



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

204952
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
G 01 N 27/62

(22) Přihlášeno 04 04 77

(21) (PV 2208-77)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 07 05 76
(ME-1975) Maďarská lidová republika

(40) Zveřejněno 30 05 80

(45) Vydáno 15 12 83

(72)
Autor vynálezu

BERECZ ISTVÁN, BOHÁTKA SÁNDOR, DARÓCZY ERZSÉBET, GÁL JÁNOS,
HORKAY GYÖRGY, LAKATOS TAMÁS, KÁDÁR IMRE a PAÁL ANDRÁS,
DEBRECEN (MLR)

(73)
Majitel patentu

MEDICOR MŮVEK, BUDAPEŠŤ (MLR)

(54) Zařízení pro měření a nepřetržitou registraci koncentrace složek směsi plynů a pro měření a nepřetržitou registraci jednotlivých složek směsi plynů

1

Vynález se týká zařízení pro měření a nepřetržitou registraci koncentrace složek směsi plynů a pro měření a nepřetržitou registraci jednotlivých složek jejich automatickou analýzou.

Jsou známa zařízení k rozboru plynů, která jsou vhodná k určování parciálních tlaků působících krátkodobě nebo trvajících delší dobu, popřípadě zařízení k určování koncentrací složek plynové směsi, které se časem mění.

Určování plynových složek se provádí těmito zařízeními podle fyzikálních zákonů o tepelné vodivosti, absorpci infračerveného záření, hmotové spektrometrii a podobně. Zařízeními zkonstruovanými podle těchto fyzikálních zákonů jsou jednak specifické přístroje, které jsou proto schopny měřit pouze jednotlivé složky, například obsah kyslíku nebo kysličníku uhličitého, jednak přístroje, které reagují pomalu a nemohou proto sledovat rychle se měnící koncentrace, nebo jsou citlivé na okolní fyzikální vlivy, například na kolísání teploty nebo tlaku, a proto pracují nepřesně.

Jiné přístroje sice umožňují měření několika plynových složek, avšak pouze pomocí složitějšího technického řešení, čímž se zvyšuje jejich poruchovost. Takovými přístroji jsou například magnetické hmotové

2

spektrometry. Jako analyzátoru se používá hmotového spektrometru známého pod názvem kvadrupol, kterým je možno pozorovat několik plynů současně.

Konstrukce a technické provedení s hmotovým spektrometrem kvadrupol je jednodušší a ekonomičtější, avšak přístroj používající uvedeného hmotového spektrometru vyžaduje obsluhu zkušeným odborníkem. Dalším nedostatkem tohoto přístroje je nemožnost zjišťovat hmotové číslo zkoušeného plynu. Nedostatek tohoto přístroje spočívá též v tom, že se v případě, kdy je použito násobiče elektronů jako detektoru iontů, citlivost zařízení časem mění.

Podstata vynálezu u zařízení pro měření a nepřetržitou registraci koncentrace složek směsi plynů a pro měření na nepřetržitou registraci jednotlivých složek jejich automatickou analýzou, skládajícího se z jednotky pro přívod směsi plynů, která má být analyzována, do hmotového spektrometru kvadrupol, z hmotového spektrometru kvadrupol pro oddělování jednotlivých složek směsi plynů, napojeného na jednotku pro přívod směsi plynů, a z řídicí elektronické jednotky pro zpracovávání dat, spojené elektricky s hmotovým spektrometrem kvadrupol, přičemž hmotový spektrometr

