



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

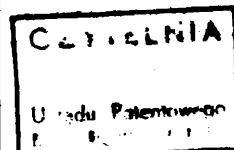
Zgłoszono: 06.05.77 (P. 197933)

Pierwszeństwo: 07.05.76 Węgry

Zgłoszenie ogłoszono: 02.01.78

Opis patentowy opublikowano: 15.05.1982

Int. Cl.² G01N 7/00
H01J 39/50



Twórcy wynalazku: István Berecz, Sándor Bohátka, Erzsébet Daróczy,
János Gál, György Horkay, Tamás Lakatos, Imre
Kádár, András Paál

Uprawniony z patentu: Medicor Művek, Budapest (Węgry)

Sposób analizy mieszaniny gazów i urządzenie do analizy mieszaniny gazów

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób analizy mieszaniny gazów i urządzenie do analizy mieszaniny gazów, służące do określania chwilowej wartości ciśnienia cząstkowego lub koncentracji składników mieszaniny gazów za pomocą spektrometru masowego.

Znane są urządzenia do analizy mieszaniny gazów, służące do określania chwilowej lub istniejącej przez dłuższy czas wartości ciśnienia cząstkowego względnie zmieniającej się w czasie koncentracji składników mieszaniny. Określenie składu mieszaniny gazów w znanych urządzeniach następuje w oparciu o wykorzystanie zjawiska zmiany przewodnictwa cieplnego, absorpcji w podczerwieni, przy wykorzystaniu spektrometrii mas i temu podobne.

Znane urządzenia, działające w oparciu o powyższe zjawiska, są jednak z jednej strony urządzeniami wyspecjalizowanymi i są w stanie określać wyłącznie zawartość jednego składnika mieszaniny, np. O_2 lub CO_2 , natomiast z drugiej strony działają wolno, nie mogą więc nadążać za szybkimi zmianami koncentracji lub też są wrażliwe na fizyczne oddziaływania otoczenia (np. na zmiany ciśnienia lub temperatury) i w związku z tym są niedokładne.

W przypadku innych znanych urządzeń stwierdzono, że pomiar kilku składników mieszaniny gazów jest wprawdzie możliwy (zresztą wyłącz-

2

nie przy użyciu skomplikowanych rozwiązań technicznych) ale wzrasta przy tym podatność na zakłócenia. Takim urządzeniem jest na przykład magnetyczny spektrometr mas. Znane jest także urządzenie do analizy mieszaniny gazów, tzw. kwadrupolowy spektrometr mas, za pomocą którego możliwa jest równoczesna obserwacja kilku gazów. Konstrukcja i działanie znanych urządzeń jest proste i ekonomiczne, jednakże analiza za pomocą spektrometru mas wymaga wyszkolonej obsługi. Nie są również znane urządzenia umożliwiające dokładne określanie liczby masowej badanego gazu. Inną wadą jest stosowanie jako detektora jonów powielacza elektronowego, którego czułość zmienia się w czasie.

Sposób analizy mieszaniny gazów według wynalazku polega na tym, że podczas analizy stosuje się szybki i dokładny pomiar przy ciśnieniach przekraczających ciśnienie robocze spektrometru mas za pomocą układu redukcyjnego, przez który przepuszcza się bez rozdzielania mieszaninę gazów. W źródle jonów spektrometru mas stosuje się ciśnienie przewyższające ciśnienie robocze w innych częściach spektrometru mas. Składniki gazowe wybiera się za pomocą sygnałów sterujących, będących sumą stałego napięcia odpowiadającego danemu składnikowi i napięcia zmiennego w czasie. Wybiera się je w ten sposób, że przy podawaniu sygnałów sterujących w detektorze

analyzera gazów otrzymuje się sygnały proporcjonalne do ciśnienia cząstkowego danego składnika gazowego, a pozostałe składniki mieszaniny gazów są pomijane. Odpowiednią prędkość pomiaru realizuje się przy określonym stosunku sygnał/szum przez szybkie wybieranie poszczególnych składników, jednakże z zachowaniem czasu niezbędnego do pomiaru ciśnienia cząstkowego.

