



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

204327

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 N 25/56

/22/ Přihlášeno 20 09 78
/21/ /PV 6062-78/

(40) Zveřejněno 31 07 80

(45) Vydáno 15 03 83

(75)

Autor vynálezu

RYTTNAUER EMIL dipl. tech., UNČÍN, LOUDA JAROSLAV RNDr.
a HAASE LUBOMÍR dipl. tech., ÚSTÍ nad Labem

(54) Způsob měření vlhkosti plynů a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

V moderní technologii, zejména chemické, roste význam měření vlhkosti plynů, ať už z hlediska řízení technologických procesů, ochrany proti korozi nebo jako předpoklad automatizace. Dosavadní způsoby měření vlhkosti jsou založeny na různých fyzikálních a fyzikálně chemických jevech. K měření vlhkosti, zvláště vlhkosti agresivních plynů, se například užívá metoda založená na měření tepelného zabarvení absorpce vodní páry v kyselině sírové. Metoda je diskontinuální, takže se nehodí k moderní technologické aplikaci, a velmi citlivá na nečistoty v plynu. Diskontinuální způsob měření vycházející ze závislosti vodivosti elektrolytů absorbujících vlhkost, např. chloridu lithného, na jejich obsahu vlhkosti, lze použít jen pro plyny neagresivní. Kontinuální je způsob, podle něhož se měří ztráta výkonu mikrovlnného elektromagnetického záření absorpcí záření v plynu, použitelný i pro agresivní plyny; avšak přesnost měření nižších obsahů vlhkosti je nedostatečná a zařízení je drahé vzhledem k tomu, že je nutno použít speciálně konstruovaný snímač s velmi dlouhým vlnovodem. Metoda založená na měření změny rezonanční frekvence rezonanční dutiny naplněné plynem je značně pracná a nehodí se k technologické aplikaci.

Uvedené nedostatky odstraňuje řešení podle vynálezu. Způsob měření vlhkosti plynů podle vynálezu, při němž měřený plyn protéká snímací rezonanční dutinou a ovlivňuje její frekvenční pásmo, spočívá podstatou v tom, že do frekvenčně amplitudového filtru, jehož frekvenční pásmo v oboru měřených vlhkostí spadá do intervalu frekvenčního zdvihu přiváděného elektromagnetického signálu, se vede rozmítaný elektromagnetický signál o střední frekvenci řádu 10^9 až 10^{10} Hz, prochází postupně rezonanční dutinou jeho snímacího rezonančního prvku a jeho statickým rezonančním prvkem s konstantním frekvenčním pásmem, přičemž se měří okamžitá střední hodnota výkonu vystupujícího elektromagnetického signálu.

204327

Zařízení k měření vlhkosti plynů podle vynálezu je tvořeno zdrojem rozmitavého elektromagnetického signálu, frekvenčně amplitudovým filtrem a detekčním členem, jež jsou zařazeny za sebou a spojeny vlnovody, přičemž frekvenčně amplitudový filtr je tvořen dvěma sériově zařazenými a vlnovodem spojenými rezonančními prvky, z nichž jeden je snímací dutinový rezonátor opatřený vstupním a výstupním potrubím k přívodu a odvodu plynu a druhý, statický rezonanční prvek, je dutinový nebo dielektrický rezonátor nebo soustava těchto rezonátorů se stálým frekvenčním pásmem.

K měření se užívá frekvenčně amplitudový filtr tvořený dvěma rezonančními prvky spojenými za sebou, takže jeho frekvenční pásmo je závislé na vzájemné poloze frekvenčních pásem obou rezonančních prvků a je jejich průnikem. Přesnost měření proto neovlivňuje malá nestabilita napájecího napětí zdroje rozmitavého elektromagnetického signálu, kterým je rozmitací oscilátor, např. klystronový. Elektromagnetický signál má střední frekvenci s výhodou blízkou hodnotě $1 \cdot 10^{10}$ Hz a frekvenční zdvih řádu 10^5 až 10^6 Hz podle oboru měřených vlhkostí a je rozmitán proměnným napětím o frekvenci řádu 10^2 až 10^4 Hz. Okamžitá střední hodnota výkonu elektromagnetického signálu vystupujícího z frekvenčně amplitudového filtru se měří známými způsoby, např. jako elektrický proud detekční diody, na níž elektromagnetický signál dopadá.