kvadrupol se skládá z iontového zdroje pro ionizaci plynu, z tyčového systému kvadrupol spojeného s iontovým zdrojem pro rozpojování jednotlivých složek ionizovaného plynu, z jednotky vysokofrekvenčního stejnosměrného pole pro napájení systému kvadrupol a z iontového detektoru iontů složek plynů, spočívá v tom, že ohebná kapilára jednotky pro přívod vzorků plynové směsi je spojena s vývěvou, napojenou přes ventil vakuovým vedením o průtočném odporu $1 \cdot 10^4$ s/2.5 cm, spojeným s ventilem, na uzavřený prostor iontového zdroje, který je napojen přes odečítací iontový obvod a přes vstupní otvor, spojený s odečítacím iontovým obvodem, na plynový analyzátor, spojený s detektorem iontů opatřeným Faradayovou klecí, v jednotce pro určování koncentrace složek plynů je uspořádána analyzační hlavice, na jejíž vstup je napojen výstup generátoru řídicích signálů, a vstup tohoto generátoru je spojen s prvním výstupem programovacího členu a druhý výstup programovacího členu je napojen na první vstup elektrometru, třetí výstup programovacího členu je spojen se vstupem zpožďovacího proudového okruhu signálů a jeho čtvrtý výstup je napojen na první výstup proudového obvodu pro přívod a přidržování vzorku směsi plynů, přičemž výstup elektrometru je napojen na druhý vstup zpožďovacího proudového okruhu signálů, výstup tohoto okruhu je spojen s prvním vstupem zesilovače s nastavitelným zesilováním a na druhý vstup zesilovače je napojen výstup sumarizačního obvodu, na jehož vstup je připojen první výstup proudového obvodu pro odběr a přidržování vzorků směsi plynů, a druhý výstup tohoto obvodu je připojen na měřicí přístroje.

Při provedení zařízení pro současně měření parciálních plynových složek je podle vynálezu připojen ke vstupu analyzační hlavice výstup generátoru řídicích signálů, kdežto na vstup tohoto generátoru je napojen první výstup programovacího členu, druhý výstup tohoto členu je napojen na první vstup elektrometru, třetí výstup programovacího členu je napojen na první vstup zpožďovacího proudového okruhu signálů a čtvrtý výstup uvedeného členu je spojen s prvním vstupem proudového obvodu pro odběr a přidržování vzorku plynové směsi, výstup elektrometru je spojen s výstupem zpožďovacího proudového okruhu a výstup tohoto okruhu je spojen s druhým vstupem proudového obvodu pro odběr a přidržování vzorků plynové směsi, a výstup tohoto obvodu je spojen s měřicími přístroji.

Zařízení podle vynálezu může být provedeno též tak, že plynový analyzátor je spojen přes magnetický vakuový ventil s kapilárou a s prvou vývěvou pro předběžné vakuum, vedení spojující prvou vývěvu pro předběžné vakuum s kapilárou je napojeno přes čidlo pro předběžné snímání

vakua na vstup proudového obvodu pro měření vakua a výstup tohoto proudového obvodu je spojen s magnetickým vakuovým ventilem, plynový analyzátor je výstupní stranou napojen přes vakuové čidlo na vstup proudového okruhu pro měření vysokého vakua a výstup tohoto proudového okruhu je zpětně vázán na plynový analyzátor a na tlakovzdušné staraně je plynový analyzátor spojen s vývěvou pro vysoké vakuum, spojenou přes magnetický ventil, na který je napojen samostatný zpožďovací proudový okruh, s druhou vývěvou pro předběžné vakuum, úsek vedení mezi vývěvou pro vysoké vakuum a magnetickým ventilem je spojen přes proudový okruh pro snímání předběžného vakua se vstupem proudového okruhu pro měření vakua, přičemž jeden výstup proudového okruhu pro měření vakua je spojen s druhým vstupem proudového okruhu pro měření vysokého vakua a druhý výstup proudového okruhu pro měření vakua je spojen s vývěvou pro vysoké vakuum.

Vynálezem jsou odstraněny nedostatky známých zařízení, eventuálně jsou využity možnosti poskytované přednostmi hmotového spektrometru kvadrupol. Postup a zařízení podle vynálezu umožňuje rychlý a přesný rozbor složek směsi plynů, které se během času mění, a to tak, že se provádí měření hmotových čísel. Kromě toho je zajištěna stále stejná citlivost, a to jak k jednotlivých složkám směsi plynů, tak pokud jde o čas a měnící se podmínky okolí. Mimo to také není třeba násobiče elektronů. Podle vynálezu lze zkonstruovat automaticky ovládané, vůči vnějším rušivým vlivům chráněné, pohotové a přesné zařízení.