Według wynalazku ciśnienie wewnątrz źródła jonów, przekraczające robocze ciśnienie spektrometru mas, uzyskuje się za pomocą zamkniętej konstrukcji źródła jonów, bezpośredniego połączenia układu do pobierania próbki ze źródłem jonów oraz otworu wejściowego źródła jonów umieszczonego naprzeciwko układu kwadrupolowego, osłoniętego przez ograniczającą go cylindryczną rurę, wchodzącą pomiędzy pręty kwadrupolowe.

Urządzenie według wynalazku zawiera układ do pobierania próbki gazu, który zawiera giętą kapilarę do wprowadzania próbki gazu, połączoną z pompą próżniową, która jest połączona poprzez zawór i poprzez dołączony do zaworu przewód próżniowy z zamkniętą przestrzenią źródła jonów. Źródło jonów połączone jest poprzez przeponę do wychwytywania jonów i poprzez połączony z przeponą do wychwytywania jonów otwór wejściowy z kwadrupolowym analizatorem gazów. Analizator gazów połączony jest z detektorem jonów zawierającym klatkę Faradaya oraz urządzenie zawiera układ do określania parametrów składników mieszaniny gazów współpracujący z układem do pobierania próbki gazu.

Według wynalazku układ do określania parametrów składników mieszaniny gazów może stanowić układ do równoczesnego pomiaru koncentracji składników mieszaniny gazów, zawierający głowicę analizującą, której wejście połączone jest z wyjściem generatora impulsów sterujących, do którego wejścia dołączone jest jedno z wejść programatora. Drugie wyjście programatora dołączone jest do wejścia elektrometru, trzecie wyjście dołączone jest do wejścia układu wydłużania sygnałów, natomiast czwarte wyjście dołączone jest do wejścia układu próbkowania i podtrzymywania.

Wyjście elektrometru połączone jest z innym wejściem układu wydłużania sygnałów, a wyjście układu wydłużania sygnałów dołączone jest do jednego z wejść wzmacniacza o regulowanym wzmocnieniu, do którego innego wejścia dołączone jest wyjście układu sumującego. Do wejścia układu sumującego dołączone jest wyjście układu próbkowania i podtrzymywania, którego wyjście połączone jest z urządzeniem wskaźnikowym.

W innym wykonaniu urządzenie według wynalazku stanowi układ do określania parametrów składników mieszaniny gazów, układ do określania ciśnienia cząstkowego składników mieszaniny gazów, zawierający głowicę analizującą, której wejście połączone jest z wyjściem generatora sygnałów sterujących, a do wejścia generatora sygnałów sterujących dołączone jest jedno z wyjść programatora. Drugie wyjście programatora do-

łączone jest do jednego z wejść elektrometru, natomiast jego trzecie wyjście dołączone jest do wejścia układu wydłużania sygnałów.

Czwarte wyjście programatora połączone jest z wejściem układu próbkowania i podtrzymywania. Wyjście elektrometru połączone jest z innym wejściem układu wydłużania sygnałów, a wyjście układu wydłużania sygnałów połączone jest z innym wejściem układu próbkowania i podtrzymywania. Wyjście układu próbkowania i podtrzymywania dołączone jest do urządzenia wskaźnikowego.

Zaletą urządzenia do analizy mieszaniny gazów według wynalazku jest to, że umożliwia ono szybką i dokładną analizę zmieniającej się w czasie zawartości składników mieszaniny gazów oraz osiągnięcie dużej stabilności czułości, z równoczesną możliwością uniknięcia stosowania powielacza elektronowego.

Zaletą urządzenia według wynalazku jest także to, że jest ono łatwe w użyciu i w produkcji oraz jest zabezpieczone przed zewnętrznymi wpływami zakłócającymi.

Urządzenie ma dużą czułość, a zastosowanie jako spektrometru mas kwadrupolowego spektrometru mas jest bardzo korzystne. Kwadrupolowy spektrometr mas składa się ze źródła jonów, które jonizuje obojętne cząsteczki próbki gazowej dostarczanej do tego źródła, z analizatora rozdzielającego powstające jony zależnie od ich liczby masowej wraz ze źródłem napięcia analizującego oraz z detektora zawierającego klatkę Faradaya, wychwytyującego przechodzące przez analizator jony. Poprzez analizator przy określonym napięciu analizującym mogą przepływać tylko jony o określonej masie. Przy innym napięciu mierzy się prąd jonów o innej masie. W ten sposób można rozdzielić składniki gazowe zależnie od ich liczby masowej.

