



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 15.09.73 (P. 165237)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.04.75

Opis patentowy opublikowano: 30.07.1977

MKP

G01f 1/00

G01f 13/00

Int. Cl.²

G01F 1/00

G01F 13/00

Twórcy wynalazku: Kazimierz Konkół, Maciej Kozarski, Zbigniew Wański,
Andrzej Werner

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk, Instytut Cybernetyki Stoso-
wanej, Warszawa (Polska)

Przyrząd do automatycznego pomiaru małych natężeń przepływu gazów

1

Przedmiotem wynalazku jest przyrząd do automatycznego pomiaru małych natężeń przepływu gazów, przystosowany do wykorzystania w pomiarach laboratoryjnych i przemysłowych w przemyśle aparatury pneumatycznej, przemyśle chemicznym, spożywczym, farmaceutycznym i innych.

Znane są liczne rozwiązania układów przepływomierzy służących do automatycznego pomiaru małych natężeń przepływu gazów, w których wykorzystuje się zasadę pomiaru czasu przepływu określonej objętości gazu, a proces porcjowania przepływającego czynnika odbywa się na drodze mechanicznej.

Znany jest również sposób pomiaru, zgodnie z którym miarą natężenia przepływu jest czas przejścia błony pomiarowej, wytworzonej z płynu błonotwórczego pomiędzy dwiema kresami cylindra pomiarowego, przy czym błona ta generowana jest u wylotu kanału doprowadzającego przez ściśnięcie elastycznej gruszki, przez co poziom płynu błonotwórczego zostaje podniesiony ponad wylot kanału doprowadzającego. W wyniku tego następuje zalanie kanału i tym samym wygenerowanie serii baniek, z których powstają następnie błony przesuwające się w górę cylindra pomiarowego. Urządzenie tak działające wymaga ręcznego pomiaru czasu przejścia błon, jak to realizuje dla przykładu przyrząd tego typu angielskiej firmy „Pay”.

Poza koniecznością ręcznego pomiaru czasu opisany przyrząd posiada szereg wad ograniczających zakres jego stosowania. Jedną z nich jest brak możliwości pomiaru natężenia przepływu w warunkach, gdy ciśnienie statyczne wewnątrz cylindra różni się od otaczającego. Wynika to

2

z zastosowania elastycznego urządzenia generującego błony. Nierealizowane w praktyce jest również zautomatyzowanie pomiaru czasu w związku z niekontrolowanym sposobem generacji błon pomiarowych, których ilość, każdorazowo generowana, jest zupełnie przypadkowa. Dokładność pomiaru jest ograniczona czasem pomiaru, co automatycznie zmniejsza zakres pomiarowy przyrządu.

Znane jest również urządzenie rozwiązane zgodnie z opisem patentowym PRL nr 46845 z dnia 1962 r. opierające swe działanie na opisanej wyżej zasadzie działania, zapewniające jednocześnie realizację pomiaru natężenia przepływu przy ciśnieniu statycznym panującym wewnątrz przepływomierza innym, niż atmosferyczne. Urządzenie to jest zaopatrzone w mechanizm generujący pojedyncze błony pomiarowe. Wadą przyrządu jest konieczność systematycznego zwilżania ciągłe wysychających krawędzi cylindra pomiarowego, który przy zaproponowanym sposobie generacji błon pomiarowych musi być wynurzony z płynu błonotwórczego.

Wady znanych, wyżej omówionych rozwiązań są następujące: Urządzenia te posiadają wiele niedogodności, a w tym ograniczony zakres pomiarowy zależny od minimalnego czasu pomiarowego, przy którym można dokonać pomiaru z zadowalającą dokładnością. Nie posiadają one również urządzenia generującego błony pomiarowe o konstrukcji umożliwiającej generację pojedynczych błon i pozwalającej na natychmiastowe uruchomienie przyrządu, co wiąże się z problemem zwilżania krawędzi cylindra pomiarowego, a w następstwie i ścianek cylindra. Do wad tych urządzeń zaliczyć należy też brak automatycznego

odczytu czasu oraz urządzenia do automatycznego i równomiernego zwilżania ścianki cylindra pomiarowego, niezbędnego przy wykonywaniu samoczynnych pomiarów.