Rezonanční prvky frekvenčně amplitudového filtru jsou s výhodou uspořádány tak, že vstupním členem z hlediska průchodu elektromagnetického signálu je snímací dutinový rezonátor, lze je však uspořádat též opačným způsobem. Statickým rezonančním prvkem je dutinový nebo dielektrický rezonátor nebo soustava těchto rezonátorů a jeho volba závisí na požadované kvalitě jeho frekvenčního pásma. Vzájemný poměr šířek frekvenčních pásem obou prvků může být v rozsahu frekvenčního zdvihu rozmitavého elektromagnetického signálu libovolný, ale s výhodou se volí šířka frekvenčního pásma statického rezonančního prvku větší, než šířka frekvenčního pásma snímacího rezonančního prvku a obě pásma se uspořádají tak, že rezonanční frekvence snímacího rezonančního prvku v celém oboru měřených vlhkostí spadá do intervalu vymezeného rezonanční frekvencí a nejnižší frekvencí frekvenčního pásma statického rezonančního prvku, v němž je závislost okamžité střední hodnoty výkonu propouštěného elektromagnetického signálu na vlhkosti monotónní.

Zařízení podle vynálezu je možno použít k velice přesnému měření vlhkosti srovnáváním dvou signálů, které vzniknou rozvětvením signálu vystupujícího ze snímacího dutinového rezonátoru a průchodem dvěma vedle sebe zařazenými statickými rezonátory volenými tak, že jejich frekvenční pásma se částečně překrývají a že rezonanční frekvence snímacího dutinového rezonátoru v celém oboru měřených vlhkostí spadá do intervalu vymezeného překryvem frekvenčních pásem obou statických rezonátorů a zároveň do intervalu vymezeného rezonančními frekvencemi obou statických rezonátorů. Po detekci okamžitých středních výkonů obou signálů se jejich hodnoty vedou proti sobě, čehož se dosáhne např. opačnou polaritou detekčních diod v elektrickém obvodu, takže výstupní veličina je úměrná jejich rozdílu.

Způsob podle vynálezu lze užít ke kontinuálnímu měření vlhkosti plynů, zejména je vhodný k přesnému měření velmi malých vlhkostí až do koncentrace vodních par v plynu $1 \cdot 10^{-4}$ kg.m⁻³. Z dosud známých kontinuálních metod je nejcitlivější metoda založená na absorpci záření, kterou nelze použít, jsou-li koncentrace vodních par nižší než $1 \cdot 10^{-3}$ kg.m⁻³. Jedinou částí zařízení podle vynálezu, která přichází do styku s měřeným plynem, jsou stěny dutiny snímacího dutinového rezonátoru. Stěny dutiny mohou být postříbřeny, pozlaceny nebo vyloženy teflonem, takže zařízení lze použít pro měření vlhkosti všech technických plynů, včetně plynů agresivních.

Volbou obou rezonančních prvků frekvenčně amplitudového filtru podle činitelů jakosti lze zvolit obor měřených vlhkostí, takže metodu lze použít pro měření vlhkostí v kterémkoli oboru spadajícím do intervalu koncentrací vodních par $1 \cdot 10^{-4}$ až $0,1$ kg.m⁻³. Při vlhkostech nad $0,1$ kg.m⁻³ se začíná projevovat absorpce energie signálu v plynu a přesnost měření klesá.

Zařízení podle vynálezu je konstrukčně velmi jednoduché a levné ve srovnání se zařízeními na přesné diskontinuální měření i se zařízením pro měření absorpce záření v plynu.

Příklady zařízení podle vynálezu a diagramů jejich funkce jsou znázorněny na připojeném výkresu, kde představuje obr. 1 blokové schéma zařízení pro měření absolutní okamžité střední hodnoty výkonu, obr. 2 zařízení pro měření rozdílu okamžitých středních hodnot výkonů rozvětvených signálů, obr. 3 diagram funkce zařízení z obr. 1 a obr. 4 diagram funkce zařízení z obr. 2.

P ř í k l a d y

1. Zařízení v provedení podle obr. 1 je tvořeno zdrojem 1 rozmiřaného elektromagnetického signálu, frekvenčně amplitudovým filtrem 2 umístěným v termostatu a detekčním členem 3. Frekvenčně amplitudový filtr 2 je tvořen snímacím dutinovým rezonátorem 4 s rezonanční dutinou, do níž ústí potrubí 2, 6 k přívodu a odvodu plynu, a statickým rezonančním prvkem 7, jímž je dutinový rezonátor. Členy zařízení jsou spojeny vlnovodem 8.