Przepływający przez analizator i pojawiający się w detektorze prąd jonów o określonej liczbie masowej jest proporcjonalny do koncentracji składnika mieszaniny, zawartego w próbce gazu, bądź też do jego ciśnienia cząstkowego.

Kwadrupolowy spektrometr mas skonstruowany jest w ten sposób, że umożliwia szybki i dokładny pomiar koncentracji składnika gazowego i jego ciśnienia cząstkowego przy dużej czułości. W tym celu urządzenie dołączone jest do odpowiednich układów elektronicznych sterujących i wytwarzających impulsy oraz do układu pobierającego próbkę gazu. W celu zapewnienia poprawności działania niezbędne jest dołączenie do regulowanego automatycznie układu wysokiej próżni.

Przedmiotem wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ do pobierania próbki gazu, w schemacie, fig. 2 — układ do określania koncentracji składnika w mieszaninie gazów oraz fig. 3 — układ do pomiaru ciśnienia cząstkowego składnika mieszaniny gazów.

Układ do pobierania próbki gazu, który jest

przedstawiony na fig. 1, jest skonstruowany w następujący sposób.

Giętka kapilarna **K** do wprowadzania próbki gazu połączona jest z pompą próżniową **RB**. Pompa próżniowa **RB** jest dołączona poprzez zawór **SB** i poprzez dołączony do zaworu przewód próżniowy **NE** do zamkniętej przestrzeni źródła jonów **Z**. Źródło jonów **Z** poprzez przeponę **I** do wychwytywania jonów z otworem **B** połączone jest z kwadrupolowym układem analizatora gazów.

Analizator gazów **Q** połączony jest poprzez otwór wejściowy z detektorem jonów **F** zawierającym klatkę Faradaya. Układ do pobierania próbki gazu skonstruowany jest w ten sposób, że ciśnienie próbki gazu po przekroczeniu ciśnienia roboczego spektrometru mas stopniowo zmniejsza się a do spektrometru mas przedostaje się pewna, niezbędna do analizy ilość gazu. Układ do pobierania próbki jest poza tym skonstruowany w ten sposób, że umożliwia przyspieszenie zazwyczaj powolnego procesu analizy gazu, zwłaszcza proces wprowadzenia gazu nadąża za szybkimi (na przykład trwającymi ok. 100 ms) zmianami koncentracji.

Pompa próżniowa **RB** zasysa próbkę gazu przez długą, giętą kapilarę **K**. Z przestrzeni niskiego ciśnienia pomiędzy kapilarą **K** i pompą próżniową **RB** próbka gazu wpływa poprzez zawór **SB** i przewód próżniowy **NE** o dużych oporach przepływu do zamkniętej przestrzeni źródła jonów **Z**.

Wymiary giętkiej kapilary **K**, przez którą pobierana jest próbka, dobrane są w ten sposób, że ciśnienie przepływającego gazu zmniejsza się wskutek oporów przepływu o wartość zawartą między dziesiątymi częściami i dziesiątkami torów, przy czym przepływ nie jest ani turbulentny, ani molekularny, lecz w miarę możliwości włoskowaty. Dzięki temu zapewniony jest dalszy przepływ próbki gazu bez jej rozdzielania.

Wymiary przewodu próżniowego **NE** o dużym oporze przepływu, dobiera się w ten sposób, aby z przestrzeni, w której panuje wspomniane powyżej zmniejszone ciśnienie, próbka mogła przepłynąć do przestrzeni wysokiej próżni spektrometru mas. Przez otwieranie i zamykanie zaworu próżniowego **SB** osiąga się to, że próbka gazu tylko w ciągu niezbędnego okresu czasu wpływa do spektrometru mas. Próbka gazu wpływa bezpośrednio do zamkniętej przestrzeni źródła jonów **Z** spektrometru mas. „Przestrzeń zamknięta” oznacza tu, że gaz jest jonizowany w przestrzeni, która z wyjątkiem otworów niezbędnych do pobierania gazu i do izolowania doprowadzeń elektrycznych od pozostałych części składowych spektrometru mas oddzielona jest ścianką nie przepuszczającą gazów.