Celem wynalazku jest skonstruowanie przyrządu do pomiaru małych natężeń przepływu przystosowanego do wykorzystania w urządzeniach automatycznej regulacji, pozbawionego wad i niedogodności wyżej wymienionych znanych tego typu urządzeń.

Cel ten został osiągnięty poprzez realizację przyrządu według wynalazku, w którym urządzenie do generacji błon pomiarowych stanowi obrotowa dźwignia zakończona połączonym z nią trwale pałakiem o krzywiznie odpowiadającej krzywiznie czaszy kulistej. Ten sam kształt posiada wylot kanału doprowadzającego gaz do cylindra pomiarowego zamocowanego w komorze korpusu podstawy tak, że dolna krawędź pionowego cylindra pomiarowego oraz osi dźwigni znajdują się poniżej poziomu płynu błonotwórczego. Wylot kanału doprowadzającego usytuowany jest powyżej tego poziomu. Ścianki cylindra pomiarowego, wzdłuż których przesuwają się błona płynu, mają wyznaczone poziomy miernicze określające objętość pomiarową z umieszczonymi przy nich fotoelektrycznymi układami odczytowymi generującymi impulsy elektryczne, gdy część pierścieniowatą błony pomiarowej znika z pola odczytowego układu fotoelektrycznego.

Przyrząd zaopatrzony jest dodatkowo w przerywacz błon pomiarowych usytuowany na poziomie górnej krawędzi cylindra pomiarowego. Stanowi on krawędź występu głowicy, w której usytuowany jest kanał wyprowadzający gaz o mierzonym natężeniu przepływu.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej omówiony w oparciu o przykład wykonania przedstawiony w przekroju na fig. 1 rysunku. Fig. 2 ilustruje schemat wykonania elektrooptycznego układu odczytowego, fig. 3 pokazuje fizyczną zasadę dokonywania rejestracji położenia błony pomiarowej, a fig. 4 podaje przebiegi czasowe napięć na wyjściach bloków układu odczytowego.

Zgodnie z fig. 1 urządzenie do generacji błon pomiarowych zawiera obrotową dźwignię 1 uszczelnioną uszczelką i pałak 2 o krzywiznie odpowiadającej krzywiznie czaszy kulistej wylotu 3 kanału doprowadzającego 4. W zespole korpusu podstawy 5, znajduje się kanał 4 doprowadzający przepływ gazu, przy czym wylot 3 kanału wykonany jest w postaci kulistej czaszy z otworem w jego osi symetrii, wokół którego w gnieździe podstawy znajduje się płyn błonotwórczy 6 zapewniający wymienione gniazdo do takiego poziomu 7, że dolna krawędź ścianki cylindra pomiarowego 8 pozostaje całkowicie zanurzona w płynie, jakkolwiek poziom płynu znajduje się poniżej otworu czaszy kulistej wylotu 3 kanału doprowadzającego. Cylinder pomiarowy 8 uszczelniony jest w korpusie podstawy 5 i głowicy 9. W głowicy 9 z kanałem 10 wyprowadzającym gaz o zmienionym natężeniu przepływu, znajduje się dodatkowo kłosa krawędź przerywacza 11 błon.

Elektro-optyczny układ odczytowy, jak to ilustruje fig. 2, służy do określenia położenia błon na poziomach I i II cylindra pomiarowego 8. Składa się on z układu UD dopasowującego i kształtującego sygnały elektryczne U_n i $U_{n'}$ przekazywane z fotoelementów F1 i F2 i posiada dwa wyjścia dostarczające napięcie U_n oraz $U_{n'}$, połączone z wejściami dwuwyjściowego układu logicznego UL o napięciach wyjściowych U_n i $U_{n'}$. Fig. 4 pokazuje przebiegi czasowe napięć na wyjściach poszczególnych bloków tego układu odczytowego. Układ UD spełnia rolę podwójnego trygera Schmitta, układ UL natomiast dokonuje operacji

na sygnałach dostarczanych z UD w ten sposób, że na jednym jego wyjściu otrzymuje się sygnał U_n w postaci dwu impulsów napięcia o pewnym nastawionym czasie trwania t_1 , pojawiających się w odstępie czasowym równym czasowi pomiaru, a na drugim wyjściu otrzymuje się sygnał $U_{n'}$ w postaci jednego impulsu napięcia o czasie trwania równym czasowi pomiaru t_1 . Układ pomiaru czasu T spełnia rolę elektronicznego czasomierza.

