

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

65922

Patent dodatkowy
do patentu _____

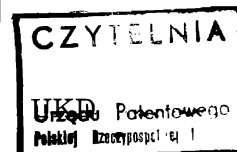
Zgłoszono: 11.VII.1969 (P 134 761)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 15. XI. 1972

Kl. 42I,4/16

MKP G01n 31/00



Twórca wynalazku: Stanisław Leśkiewicz

Właściciel patentu: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica,
Kraków (Polska)

Akustyczny analizator stężenia gazu

1

Przedmiotem wynalazku jest akustyczny analizator wartości stężenia gazu w mieszaninie gazów, pracujący na zasadzie pomiaru różnicy prędkości rozchodzenia się dźwięku w gazach, znajdujący zastosowanie w zakładach przemysłowych, zwłaszcza do wykrywania gazów szkodliwych dla zdrowia lub stwarzających niebezpieczeństwo wybuchu.

Dotychczas znane są różnego typu analizatory stężenia gazu, takie, jak analizatory objętościowe, manometryczne, termochemiczne, elektrochemiczne, mechaniczne, termiczne, optyczne i akustyczne. Duża ich różnorodność świadczy o trudności skonstruowania analizatora uniwersalnego, odznaczającego się dużą dokładnością, zwłaszcza przy pomiarze małych stężeń. Analizatory te mają szereg wad, do których należy skomplikowana i delikatna aparatura, ulegająca często uszkodzeniom w czasie badań, duża wrażliwość na zmiany ciśnienia, wilgotności i temperatury a ponadto mała dokładność uzyskanych wyników pomiaru i duży błąd pomiaru przy małych stężeniach gazu.

Znany akustyczny analizator gazowy, zawiera pasmowe źródło drgań akustycznych, umieszczone w cylindrycznej komorze rezonatora, usytuowanej prostopadle do źródła drgań. Analizator jest wyposażony we wskaźnik dla pomiaru wartości stężenia gazu, pracujący w układzie mostkowym.

Rezonator wytwarza częstotliwość, której wartość jest zależna od prędkości rozchodzenia się dźwięku w badanym gazie. Wadą tego analizatora jest

2

kształt komory rezonatora, poprzecznie usytuowanej dla kierunku przepływu gazu, co jest niekorzystne z uwagi na niepełne wypełnienie komory gazem. Niedogodnością analizatora jest również i to, że dla dokonania odczytu, wymaga on ręcznej manipulacji przy zmianie oporności i pojemności mostka. Ponadto pomiar małych stężeń gazu jest obciążony dużym błędem, wynikającym ze zmian wilgotności atmosferycznej.

Inny znany analizator akustyczny składa się z dwóch komór, oddzielonych od siebie membraną mikrofonu, z których komora z gazem porównawczym jest komorą zamkniętą, natomiast komora z gazem badanym jest zaopatrzona w dopływ i odpływ gazu. Obie komory są wyposażone w termofony, połączone z generatorem prądu zmiennego. Analizator ten wykazuje duże błędy, spowodowane zmianami wilgotności w powietrzu, w związku z czym zwłaszcza przy małych stężeniach badanego gazu, jego przydatność jest ograniczona.

Celem wynalazku jest uzyskanie dużej dokładności pomiarów w zakresie małych stężeń gazów.

Cel ten został osiągnięty w analizatorze stężenia gazów według wynalazku, zawierającym dwie komory, zaopatrzone w przewody doprowadzające i odprowadzające gazy, przy czym każda z komór jest wyposażona w przekształtnik sinusoidalnego prądu elektrycznego o akustycznej częstotliwości na drgania akustyczne oraz w przekształtnik drgań akustycznych na sinusoidalny prąd elektryczny.

Przekształtniki prądu są połączone poprzez transformator i wzmacniacz tranzystorowy z generatorem drgań sinusoidalnych, a przekształtniki drgań akustycznych są połączone poprzez tranzystorowe wzmacniacze z sumującym transformatorem i wzmacniaczem mocy, który jest połączony ze wskaźnikiem wartości stężenia. W obwód wzmacniacza mocy jest włączony opornik kompensacyjny, umieszczony w komorze z badanym gazem. Ponadto analizator jest wyposażony w wyrównywacz temperatury gazów, doprowadzanych do komór.

Analizator stężenia gazów według wynalazku odznacza się dużą dokładnością zarówno przy badaniu dużych jak i małych stężeń, rzędu ułamka procentu, ponieważ wyniki pomiaru nie zależą od ciśnienia atmosferycznego ani od wilgotności, a uchyb temperaturowy może być kompensowany nawet do zera. Ponadto zaletą analizatora jest jego prosta budowa i łatwa obsługa.