W źródle jonów próbka gazu wytwarza ciśnienie wyższe od ciśnienia panującego w pozostałych częściach zbiornika próżni spektrometru mas. Ten sposób pobierania próbki w porównaniu z rozwiązaniami tradycyjnymi zapewnia lepszą czułość i większą szybkość pomiarów. Zaleta stosowania zamkniętego źródła jonów polega na tym, że w urządzeniu może być zastosowana pompa

próżniowa o mniejszej mocy niż w przypadku stosowania otwartego źródła jonów.

Dzięki cylindrycznemu ukształtowaniu i wypełnieniu przestrzeniem osiada się prąd jonowy o większym natężeniu.

Dzięki osiągnięciu silniejszego prądu jonowego możliwe staje się stosowanie detektora jonowego z klatką Faradaya, który jest znacznie prostszy i bardziej niezawodny niż wrażliwe i zmniejszające z czasem czułość powielacze elektronowe. W ten sposób skonstruowane urządzenie jest zatem tańsze a jego działanie jest bardziej stabilne niż układów tradycyjnych.

Jony wytworzone przez źródło jonów **Z** dochodzą poprzez przeponę **I** do wychwytywacza jonów i poprzez wejściowy otwór **B** do kwadrupolowego układu analizatora gazów **Q** wykonanego z prętów. Zarówno czułość, jak i stabilność powinna się zwiększyć przez takie ukształtowanie wejściowego otworu **B** (zwróconego w stronę układu kwadrupolowego), w którym ten otwór osłonięty jest po prostu rurą cylindryczną wchodzącą pomiędzy pręty kwadrupolowe.

W prętowym układzie kwadrupolowym osiąga się selekcję jonów pod względem ich masy. Wyłącznie w ten sposób wydzielone jony mogą przedostać się przez otwór wyjściowy **KN** do detektora jonów **F**.

Przez ogrzewanie kapilary **K** można uniknąć osadzania się na jej ściankach kondensujących się par.

Przy zastosowaniu elektronicznych układów sterujących konstruktorzy dążyli do tego, aby mimo występujących w praktyce niestabilności spektrometru mas i napięcia sterującego, umożliwić równoczesny pomiar ciśnienia cząstkowego (koncentracji) analizowanych składników mieszaniny gazów przez zapewnienie odpowiednio długotrwałej stabilności. W rozwiązaniu tym, do wybierania poszczególnych składników mieszaniny gazów wykorzystywane jest zadawanie poziomów napięciowych zgodnie z odpowiednim taktem. Wskutek tego elektroniczne impulsy sterujące wytwarzane są odpowiednio do sumy napięć stałego i zmieniającego się w czasie. W wyniku tego, w kolektorze jonów spektrometru mas występują sygnały prądowe spowodowane podaniem sygnałów sterujących, wykazujące pewne maksima. Ta maksymalna wartość prądu jonowego jest proporcjonalna do ciśnienia cząstkowego wybranego składnika tak, że dla jednoznacznego jego określenia podawany jest jeden odpowiednio dobrany impuls elektryczny.

Ciśnienia cząstkowe poszczególnych składników mieszaniny gazów są mierzone kolejno jeden za drugim, a amplitudy otrzymanych impulsów elektrycznych są zapisywane w pamięci analogowej. Po zmierzeniu ciśnienia każdego badanego składnika gazowego rozpoczyna się następny cykl pomiarowy, a w pamięci zapisywane są amplitudy impulsów, odpowiadających wartościom ciśnienia cząstkowego, które w międzyczasie uległy zmianie. Dzięki temu możliwe jest nadążanie za chwilowymi zmianami ciśnienia cząsteczkowego

poszczególnych składników gazowych. Im szybsze zmiany chcemy wykrywać, tym szybciej musi być mierzone ciśnienie cząstkowe poszczególnych składników gazowych.