Działanie przyrządu jest następujące: jak to ilustruje fig. 1, gaz o zmiennym natężeniu przepływu doprowadza się do cylindra pomiarowego 8 kanałem doprowadzającym 4, którego wylot 3 wykonany jest w kształcie czaszy kulistej.

W korpusie podstawy 12 znajduje się gniazdo wypełnione płynem błonotwórczym 6. Poziom płynu dobiera się tak, że zarówno dolna krawędź cylindra pomiarowego 8, jak i dźwignia 1 obrotowa generatora błon pomiarowych znajdują się pod jego powierzchnią. Obrót dźwigni 1 zespołu generatora błon pomiarowych powoduje, że film płynu błonotwórczego utworzony między pałakiem 2 i kulistym wylotem kanału 3 zostaje rozciągnięty na całej wynurzonej powierzchni kulistej wylotu kanału doprowadzającego. Utworzona w ten sposób bańka płynu ześlizguje się po zwilżonej kulistej powierzchni, osiągając ścianki cylindra pomiarowego 8. W tym momencie następuje przesuwanie się błony pomiarowej w kierunku poziomów mierniczych I i II w górę cylindra pomiarowego 8. Po osiągnięciu niezwilżonej krawędzi przerywacza 11 błona pęka, a tworzący ją płyn spływa w dół cylindra 8 zwilżając jego ścianki przed wytworzeniem następnej błony pomiarowej. Gaz wyprowadzany jest z cylindra pomiarowego 8 kanałem wyprowadzającym 10 znajdującym się w głowicy 9.

Elektrooptyczny układ odczytowy, zrealizowany przykładowo jak to ilustruje fig. 2, umożliwia automatyczny pomiar czasu przejścia błon pomiarowych. Stanowią go dwa źródła Z_1 i Z_2 światła i umieszczone na tym samym poziomie dwie fotokomórki F1 i F2. Sygnały elektryczne z fotokomórek doprowadzane są od układu dopasowującego i kształtującego UD, a następnie do układu logicznego UL, w którym następuje obróbka logiczna informacji i z którego wyprowadzony jest sygnał sterujący, na przykład bramkujący, do elektronicznego czasomierza T.

Fizyczna zasada dokonywania rejestracji położenia błony pomiarowej, pokazana na fig. 3, której wykorzystanie pozwoliło na uzyskanie dużej dokładności odczytowej przy zastosowaniu jednocześnie małozielnych wiązek światła ze źródeł Z_1 i Z_2 , jest następująca.

Przezroczysta optycznie błona pomiarowa złożona jest z dwu różnych rejonów: pierścieniowatej, o przekroju wklęsłotrójkątnym otoczki a i bardzo cienkiej, (rzędu 0,01 mm) wypukłej w kierunku ruchu błony czaszy kulistej b, której krzywizna zależy od stopnia zroszenia ścianek i natężenia przepływu gazu.

Charakter przebiegu promieni świetlnych w układzie, w którym źródło światła wraz z fotokomórką przemieszcza się wzdłuż cylindra w stosunku do nieruchomej błony pomiarowej, zilustrowany szczegółowo na rysunku, powoduje, że zmiany napięcia na fotoelementach fotokomórki, towarzyszące tym przesunięciom, mają przebieg charakteryzujący się trzema strefami. W strefie A na skutek odbicia promieni od powierzchni błony b i rozproszenia oraz ugięcia w pryzmatycznej otoczce a następuje wzrost napięcia U_n lub $U_{n'}$ na wyjściu fotokomórki F1 lub F2. Długość strefy A jest zmienna i zależy od krzywizny błony pomiarowej b. W strefie B następuje lokalny spadek napięcia, co odpowiada w przybliżeniu momentowi przejścia środka