Vynález je dále popsán a objasněn na příkladech znázorněných na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je schéma zařízení pro přívod vzorku plynové směsi, obr. 2 je schéma jednotky pro určování koncentrace složek plynové směsi, obr. 3 je schéma jednotky pro měření parciálního tlaku plynové složky a obr. 4 je schéma základní konstrukce automaticky ovládaného systému pro vysoké vakuum.

Ve vynálezu použitý hmotový spektrometr kvadrupol je složen ze zdroje iontů a jeho napájecí jednotky, ve kterém jsou neutrální molekuly vzorku plynu ionizovány, ze systému kvadrupol spojeného s iontovým zdrojem pro rozpojování jednotlivých složek ionizovaného plynu, z jednotky vysokofrekvenčního stejnosměrného pole pro napájení systému kvadrupol a z iontového detektoru iontů složek plynů.

Při určitém napětí mohou plynovým analyzátozem přístroje procházet pouze ionty o určité hmotnosti. Při jiném napětí se na detektoru změří proud iontů o jiné hmotnosti. Takto lze rozlišit složky plynu podle hmotového čísla.

Proud iontů o určitém hmotovém čísle, který prošel plynovým analyzátozem a je vyzářen na detektor iontů, je úměrný koncentraci, eventuálně parciálního tlaku složky plynu obsažené ve vzorku plynové směsi.

Hmotový spektrometr kvadrupol je zkonstruován tak, aby byla koncentrace plynových složek a parciální tlaky změřeny rychle, přesně a s vysokou citlivostí. Proto se přístroj připojuje k odpovídajícím řídicím a signály zpracovávajícím elektronickým jednotkám a k přístroji pro odběr vzorků, jak bude níže podrobně popsáno.

Jednotka pro přívod vzorků směsi plynů zařízení podle vynálezu (obr. 1) sestává z ohebné kapiláry **K**, kterou je veden vzorek plynové směsi, a která je spojena s vývěvou **RB**. Vývěva **RB** je napojena přes ventil **SB** a vakuové vedení **NE** na uzavřený prostor zdroje **Z** iontů. Zdroj **Z** iontů je přes obvod **I** pohlcující ionty a přes vstupní otvor **B**, který je spojen s obvodem **I** pohlcujícím ionty, připojen k plynovému analyzátoru **Q** systému kvadrupol. Plynový analyzátor **Q** je připojen přes výstupní otvor k detektoru **F** iontů, který je opatřen Faradayovou klecí. Systém pro odběr vzorku plynové směsi je sestaven tak, aby tlak vzorku plynové směsi, jakmile překročí provozní tlak hmotového spektrometru, pozvolna klesal a aby do hmotového spektrometru bylo přivedeno potřebné množství plynu. Zařízení pro odběr vzorku plynové směsi je mito to zkonstruováno tak, aby bylo zajištěno urychlení obvykle pomalu probíhajících procesů u plynových analýz, zvláště odběr vzorků plynové směsi, a aby mohlo být poté provedeno měření rychlé změny koncentrace, například v trvání 100 mikrosekund. Vzorek plynové směsi je nasáván vývěvou **RB** přes dlouhou, ohebnou kapiláru **K**. Z prostoru s nízkým tlakem, mezi kapilárou **K** a vývěvou **RB**, proudí vzorek plynové směsi přes ventil **SB** a vakuové vedení **NE** o průtočném odporu $1 \cdot 10^7$ s/2,5 cm vůči proudění do uzavřeného prostoru zdroje **Z** iontů. Rozměry ohebné kapiláry **K**, která usnadňuje odběr vzorků plynové směsi, jsou stanoveny tak, aby tlak procházejícího plynu v důsledku odporu vůči proudění poklesl na tlak od několika desítek paskalů do několika tisíc paskalů a aby proudění nebylo ani turbulentní ani molekulární, nýbrž pokud možno co nejvíce vazké. Tím je zaručeno, že vzorek plynové směsi bude dále veden bez rozvrstvování. Rozměry vakuového vedení **NE** o průtočném odporu $1 \cdot 10^4$ s/2,5 cm vůči proudění jsou stanoveny tak, aby vzorek plynové směsi mohl z prostoru, ve kterém je výše zmíněný snížený tlak, vstoupit do prostoru hmotového spektrometru o vysokém vakuu. Otevíráním a uzavíráním vakuového ventilu **SB** se dosahuje toho, že vzorek plynové směsi proudí do hmotového spektrometru pouze po nezbytnou dobu.