Analizator stężenia gazów według wynalazku jest uwidoczniony w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowy analizatora, fig. 2 — wykres ilustrujący przebieg napięcia w uzwojeniu pierwotnym sumującego transformatora, przekazanego z przekształtnika w komorze z gazem porównawczym, fig. 3 — analogiczny wykres, dotyczący napięcia, przekazanego z przekształtnika w komorze z gazem badanym, a fig. 4 — wykres, ilustrujący przebieg napięcia w uzwojeniu wtórnym sumującego transformatora.

Analizator zawiera dwie komory 1 i 2, z których porównawcza komora 1 jest przeznaczona dla gazu lub mieszaniny gazów, bez, lub o stałej zawartości określanego składnika, przy czym gaz ten stanowi odniesienie w stosunku do oznaczanego gazu (fig. 1). W komorze 2 znajduje się badana mieszanina gazu, zawierająca gaz, którego stężenie oznacza się w analizatorze oraz gaz porównawczy taki sam jak w komorze 1. Komory 1 i 2 mają ściany wyposażone w izolację akustyczną na przykład filcu lub gumy. Komory 1 i 2 są połączone z przewodami 3 i 4, doprowadzającymi gazy oraz z przewodami 5 i 6, odprowadzającymi gazy z komór 1 i 2. Doprowadzające przewody 3 i 4 są w początkowej swej części ukształtowane w węzownice 7, które są umieszczone w pojemniku 8, zawierającym ciecz o dobrej przewodności cieplnej, stanowiącym wyrównywacz temperatury obu gazów.

Ponadto przewody 3 i 4 oraz 5 i 6 są zaopatrzone w zawory 9, sterowane na przykład elektromagnetycznie. Przewody 3 i 4, doprowadzające gazy do komór 1 i 2 są połączone z tłoczącymi pompami 10, napędzanymi silnikiem 11. Przewody 5 i 6 odprowadzające gazy są zaopatrzone u wylotów w siatki druciane, zabezpieczające przewody przed zanieczyszczeniem. Wewnątrz komór 1 i 2 są zainstalowane przekształtniki 12 prądu sinusoidalnego o częstotliwości akustycznej, na drgania akustyczne, na przykład miniaturowe głośniki, oraz przekształtniki 13 drgań akustycznych na sinusoidalny prąd elektryczny, na przykład słuchawki radiowe lub telefoniczne.

Przekształtniki 12 prądu są połączone z tranzystorowym generatorem 14 drgań sinusoidalnych poprzez tranzystorowy wzmacniacz 15 i transforma-

tor 16. Przekształtniki 13 drgań akustycznych są połączone poprzez tranzystorowe wzmacniacze 17 z sumującym transformatorem 18. Wzmacniacze 17 są zbudowane na tranzystorach, z potencjometrycznie regulowanymi wzmocnieniami. Wzmocnienie wzmacniaczy 17 zmienia się przy skalowaniu tak, aby przy stężeniu badanego gazu, równym zero, napięcie na wyjściu analizatora było również równe zero.

Wzmacniacze 17 są połączone z sumującym transformatorem 18 w ten sposób, że ich sygnały wyjściowe są dodawane i na wyjściu wtórnego uzwojenia transformatora 18 powstaje sygnał sinusoidalny o zmiennej amplitudzie w funkcji kąta przesunięcia fazowego, a tym samym w funkcji stężenia gazu. Z uzwojeniem wtórnym transformatora 18 jest połączony tranzystorowy wzmacniacz mocy 19, z kompensacyjnym opornikiem 20, kompensującym uchyb temperaturowy, umieszczonym w komorze 2 z badanym gazem. Wzmacniacz 19 jest połączony z woltomierzem 21, który ma wyprowadzone końcówki dla ewentualnego połączenia z rejestrem lub przekątnikami, sygnalizującymi przekroczenie dopuszczalnej wartości stężenia analizowanego gazu. Pomiędzy wzmacniaczem 19 a woltomierzem 21 jest włączony w obwód wyłącznik 22, służący do wyłączania woltomierza 21 w okresach włączania gazów do komór 1 i 2. Ponadto analizator jest wyposażony w zegarowy mechanizm 24, połączony z silnikiem 11, zaworami 9 oraz wyłącznikiem 22, którymi steruje w czasie przeprowadzania badania stężenia gazu.

Pomiar stężenia gazu przy użyciu analizatora według wynalazku odbywa się w ten sposób, że zegarowy mechanizm 24 otwiera wyłącznik 22 oraz zawory 9, przy czym uruchamia silnik 11, napędzający tłoczące pompy 10. Do porównawczej komory 1 zostaje wtłoczony przewodem 3 gaz porównawczy, a do komory 2 przewodem 4 gaz badany. Przy badaniu stężenia gazów trujących lub wybuchowych, występujących w mieszaninie z powietrzem, jako gaz porównawczy stosuje się powietrze czyste, niezanieczyszczone, wówczas wyeliminowany zostaje błąd wynikający ze zmian wilgotności atmosferycznej.