W wyniku skracania cyklu, elektronicznym urządzeniom przetwarzającym sygnał stawiane są coraz ostrzejsze wymagania: wzmacniacz przetwarzający mały prąd (około 10^{-10} A) detektora jonowego na napięcie, powinien przy dużym stosunku sygnał/szum zapewnić dużą szybkość działania. Zapewnienie dużej szybkości działania i małego poziomu szumów nie jest jednak zadaniem łatwym. Dlatego zostało wybrane rozwiązanie, w którym podczas przełączania urządzenia na pomiar poszczególnych składników, elektrometr jest „szybki” a podczas pomiaru reaguje wolno i z małymi szumami.

Zgodnie z tym szybkość działania wzmacniacza elektrometru została dobrana w ten sposób, aby można było dokładnie nadążać za prędkością zachodzących w każdym wypadku zmian. W tym celu dołączony jest filtr dolnoprzepustowy o zmienianej elektronicznie stałej czasu. Stała czasu podczas przełączania spektroskopu mas z pomiaru jednego składnika na pomiar innego składnika jest tak mała, aby otrzymywane na wyjściu filtru dolnoprzepustowego impulsy nadążały za impulsami wyjściowymi elektroskopu.

Natomiast podczas pomiaru stała czasu filtru jest równa stałej czasu uzyskiwanej przez zmieniającą się w czasie składową napięcia, nakładaną na napięcie stałe i jest znacznie większa tak, że w tym przypadku nie są przenoszone szybkie zmiany napięcia. Przy większej stałej czasu sumy są mniejsze, tak więc przez zastosowanie filtru z przełączaną stałą czasu zapewnia się odpowiednią szybkość i odpowiednio niski poziom szumów. Urządzenie zbudowane na tej zasadzie umożliwia równoczesne określanie ciśnień cząstkowych mieszaniny gazów złożonej z wielu składników, przy dużej dokładności i dobrej stabilności czasowej (do tej części urządzenia wrócimy przy opisie fig. 3).

W przypadku mieszaniny gazów, zawierającej znane składniki, można otrzymać elektronicznie ich koncentrację względną, wyrażoną w stosunkach ciśnień cząstkowych. Jest to rozwiązane w ten sposób, że sygnały elektryczne, proporcjonalne do ciśnień cząstkowych wszystkich składników, są sumowane, a stopień wzmacniacza wstępnego, przez który przechodzą wszystkie odpowiadające poszczególnym składnikom gazowym sygnały, jest regulowany w ten sposób, że wspomniana suma pozostaje stała. Rowiązanie to zapewnia niezawodne pomiary koncentracji również w przypadku, gdy zmienia się ogólne ciśnienie mieszaniny gazów.

Ogólny układ połączeń urządzenia według wynalazku, które służy do równoczesnego, szybkiego pomiaru koncentracji składników mieszaniny gazów, przedstawiony jest na fig. 2.

Urządzenie zawiera głowicę analizującą T, programator P, generator V sygnałów sterujących, elektrometr E z dołączonym filtrem, układ N

wydłużania sygnałów wzmacniacza S o regulowanym wzmocnieniu, układ M próbkowania i podtrzymywania oraz układ sumujący U. Złożone z tych układów urządzenie jest zbudowane w następujący sposób:

Wejście głowicy analizującej T połączone jest z wyjściem generatora V sygnałów sterujących, do którego wejścia dołączone jest jedno z wielu wyjść programatora P, którego drugie wyjście dołączone jest do wejścia elektrometru E, trzecie wyjście dołączone jest do wejścia układu N wydłużania sygnałów, natomiast czwarte wyjście dołączone jest do wejścia układu M próbkowania i podtrzymywania.

Wyjście elektrometru N połączone jest z innym wejściem układu N wydłużania sygnałów, a wyjście układu N wydłużania sygnałów dołączone jest do jednego z wejść wzmacniacza S. Do innego wejścia wzmacniacza S dołączone jest wyjście układu sumującego U (który jest wzmacniaczem), a do wejścia układu sumującego U dołączone jest wyjście układu M próbkowania i podtrzymywania. Inne wyjście układu M próbkowania i podtrzymywania połączone jest z urządzeniem wskaźnikowym.