Funkci zařízení objasňuje obr. 3, znázorňující závislost amplitudy A signálu na kmitočtu f . Zde Δf je interval kmitočtového rozmiření (frekvenční zdvih), Δf je interval, v němž je měřena vlhkost, užší křivka je rezonanční křivka snímacího dutinového rezonátoru a zbylá křivka je rezonanční křivka statického rezonátoru. Měřený výkon signálu je úměrný šrafované ploše.

2. Zařízení v provedení podle obr. 2 má frekvenčně amplitudový filtr 2 tvořený snímacím dutinovým rezonátorem 4 a dvěma statickými rezonátory 7, 7'. Každý ze statických rezonátorů je spojen s detekčním členem samostatným vlnovodem 8.

Funkci zařízení objasňuje obr. 4, kde užší křivka je rezonanční křivka snímacího dutinového rezonátoru. Měřený rozdíl výkonů signálů je úměrný šrafované ploše.

Měří se vlhkost dusíku v zařízení uspořádaném podle obr. 1. Dusík se vede nejprve každou laboratorních bublaček naplněných roztokem kyseliny sírové známé koncentrace, která se volí v mezích 60 až 96 % hmot., a dále potrubím Js 5 do snímacího dutinového rezonátoru. Elektromagnetický signál, rozmiřaný modulačním kmitočtem 1 kHz v mezích 8,1 až 9,2 GHz, jehož zdrojem je klystron typu 27 SR 51 (Tesla), se vede vlnovodem obdélníkového průřezu $21,2 \times 10,3$ mm nejprve do snímacího dutinového rezonátoru s válcovou rezonanční dutinou o průměru 62,35 mm a výšce 62 mm, opatřenou doladovacím šroubem a odtud do druhého rezonátoru s dutinou téže konstrukce jako u snímacího rezonátoru. Vystupující signál se snímá detekční diodou, zesiluje a měří jako elektrický proud v μA . (Stupnici mikroampérmetru je možno oceňovat ve zvolených jednotkách vlhkosti.)

Výsledky pěti měření, opakovaných v osmihodinových intervalech, udává tabulka 1. Vlhkost plynu uvedená v tabulce jako "tabulková vlhkost plynu" byla stanovena jako rovnovážná vlhkost v soustavě plyn-roztok kyseliny sírové.

Z výsledků plyne, že zařízení má časovou stabilitu a že přesnost měření je vyšší než při stanovení vlhkosti vázkovou metodou.

Tabulka č. 1

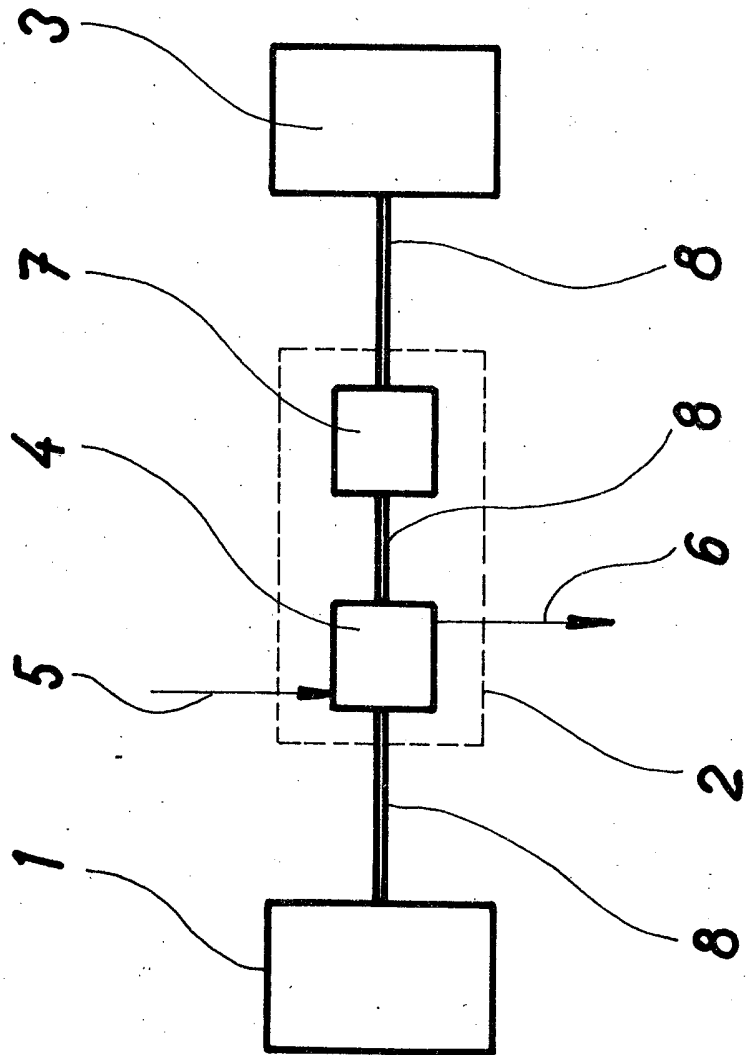
Tabulková vlhkost plynu [g.m ⁻³]	Měření č.				
	1	2	3	4	5
	Naměřený proud [μA]				
5,171	45	44	44	45	44
1,723	22	23	25	26	24
0,247	11	12	11	11	12
0,000	9	8	8	9	8