Wtłaczane do komór 1 i 2 gazy przepływają przez węzownice 7, umieszczone w pojemniku 8 z cieczą o dobrej przewodności, na przykład z wodą, uzyskując jednakową temperaturę. Temperatura ta w czasie pomiaru może ulegać zmianom, przy czym te jednoczesne zmiany temperatury obu gazów są kompensowane nawet do zera przez zastosowanie kompensacyjnego opornika 20. Po wprowadzeniu gazów do komór 1 i 2 mechanizm 24 wyłącza silnik 11 i zamyka zawory 9. Następnie zamyka się wyłącznik 22, który powoduje wyłączenie woltomierza 21 oraz ewentualny rejestrator względnie przekątniki, wskazujące stężenie badanego gazu.

Czynności powyższe powtarza się w odstępach jedno-minutowych, co upodabnia pomiar do pomiaru ciągłego.

Wyznaczanie stężenia gazów za pomocą analizatora według wynalazku, dokonuje się na drodze pomiaru różnicy czasów przebiegu fal akustycznych w komorach 1 i 2, pośrednio poprzez pomiar kąta

przesunięcia fazowego przebiegów elektrycznych, sumowanych w transformatorze 18. W zależności od stężenia gazu, różna jest prędkość rozchodzenia się fal akustycznych w komorze 2 z badanym gazem, a tym samym inny czas przebiegu fali akustycznej, w wyniku czego następuje przesunięcie fazowe sygnałów elektrycznych w przekształtnikach 13, na przykład słuchawkach. Różnice czasów przebiegu fal, wynoszące kilkadziesiąt mikrosekund, są małe, jeśli chodzi o ich wartość bezwzględną, natomiast różnice te są znaczne w porównaniu z okresem przebiegu sinusoidalnego prądu elektrycznego, o częstotliwości rzędu kilku kiloherców.

Prędkość rozchodzenia się fal akustycznych wyraża się następującym wzorem:

$$V = \sqrt{\frac{c_p}{c} \cdot \frac{p}{\rho}} = \sqrt{\frac{c_p}{c_v} \cdot \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T}}$$

gdzie:

V	oznacza	prędkość rozchodzenia się dźwięku
c_p	„	ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu
c_v	„	ciepło właściwe przy stałej objętości
p	„	ciśnienie gazu
ρ	„	masę właściwą gazu
μ	„	masę cząsteczkową gazu
T	„	temperaturę bezwzględną gazu w stopniach Kelwina
R	„	stałą gazową z równania stanu gazu doskonałego
A	„	stałą dla danego rodzaju gazu

Do przekształtników 12 prądu są podawane napięcia, przesunięte względem siebie o kąt φ , równy 180° , w wyniku czego przy stężeniu gazu, równym zero, woltomierz 21 wskazuje zero. Powstające podczas pomiaru w uzwojeniach pierwotnych sumującego transformatora 18 napięcia, dochodzące z przekształtników 13, wyrażone są następującymi wzorami:

$U_1 = \sin \omega t$, gdzie U_1 jest napięciem z przekształtnika 13 w komorze 1 z gazem porównawczym. Przebieg tego napięcia ilustruje wykres na fig. 2.

$U_2 = -\sin(\omega t - \varphi)$, gdzie U_2 jest napięciem z przekształtnika 13 w komorze 2 z gazem badanym.

Przebieg tego napięcia przedstawia wykres na fig. 3, przy czym linią ciągłą jest oznaczone napięcie U_2 gdy kąt przesunięcia fazowego $\varphi = 0$, a linią przerywaną napięcie U_2 , gdy $\varphi \neq 0$.

$\varphi = \omega \Delta t = \omega(t_1 - t_2)$, gdzie

t_1 — czas przebiegu fali akustycznej w gazie porównawczym

t_2 — czas przebiegu fali akustycznej w gazie badanym.

Napięcie wypadkowe w uzwojeniu wtórnym transformatora 18 jest sumą napięć U_1 i U_2 i wyraża się wzorem:

$$U_3 = 2 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \left(\omega t - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Przebieg tego napięcia ilustruje wykres na fig. 4.