Vzorek plynové směsi poté vstupuje do uzavřeného prostoru zdroje **Z** iontů hmotového spektrometru. Pojmeme „uzavřený prostor“ se rozumí, že plyny jsou ionizovány v prostoru, který je kromě nezbytných otvorů pro přívod plynů, elektrické izolace a připojení oddělen od ostatních dílů hmotového spektrometru stěnou, která nepropouští plyny. V zdroji **Z** iontů dosáhne vzorek plynové směsi vyššího tlaku, než je tlak v ostatních dílech vakuových nádob hmotového spektrometru. Takto prováděný odběr vzorku plynové směsi zajišťuje proti tradičnímu řešení vyšší citlivost a větší rychlost měření. Přednost uzavřeného zdroje **Z** iontů spočívá v tom, že v zařízení lze použít vývěvy pro vysoké vakuum s menším výkonem než v případech, kdy je použito otevřeného zdroje iontů. Válcovým uspořádáním plnění prostoru se dosahuje proudu iontů o vyšší intenzitě. Získaný intenzivnější proud iontů umožňuje použití detektoru **F** iontů s Faradayovou klecí, který je daleko jednodušší a vhodnější než elektronový násobič, který je citlivý a během času ztrácí citlivost.

Ionty vzniklé v zdroji **Z** iontů procházejí lapačem iontů **I** a přes vstupní otvor **B** do plynového analyzátoru **Q** systému kvadrupol. Tak jako citlivost je možno i stabilitu zvětšit úpravou vstupního otvoru **B**, obráceného proti systému kvadrupol, přičemž tento otvor tvoří jednoduché válcové trubice a zasahuje dovnitř mezi tyče systému kvadrupol.

V tyčovém systému kvadrupol se ionty rozdělují podle svých hmotností. Přes výstupní otvor **KN** proudí pouze takto vychýlené ionty do detektoru **F** iontů. Toto uspořádání odstraňuje nesnáze s vytápěním kapiláry **K**, protože na její stěně se nemohou usazovat zkondenzované páry.

Při konstrukci elektronické řídicí jednotky byla snaha dosáhnout toho, aby přes to, že ve skutečnosti vždy dochází k nestabilitě hmotového spektrometru a řídicího napětí při současném měření parciálních tlaků, popřípadě koncentrace jednotlivých složek směsi plynů, bylo měření prováděno s odpovídající dlouhou stabilitou. Při řešení, podle něhož se provádí zkouška výběrem jednotlivých plynových složek při pevně určené, v odpovídajícím rytmu vznikající úrovni napětí, není stabilita po delší dobu dostačující. Proto elektronický řídicí signál byl vytvořen součtem konstantního a v čase proměnného napětí. Na iontový kolektor hmotového spektrometru proto přichází pod vlivem vytvořené řídicího signálu proud iontů o maximální hodnotě. Tato maximální hodnota proudu iontů je úměrná parciálního tlaku hodnocené složky plynové směsi tak, že k jejímu jednoznačnému určení byl vytvořen vhodný signál. Parciální tlak jednotlivých plynových složek je postupně měřen a výchylka příslušného elektrického signálu je po jednom u-

ložena do analogového paměťového registru. Když je tlak každé měřené plynné složky změřen, začíná opět měřicí cyklus a v registru se uloží amplituda odpovídajícího signálu, v mezidobí měřeného parciálního tlaku. Tím je však umožněno sledovat časové změny parciálního tlaku jednotlivých plynových složek. Oč rychlejší změny se mají pozorovat, o to rychleji musí být měřen parciální tlak jednotlivých plynových složek.