symetrii promienia świetlnego przez wierzchołek c otoczki a, czemu towarzyszy chwilowy wzrost intensywności oświetlenia fotoelementu. Ten spadek napięcia nie ma stałej wartości i zależy również od krzywizny błony pomiarowej: nie przekracza jednak nigdy założonego poziomu U_0 . W strefie C następuje bardzo szybki spadek napięcia do poziomu wyjściowego i jeśli doczytywać go względem zaznaczonego poziomu U_0 , odbywa się na najkrótszej drodze względnego przesunięcia błony w stosunku do źródła światła i nie zależy od krzywizny powierzchni błony.

Zaobserwowane zjawisko warunkuje konstrukcję układu odczytowego w przyrządzie będącym przedmiotem wynalazku. Przyrząd do automatycznego pomiaru małych natężeń przepływu gazu posiada szereg zalet w porównaniu z istniejącymi przepływomierzami, spośród których poza możliwością automatycznego pomiaru podkreślić należy przede wszystkim: prostotę konstrukcji i obsługi przyrządu i bardzo dużą względną dokładność pomiaru. Błąd względny E_0 pomiaru przy wykorzystanej w wynalazku metodzie pomiaru wyraża się wzorem:

$$E_0 = E_L + E_T = \pm \left(\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta T}{T} \right)$$

gdzie: E_L – błąd względny oceny położenia błony pomiarowej na kresie pomiarowej (L – odległość między kresami, ΔL – błąd bezwzględny)

E_T – błąd względny pomiaru czasu przejścia błony pomiarowej pomiędzy kresami pomiarowymi (T – czas pomiaru, ΔT – błąd bezwzględny pomiaru czasu)

Przy odległości pomiarowej $L = 200$ mm i błędzie bezwzględnym nieokreśloności położenia $\Delta L = \pm 0,5$ mm.

$$E_L = \pm \frac{0,5}{200} = \pm 0,0025$$

Przy ręcznym pomiarze czasu w dotychczas spotykanych tego typu przyrządach pomiarowych:

$$\Delta T = +0,2s$$

$$E_0 = \pm \left(\frac{0,2}{T} + 0,0025 \right)$$

Przy elektronicznym pomiarze czasu:

$$\frac{\Delta T}{T} = 10^{-6} \ll \frac{\Delta L}{L}$$

stąd

$$E_0 = E_L = \pm 0,0025 = \pm 0,25\%$$

Z przytoczonych równań wynika, że będący przedmiotem wynalazku przyrząd do pomiaru małych natężeń przepływu, w przeciwieństwie do dotychczas stosowanych tego typu urządzeń, umożliwia znacznie dokładniejszy pomiar natężenia przepływu, a tym samym zapewnia pomiar ze stałą wysoką dokładnością względną w całym zakresie pomiarowym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Przyrząd do automatycznego pomiaru małych natężeń przepływu gazów, wyposażony w urządzenie do generacji błony pomiarowej, umieszczony w korpusie podstawy przyrządu wraz z kanałem doprowadzającym płyn błonotwórczy oraz w pionowy cylinder pomiarowy, **znamiennie tym**, że urządzenie do generacji błon pomiarowych stanowi obrotowa dźwignia (1) zakończona połączonym z nią trwałe pałakiem (2) o krzywiznie czaszy kulistej, odpowiadającej kształtowi wylotu (3) kanału (4) doprowadzającego gaz do cylindra pomiarowego (8) zamocowanego w komorze korpusu podstawy (12) tak, że dolna krawędź pionowego cylindra pomiarowego (8) oraz oś dźwigni znajdują się poniżej poziomu (7) płynu błonotwórczego, a wylot (3) kanału doprowadzającego (4) usytuowany jest powyżej tego poziomu (7), przy czym ścianki cylindra pomiarowego (8) wzdłuż których przesuwają się błona płynu, mają wyznaczone poziomy miernicze (I, II), określające objętość pomiarową, z umieszczonymi przy nich fotoelektrycznymi układami odczytowymi generującymi impulsy elektryczne wtedy, gdy część pierścieniowotrójkątna błony pomiarowej znika z pola odczytowego układu fotoelektrycznego.