Zarówno kolejność pomiarów, jak i współpraca poszczególnych układów określona jest przez programator P. Programator P połączony jest z elektrometrem N, z układem N wydłużania sygnałów, jak również z układem M próbkowania i podtrzymywania. Przez generator V sygnałów sterujących wytwarzane są zgodnie z taktem określonym przez programator P sygnały sterujące, niezbędne do sterowania głowicy analizującej T (tzn. spektrometrem masowym), powstałe przez nałożenie na napięcie stałe napięcia zmieniającego się w czasie. Wskutek oddziaływania sygnałów sterujących, otrzymywanych na wyjściu spektroskopu mas i odpowiadających określonemu składnikowi gazowemu, otrzymuje się prąd przetwarzany w napięcie przez elektrometr E. Przełączanie stałej czasu filtru sterowane jest programatorem P.

Sygnały wyjściowe elektrometru E doprowadzane są do układu N wydłużania impulsów, w którym maksymalna wartość sygnałów jest zapamiętywana, dopóki układ M próbkowania i podtrzymywania rokas programatora P nie pobierze próbki.

Po pobraniu próbki układ N wydłużania sygnałów rozładowywany jest za pomocą programatora P, wskutek czego zostaje zakończony pomiar danego składnika gazowego. Następnie przez programator P uruchamiany jest pomiar innego składnika gazowego. Sygnał z układu N wydłużania impulsów podawany jest poprzez wzmacniacz S o regulowanym wzmocnieniu do układu M próbkowania i podtrzymywania.

Wzmocnienie regulowanego wzmacniacza sterowane jest przez układ sumujący U, który sumuje sygnały otrzymywane na wyjściu układu M próbkowania i podtrzymywania z sygnałami odpowiadającymi innemu gazowi tak, że sygnał sumaryczny pozostaje stały. Na fig. 3 jest przedsta-

wiony schemat urządzenia do równoczesnego pomiaru ciśnienia cząstkowego składników gazu.

Z wejściem głowicy analizującej **T** połączone jest wyjście generatora **V**, sygnałów sterujących, a do wejścia generatora **V** sygnałów sterujących dołączone jest jedno z wielu wyjść programatora **P**. Drugie wyjście programatora **P** dołączone jest do jednego z wejść elektrometru **E**, natomiast trzecie wyjście programatora **P** dołączone jest do wejścia układu **N** wydłużania sygnałów. Czwarte wyjście programatora **P** połączone jest z wejściem układu **M** próbkowania i podtrzymywania. Wyjście układu **M** próbkowania i podtrzymywania połączone jest z urządzeniem wskaźnikowym.

Jak widać z rysunków i powyższych wyjaśnień, urządzenie do pomiaru ciśnienia cząstkowego składnika gazowego nie zawiera wzmacniacza **S** ani układu sumującego **U**. Tą cechą odróżnia się ono od urządzenia z fig. 2. Wskutek tego na wyjściach powstają sygnały proporcjonalne do ciśnień cząstkowych. Niezawodne działanie urządzenia zapewnione jest dzięki sterowanemu automatycznie układowi próżniowemu zabezpieczającemu pompę wysokiej próżni i źródło jonów w wypadku zaniku napięcia i przedostania się gazu do instalacji. Z drugiej strony zapewniona jest również prostota obsługi urządzenia. Stan pracy urządzenia sygnalizowany jest lampkami i w wypadku wystąpienia zakłóceń alarmowana jest obsługa.

Jak widać z powyższego, urządzenie według wynalazku nadaje się do przeprowadzania szybkiej i dokładnej analizy mieszaniny gazów, zawierającej wiele składników o zmiennej w czasie koncentracji.

Dzięki konstrukcji urządzenia zostaje przyspieszony najbardziej długotrwały proces przy analizie gazów, to znaczy ich wprowadzanie. Analizowany gaz — próbka — zostaje wprowadzony do zamkniętego źródła jonów kwadrupolowego spektrometru mas za pośrednictwem układu redukcji ciśnienia nie rozdzielającego gazu na składniki. Dzięki stosowaniu zamkniętego źródła jonów, którego jedna z elektrod wchodzi pomiędzy pręty kwadrupolowego spektrometru, zapewnia się większą czułość, większą szybkość pomiarów oraz umożliwia się stosowanie tańszych układów próżniowych i eliminuje się jednocześnie stosowanie zmieniających z czasem swoje właściwości powielaczy elektronowych.