Čím je časový cyklus kratší, tím přísnější požadavky vznikají na elektronické přístroje vysílající signály. Zesilovač, který mění proud o nepatrné hodnotě (cca 10^{-10} A), získaný na výstupu detektoru **F** iontů hmotového spektrometru, na napětí, by měl kromě poměrně většího poměru signál/šum také rychleji reagovat. Rychlost a menší šum nelze současně snadno zaručit. Proto bylo zvoleno řešení, že pro čas přepínání jednotlivých plynových složek je elektrometr „rychlý“, zatímco měření reaguje pomalu a s malým šumem.

Vzhledem k tomu je rychlost zesilovače elektrometru volena tak, aby bylo možno popřípadě se vyskytnuvší změnu rychlosti přesně následovat. Je proto zařazen zvláštní filtr s propustí pro dolní kmitočty, jehož časovou konstantu je možno elektronicky měnit. Časová konstanta, během níž je hmotový spektrometr přepojen z jedné plynové složky na druhou, zůstává tak malá, aby signál vzniklý na výstupu filtru s propustí pro dolní kmitočty mohl následovat rychlou změnu, která vznikne na výstupu elektrometru. Během měření je naopak volena časová konstanta filtru, která je superponovaná na konstantní napětí a na části proměnné v čase je udržovaná tak, aby časová konstanta filtru byla podstatně větší, ježto v takovémto případě může následovat vždy menší změněné napětí. U větší časové konstanty je šum menší, protože použití filtru se sdruženou časovou konstantou zaručuje odpovídající rychlost a nižší hladinu šumu. Zařízením zkonstruovaným na tomto principu je možno určovat současně parciální tlaky plynových složek ve směsi plynů, a to s vysokou přesností a dlouhodobou stabilitou. Toto zařízení bude popsáno v souvislosti s obr. 3.

Pokud jsou plynové složky směsi plynů známé, lze ze znalosti parciálních tlaků bezprostředně elektronicky určit jejich koncentraci. Řešení spočívá v tom, že k parciálnímu tlaku všech složek plynové směsi se přičtou proporcionální elektronické signály a stupeň zesílení, přes který proběhne každý signál odpovídající jednotlivé plynové složce, je nastaven tak, že zmíněný součet zůstává konstantní. Tímto řešením lze bezpečně provést měření koncentrace také v tom případě, když se celkový tlak směsi plynů mění.

Všeobecné schéma zapojení zařízení pro

určování koncentrace složek plynové směsi je jako příklad uvedeno na obr. 2.

Tato část zařízení podle vynálezu je složena z analyzační hlavice **T** programovacího členu **P**, z generátoru **V** řídicích signálů, z elektromotoru **E** s přidruženým filtrem, z proudového okruhu zpožďovacího signálu **N**, ze zesilovače **S** s ovládaným zesílením, z proudového okruhu pro odběr vzorku plynové směsi a přídržného proudového okruhu **M** a ze sumarizačního proudového okruhu **O**.

Jednotlivé uvedené části jsou vzájemně propojeny tak, že vstup analyzační hlavice **T** je spojen s výstupem generátoru **V** řídicích signálů a k jeho vstupu je připojen první výstup **1** programovacího členu **P**, druhý výstup **2** programovacího členu **P** je napojen na první vstup **3** elektrometru **E**, třetí výstup **4** programovacího členu **P** je napojen na vstup **5** zpožďovacího proudového okruhu **N** signálů a čtvrtý výstup **6** programovacího členu **P** je spojen s prvním vstupem **7** proudového obvodu pro odběr vzorků plynové směsi a přídržného proudového okruhu **M**.