2. Przyrząd według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że na poziomie górnej krawędzi cylindra pomiarowego (8) umieszczony jest przerywacz (11) błon pomiarowych stanowiący krawędź występu głowicy (9), w której usytuowany jest kanał wyprowadzający (10) gaz o mierzonym natężeniu przepływu.

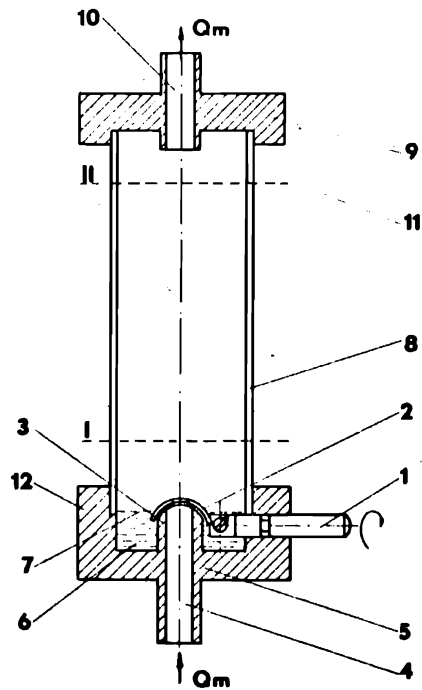


Fig. 1

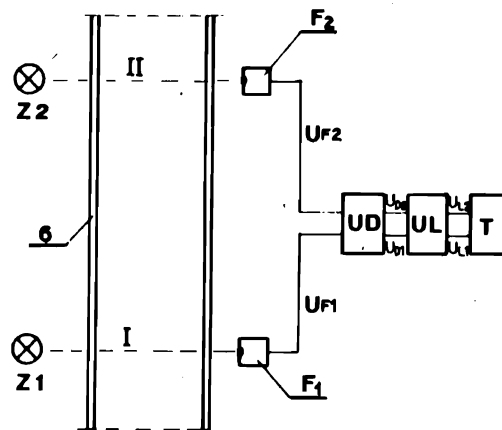


FIG. 2

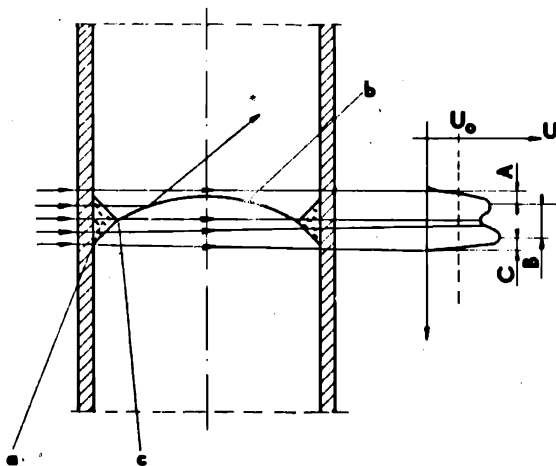


Fig. 3

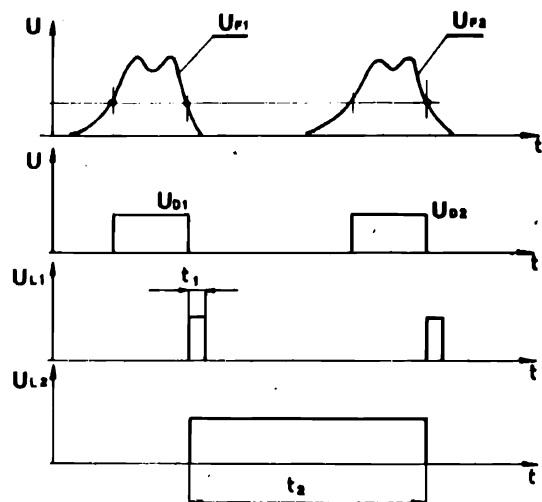


FIG. 4