Możliwe jest poza tym dokładne określanie liczb masowych składników gazowych w ten sposób, że wybór składnika odbywa się za pomocą stosowania sygnałów napięciowych będących sumą stałego napięcia odpowiadającego danemu składnikowi i napięcia zmiennego w czasie. Stosowany jest elektrometr z filtrem o przełączanej stałej czasu. Dzięki temu możliwe jest przeprowadzanie analizy gazów z dużą szybkością przy dużym stosunku sygnał/szum.

Dokładność pomiaru koncentracji poprawia się dzięki temu, że sygnały elektryczne, proporcjonalne do ciśnienia poszczególnych składników, są sumowane a wzmacnienie regulowanego wzmac-

niacza jest zmieniane w ten sposób, że wspomniana suma pozostaje stała.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób analizy mieszaniny gazów, zawierającej wiele składników, za pomocą spektrometru mas w układzie kwadrupolowym, zwłaszcza mieszaniny o zmieniających się w czasie ciśnieniach cząstkowych poszczególnych składników gazowych, przy czym pomiar każdego ze składników gazu dokonuje się z taką częstością, że nadąża się za zmianami ciśnienia cząstkowego, **znamienny tym**, że podczas analizy stosuje się szybki i dokładny pomiar przy ciśnieniach przekraczających ciśnienie robocze spektrometru mas za pomocą układu redukcyjnego, przez który przepuszcza się bez rozdzielania mieszaninę gazów, przy czym w źródle jonów spektrometru mas stosuje się ciśnienie przewyższające ciśnienie robocze w innych częściach spektrometru mas a składniki gazowe wybiera się za pomocą sygnałów sterujących, będących sumą stałego napięcia odpowiadającego danemu składnikowi i napięcia zmiennego w czasie, przy czym wybiera się je w ten sposób, że przy podawaniu sygnałów sterujących w detektorze analizatora gazów otrzymuje się sygnały proporcjonalne do ciśnienia cząstkowego danego składnika gazowego, a pozostałe składniki mieszaniny gazów są pomijane, odpowiednią precyzyjność pomiaru realizuje się przy określonym stosunku sygnał/szum przez szybkie wybieranie poszczególnych składników, jednakże z zachowaniem czasu niezbędnego do pomiaru ciśnienia cząstkowego.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ciśnienie wewnątrz źródła jonów, przekraczające ciśnienie robocze spektrometru mas, uzyskuje się za pomocą zamkniętej konstrukcji źródła jonów, bezpośredniego połączenia układu do pobierania próbki ze źródłem jonów oraz otworu wejściowego źródła jonów, umieszczonego naprzeciwko układu kwadrupolowego, osłoniętego przez ograniczającą go cylindryczną rurę, wchodzącą pomiędzy pręty kwadrupolowe.

3. Urządzenie do analizy mieszaniny gazów zawierającej wiele składników za pomocą spektrometru mas w układzie kwadrupolowym, zwłaszcza mieszaniny o zmieniających się w czasie ciśnieniach cząstkowych poszczególnych składników gazowych, zawierające układ do pomiaru każdego ze składników gazu z taką częstością, że jest on przystosowany do nadążania za zmianami ciśnienia cząstkowego, **znamiennie tym**, że zawiera układ do pobierania próbki gazu, który zawiera giętą kapilarę (**K**) do wprowadzania próbki gazu, połączoną z pompą próżniową (**RB**), która jest połączona poprzez zawór (**SB**) i poprzez dołączony do zaworu (**SB**) przewód próżniowy (**NE**) z zamkniętą przestrzenią źródła jonów (**Z**), przy czym źródło jonów (**Z**) połączone jest poprzez przeponę (**I**) do wychwytywania jonów i poprzez połączony z przeponą (**I**) do wychwytywania jonów otwór

wejściowy (B) z kwadрупольowym analizatorem gazów (Q), a analizator gazów (Q) połączony jest z detektorem jonów (F) zawierającym klatkę Faradaya oraz urządzenie zawiera układ do określania parametrów składników mieszaniny gazów współpracujący z układem do pobierania próbki gazu.