Výstup elektrometru **E** je napojen na druhý vstup **8** zpožďovacího proudového okruhu **N** signálů. Výstup tohoto okruhu **N** je spojen s prvním vstupem **9** zesilovače **S** s nastavitelným zesilováním. Na druhý vstup **10** zesilovače **S** je napojen výstup sumarizačního obvodu **O**, na vstup tohoto obvodu **O** je připojen první výstup **11** proudového obvodu **M** pro odběr a přídržování vzorků plynové směsi a druhý výstup **12** tohoto obvodu **M** je připojen na měřicí přístroje.

Postup měření je určován programovacím členem **P**. Je tedy určována posloupnost měření a součinnost jednotlivých proudových okruhů. V generátoru **V** řídicích signálů vznikají po jednom, podle taktu, který je předurčován programovacím členem **P**, řídicí signály, které jsou nutné k řízení analyzační hlavice **T**, tedy hmotového spektrometru, a to superpozicí konstantního a v čase se měnícího napětí. Pod vlivem řídicího signálu, který vzniká na výstupu hmotového spektrometru a patří určité plynové složce, vzniká proud, který je měněn elektrometrem **E** na napětí. Přiřazení časové konstanty filtru je řízeno přes programovací člen **P**. Výstupní signál přichází z elektrometru **E** do proudového zpožďovacího okruhu **N** a zde je maximální signál uchovávan tak dlouho, až se proudovým okruhem pro odběr vzorku plynové směsi a přídržným proudovým okruhem **M** na příkaz programovacího členu **P** odebere vzorek plynové směsi.

Po odběru vzorku plynové směsi se signál ze zpožďovacího proudového okruhu **N**, na příkaz programovacího členu **P**, vybijí, čímž se ukončí měření dané plynové složky. Poté podle programovacího členu **P**

dojde k měření další plynové složky. Signál přichází ze zpožďovacího proudového okruhu **N** přes ovládaný zesilovač **S** k proudovému okruhu pro odběr vzorku plynové směsi a přidržného proudového okruhu **M**. Zesílení ovládaného zesilovače **S** je řízeno sumarizačním proudovým okruhem **O**, který vzniká na výstupu proudového okruhu pro odběr vzorku plynové směsi a přidržného proudového okruhu **M** a pro různé plyny příslušné signály sčítá, a to tak, že součtový signál zůstává konstantní.

Na obr. 3 je schematicky uvedeno zařízení pro současné měření parciálních tlaků plynových složek.

Se vstupem analyzační hlavice **T** je spojen výstup generátoru **V** řídicích signálů a ke vstupu tohoto generátoru **V** je napojen výstup **1** programovacího členu **P**. Druhý výstup **2** programovacího členu **P** je napojen na první vstup **3** elektrometru **E**, třetí výstup **4** je napojen na první vstup **5** zpožďovacího proudového okruhu **N** signálů a čtvrtý výstup **6** programovacího členu **P** je spojen s prvním vstupem **7** proudového okruhu pro odběr vzorku plynové směsi a přidržného proudového obvodu **M**. Výstup elektrometru **E** je spojen s výstupem **8** zpožďovacího proudového okruhu **N** a výstup tohoto okruhu **N** je spojen s druhým vstupem **13** proudového obvodu **M** pro odběr a přidržování vzorku směsi plynů a výstup tohoto obvodu **M** je spojen s měřicími přístroji.

Jak vyplývá z výkresu a z výše uvedeného popisu, zařízení sloužící k měření parciálních tlaků obsahuje kromě zesilovače **S** také sumarizační okruh **O**. Tímto významem se liší od zařízení podle obr. 2. Na výstupu proto vzniká signál úměrný parciálním tlakům. Zařízení je automaticky pojištěno zabezpečovacím opatřením, kterým je ovládaný vakuový systém, přičemž také je chráněna, v případě výpadku elektrické energie, proti vniknutí plynu vysokovakuová vývěva vakuového systému, který bude níže popsán, a zdroj **Z** iontů. Kromě toho je také zajištěna jednoduchá obsluha zařízení. Postup měření je signalizován signálkami a obsluhující personál je tak upozorněn na případnou závadu.