Ze wzoru powyższego wynika, że amplituda $2 \sin \frac{\varphi}{2}$ wypadkowego napięcia U_3 zależy od kąta przesunięcia fazowego φ , zależnego od stężenia gazu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Akustyczny analizator stężenia gazu, zawierający dwie komory z gazem porównawczym i gazem badanym, **znamienny tym**, że komora (1) z gazem porównawczym i komora (2) z gazem badanym, są wyposażone w przekształtniki (12) prądu oraz w przekształtniki (13) drgań akustycznych, przy czym przekształtniki (12) prądu są połączone poprzez transformator (16) i tranzystorowy wzmacniacz (15) z generatorem (14) drgań sinusoidalnych, a przekształtniki (13) drgań akustycznych są połączone poprzez tranzystorowe wzmacniacze (17) z sumującym transformatorem (18) i wzmacniaczem (19) mocy, który jest połączony za pośrednictwem wyłącznika (22) z woltomierzem (21) i rejestratorem lub przekazywanymi sygnalizacyjnymi.

2. Analizator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w obwód wzmacniacza mocy (19) jest włączony kompensacyjny opornik (20), umieszczony w komorze (2) z badanym gazem.

3. Analizator według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że jest wyposażony w pojemnik (8), zawierający ciecz o dobrej przewodności cieplnej, w której są umieszczone, ukształtowane w węzownice (7), przewody (3) i (4), doprowadzające gazy do komory (1) z gazem porównawczym i do komory (2) z gazem badanym.

Errata

Na stronie 2, w łamie 4 wiersz 22 od góry
jest: połączenia z rejestrem

powinno być: połączenia z rejestratorem

Na stronie 2, w łamie 4 wiersz 56 od góry

jest: powoduje wyłączenie woltomierza 21

powinno być: powoduje włączenie woltomierza 21

na stronie 3, w łamie 5 we wzorze

jest:

$$V = \sqrt{\frac{c_p}{c} \cdot \frac{p}{\rho}} = \sqrt{\frac{c_p}{c_v} \cdot \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T}}$$

powinno być:

$$V = \sqrt{\frac{c_p}{c} \cdot \frac{p}{\rho}} = \sqrt{\frac{c_p}{c_v} \cdot \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T}} = A \sqrt{T}$$

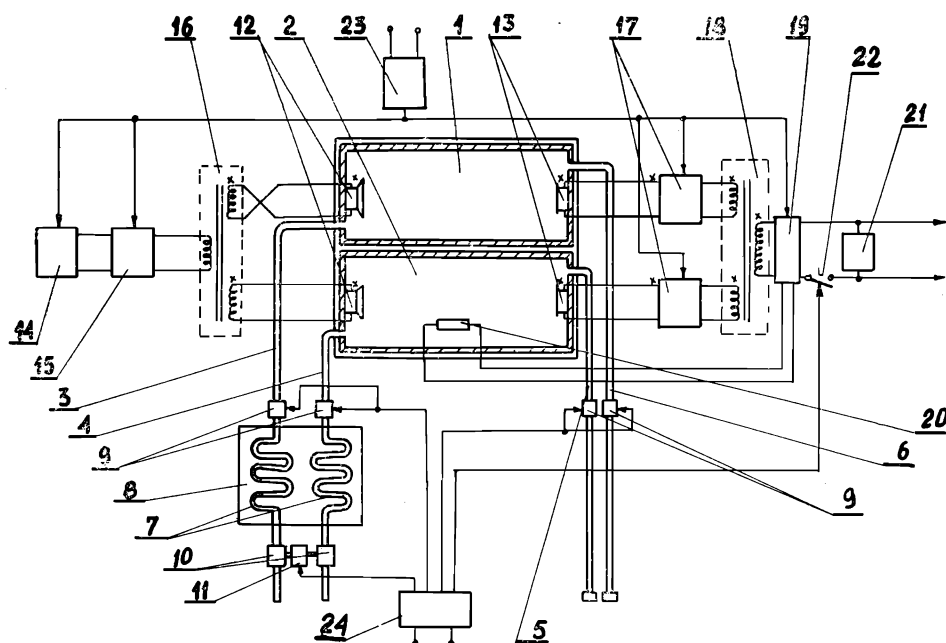


Fig. 1.

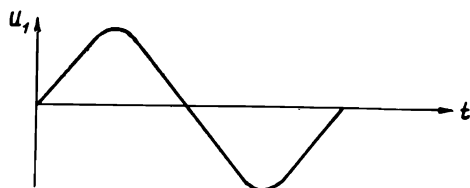


Fig. 2.

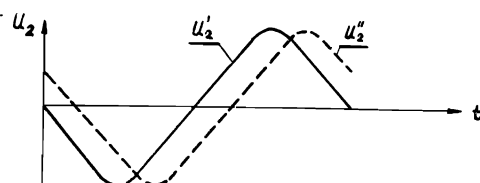


Fig. 3.

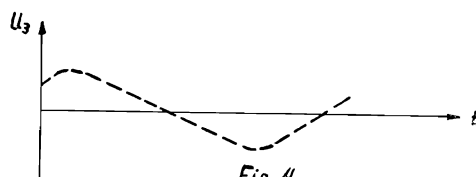


Fig. 4.