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że układ do określania parametrów składników mieszaniny gazów stanowi układ do równoczesnego pomiaru koncentracji składników mieszaniny gazów, zawierający głowicę analizującą (T), której wejście połączone jest z wyjściem generatora (V) sygnałów sterujących, do którego wejścia dołączone jest jedno z wejść programatora (P), którego drugie wyjście dołączone jest do wejścia elektrometru (E), i którego trzecie wyjście dołączone jest do wejścia układu (N) wydłużania sygnałów, natomiast którego czwarte wyjście dołączone jest do wejścia układu (M) próbkowania i podtrzymywania, przy czym wyjście elektrometru (E) połączone jest z innym wejściem układu (N) wydłużania sygnałów, a wyjście układu (N) wydłużania sygnałów dołączone jest do jednego z wejść wzmacniacza (S) o regulowanym wzmacnieniu, do którego innego wejścia dołączo-

ne jest wyjście układu sumującego (Ö), do wejścia układu sumującego (Ö) dołączone jest wyjście układu (M) próbkowania i podtrzymywania, którego wyjście połączone jest z urządzeniem wskaźnikowym.

5. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że układ do określania parametrów składników mieszaniny gazów stanowi układ do określania ciśnienia cząstkowego składników mieszaniny gazów, zawierający głowicę analizującą (T), której wejście jest połączone z wyjściem generatora (V) sygnałów sterujących, a do wejścia generatora (V) sygnałów sterujących dołączone jest jedno z wyjść programatora (P), którego drugie wyjście dołączone jest do jednego z wejść elektrometru (E), natomiast którego trzecie wyjście dołączone jest do wejścia układu (N) wydłużania sygnałów, a czwarte wyjście połączone jest z wejściem układu (M) próbkowania i podtrzymywania, wyjście elektrometru (E) połączone jest z innym wejściem układu (N) wydłużania sygnałów, a wyjście układu (N) wydłużania sygnałów połączone jest z innym wejściem układu (M) próbkowania i podtrzymywania, przy czym wyjście układu (M) próbkowania i podtrzymywania dołączone jest do urządzenia wskaźnikowego.

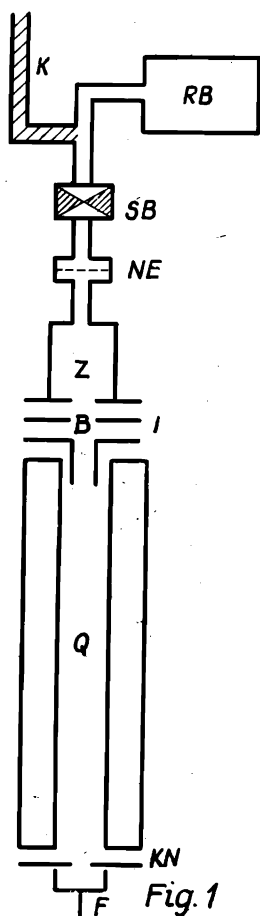


Fig. 1

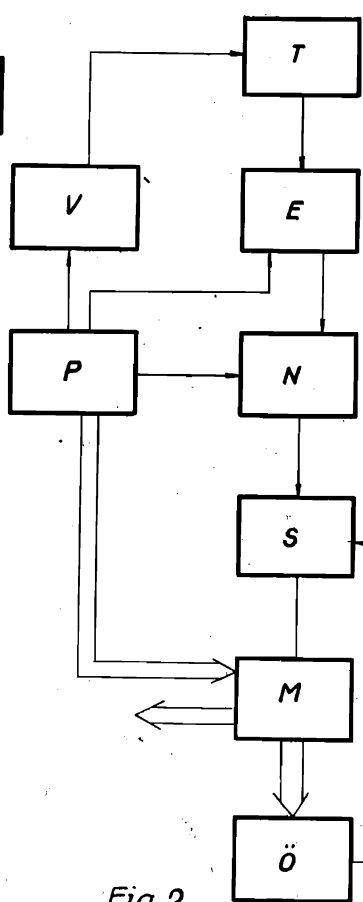


Fig. 2