Příklad vakuového systému je uveden na obr. 4. Analyzovaná plynová směs je zavedena kapilárou **K**, spojenou s první vývěvou **RB**, která je u tohoto provedení vývěvou pro předběžné vakuum, přes magneticky ovládaný vakuový ventil **SB** do plynového analyzátoru **Q**. Vedení spojující vývěvu **RB** pro předběžné vakuum a kapiláru **K** je napojeno přes čidlo **PB** pro předběžné snímání vakua na vstup proudového okruhu **MA** pro měření vakua, a výstup tohoto proudového otvoru **MB** pro měření vakua je spojen s vakuovým ventilem **SB**. Plynový analyzátor **Q** je na výstupní straně napojen přes vakuové čidlo **IM** na vstup **14** proudového okruhu **MC** pro měření vy-

sokého vakua. Výstup **15** proudového okruhu **MC** pro měření vysokého vakua je zpětně vázán s plynovým analyzátozem **Q**. Plynový analyzátor **Q** je svou tlakovzdušnou stranou spojen s vývěvou **H** pro vysoké vakuum a tato vývěva **H** je spojena přes magnetický ventil **SA** s druhou vývěvou **RA** pro předběžné vakuum. Na magnetický ventil **SA** je napojen samostatný zpožďovací proudový okruh **D**, přičemž úsek vedení mezi vývěvou **H** pro vysoké vakuum a magnetickým ventilem **SA** je spojen přes proudový okruh **PA** pro snímání předběžného vakua se vstupem proudového okruhu **MA** pro měření vakua. Jeden výstup **16** proudového okruhu **MA** pro měření vakua je spojen s druhým vstupem **17** proudového obvodu **MC** pro měření vysokého vakua a druhý výstup **18** proudového okruhu **MA** pro měření vakua je spojen s vývěvou **H** pro vysoké vakuum.

Z obr. 4 je patrné, jak je chráněna vývěva **RB** pro předběžné vakuum. Předně je tato vývěva **RB** připojena k vakuovému systému po časové prodlevě, která je určována samostatným zpožďovacím proudovým okruhem **D**, a která je nutná k zahřátí, přes magnetický ventil **SA**. Velikost tlaku je měřena proudovým okruhem **PA** pro snímání předběžného vakua a proudovým okruhem **MA** pro měření vakua, což umožňuje provoz vývěvy **H** pro vysoké vakuum naprázdno při předepsané hodnotě tlaku. V případě vniknutí plynu se vývěva **H** pro vysoké vakuum vlivem proudového okruhu **MA** pro měření vakua automaticky vypne. Tím je zajištěna ochrana vývěvy **H** pro vysoké vakuum. Současně umožňuje proudový okruh **MA** pro měření vakua činnost proudového okruhu **MC** pro měření vysokého vakua, čímž je chráněno čidlo pro měření vysokého vakua. Proudový okruh **MC** pro měření vysokého vakua umožňuje, aby, když ve vývěvě **H** pro vysoké vakuum vznikne pro systém předepsaný tlak (10^{-3} Pa), byl zapnut generátor **V** řídicích signálů a analyzační hlavice **T** zdroje **Z** iontů hmotového spektrometru. Při vniknutí plynu dovnitř se vypne jak generátor **V** řídicích signálů, tak také zdroj **Z** iontů.

Plynový analyzátor **Q** je také chráněn vůči vniknutí plynu z kapiláry **K**. Pokud se velikost tlaku odchyluje od předem určené hodnoty (asi 100 Pa), měřeno vakuovým čidlem proudovým okruhem **MB** pro měření vakua, vakuový ventil **SB** odepne kapiláru **K** od plynového analyzátoru **Q**.

Jak vyplývá z výše uvedeného popisu, zařízením podle vynálezu lze provádět rychlé a přesné analýzy plynových směsí, které obsahují několik plynových složek, které se časem mění.