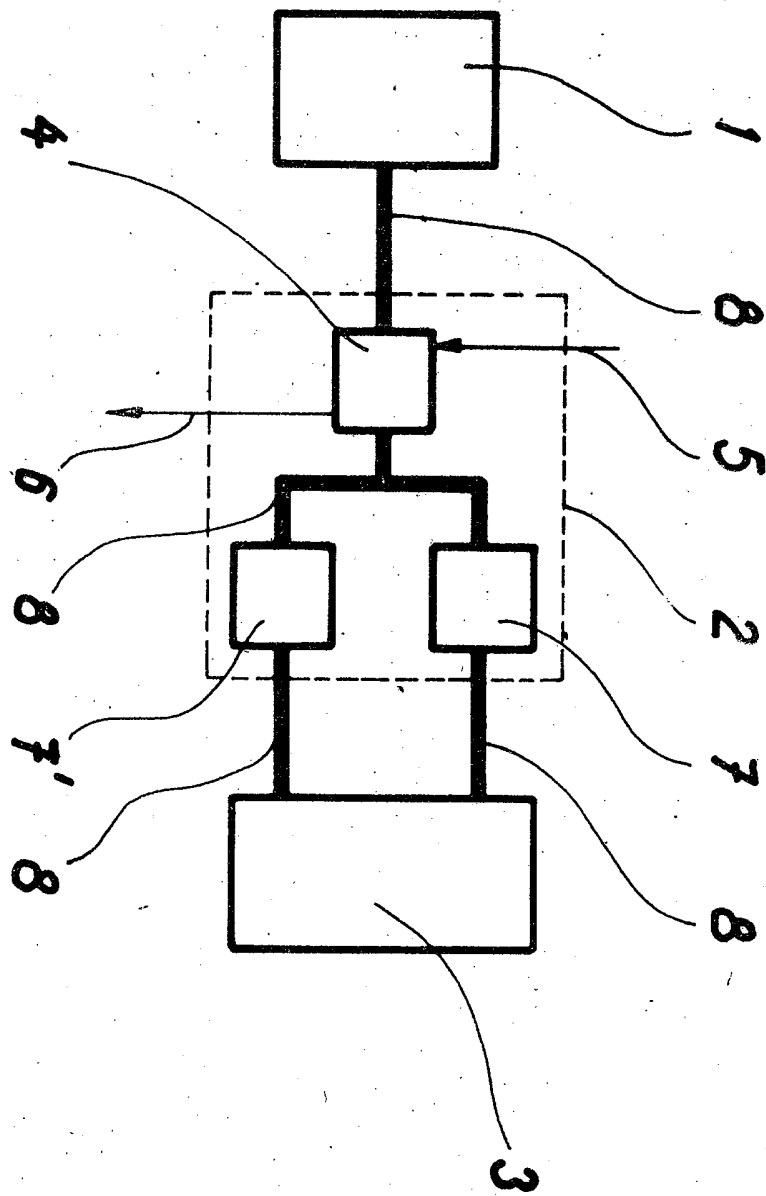
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

