo emisivity měřeného objektu (1).

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že rozdíl středních teplot (T_1 , T_2) detektorů (3, 5) infračerveného záření činí alespoň 30 °C.

1 výkres



Konec dokumentu