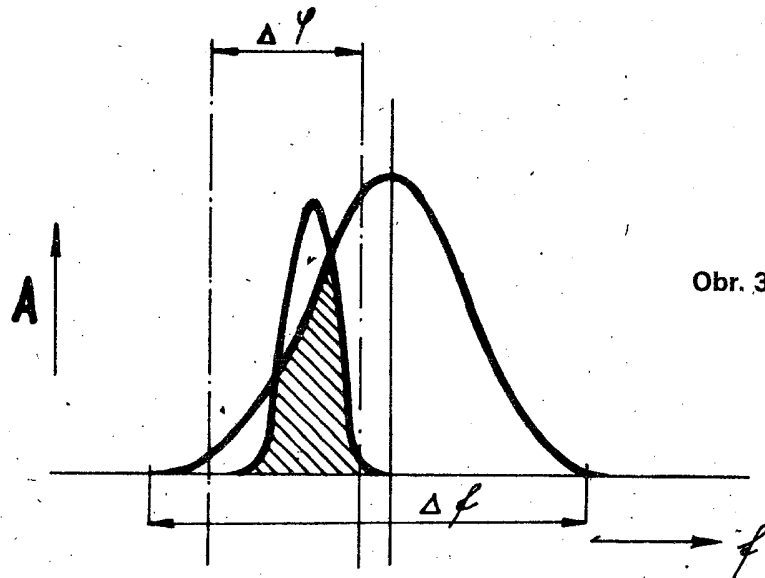
1. Způsob měření vlhkosti plynů, při němž měřený plyn protéká rezonanční dutinou a ovlivňuje její frekvenční pásmo, vyznačený tím, že do frekvenčně amplitudového filtru, jehož frekvenční pásmo v oboru měřených vlhkostí spadá do intervalu frekvenčního zdvihu přiváděného elektromagnetického signálu, se vede rozmitaný elektromagnetický signál o střední frekvenci řádu 10^9 až 10^{10} Hz, prochází postupně rezonanční dutinou jeho snímacího rezonančního prvku a jeho statickým rezonančním prvkem s konstantním frekvenčním pásmem, přičemž se měří okamžitá střední hodnota výkonu vystupujícího elektromagnetického signálu.

2. Zařízení k měření vlhkosti plynů podle vynálezu, vyznačené zdrojem (1) rozmitaného elektromagnetického signálu, frekvenčně amplitudovým filtrem (2) a detekčním členem (3), jež jsou zařazeny za sebou a spojeny vlnovody (8), přičemž frekvenčně amplitudový filtr (2) je tvořen dvěma sériově zařazenými a vlnovodem spojenými rezonančními prvky, z nichž jeden je snímací dutinový rezonátor (4), opatřený vstupním a výstupním potrubím (5, 6) k přívodu a odvodu plynu a druhý, statický rezonanční prvek (7, 7'), je dutinový nebo dielektrický rezonátor nebo soustava těchto rezonátorů se stálým frekvenčním pásmem.

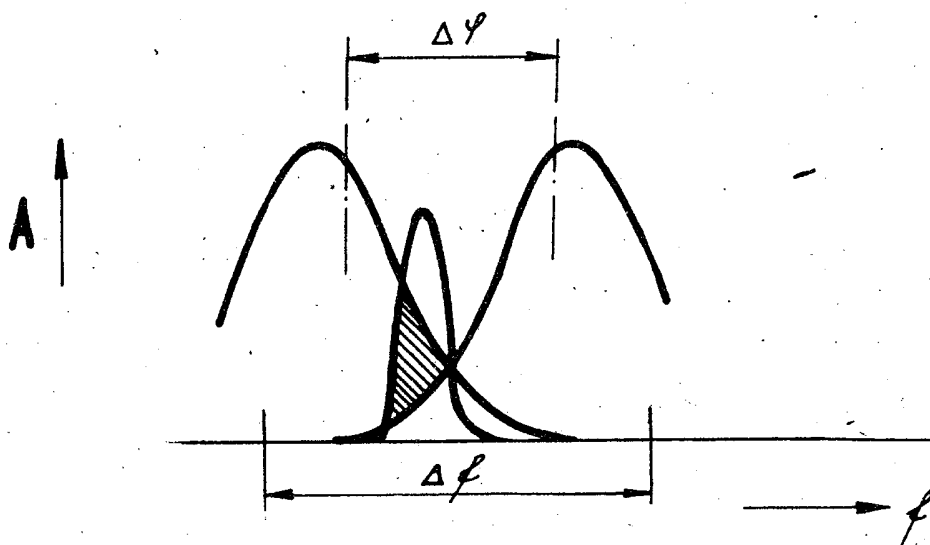
4 výkresy







Obr. 3



Obr. 4