Konstrukcí zařízení se zdlouhavý proces analýzy plynů, totiž přívod vzorků plynové směsi, urychlí. Analyzované plynové směsi procházejí systémem, který zmenšuje jejich tlak, aniž dochází k rozdělení plynu,

do uzavřeného prostoru zdroje Z iontů hmotového spektrometru kvadrupol. Uzavřený prostor zdroje Z iontů, jejichž elektrody jsou uchyceny mezi tyčemi hmotového spektrometru kvadrupol, zaručuje vyšší citlivost, vyšší rychlost měření, umožňuje použití levnějšího vakuového systému a není nutné používat násobiče elektronů, který se časem mění.

Mimoto je zaručeno přesné stanovení hmotového čísla plynových složek, a to tak, že vyhodnocení plynových složek se provádí příslušnou úrovní signálu k dané plynové složce a pomocí řídicího signálu, kte-

rý je s časem proměnný, eventuálně s jejich součtem. Je použito elektromotoru opatřeného filtrem s časovou konstantou, takže lze provádět rychlé analýzy plynu i s velkým poměrem signál/šum.

Přesnost měření koncentrace se zvýší tím, že poměrné elektrické signály jednotlivých složek se sečtou a zesílení je sumarizačním zesilovačem řízeno tak, aby zmíněný součet zůstal konstantní.

Automaticky řízený vakuový systém zaručuje jednak ochranu zařízení, jednak umožňuje jeho jednoduchou obsluhu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení pro měření a nepřetržitou registraci koncentrace složek směsi plynů a pro měření a nepřetržitou registraci jednotlivých složek jejich automatickou analýzou, skládající se z jednotky pro přívod směsi plynů, která má být analyzována, do hmotového spektrometru kvadrupol, z hmotového spektrometru kvadrupol pro oddělování jednotlivých složek směsi plynů, napojeného na jednotku pro přívod směsi plynů, a z řídicí elektronické jednotky pro zpracování dat, spojené elektricky s hmotovým spektrometrem kvadrupol, přičemž hmotový spektrometr kvadrupol se skládá z iontového zdroje pro ionizaci plynu, z tyčového systému kvadrupol spojeného s iontovým zdrojem pro rozpojování jednotlivých složek ionizovaného plynu, z jednotky vysokofrekvenčního stejnosměrného pole pro napájení systému kvadrupol a z iontového detektoru iontů složek plynů, vyznačující se tím, že ohebná kapilára (K) jednotky pro přívod vzorků plynové směsi je spojena s vývěvou (RB), napojenou přes ventil (SB) vakuovým vedením (NE) o průtočném odporu $1 \cdot 10^4$ S/2,5 cm, spojeným s ventilem (SB), na uzavřený prostor iontového zdroje (Z), který je napojen přes odečítací iontový obvod (I) a přes vstupní otvor (B), spojený s odečítacím iontovým obvodem (I), na plynový analyzátor (Q), spojený s detektorem (F) iontů opatřeným Faradayovou klecí, v jednotce pro určování koncentrace složek plynů je uspořádána analyzační hlavice (T), na jejíž vstup je napojen výstup generátoru (V) řídicích signálů, a vstup tohoto generátoru (V) je spojen s prvním výstupem (1) programovacího členu (P) a druhý výstup (2) programovacího členu (P) je napojen na první vstup (3) elektrometru (E), třetí výstup (4) programovacího členu (P) je spojen se vstupem (5) zpožďovacího proudového okruhu signálů (N) a jeho čtvrtý výstup (6) je napojen na první výstup (7) proudového obvodu (M) pro přívod a přidržování vzorku směsi plynů, přičemž výstup elektrometru (E) je napojen na druhý vstup (8) zpožďovacího proudového okruhu (N)

signálů, výstup tohoto okruhu (N) je spojen s prvním vstupem (9) zesilovače (S) s nastavitelným zesilováním a na druhý vstup (10) zesilovače (S) je napojen výstup sumarizačního obvodu (O), na jehož vstup je připojen první výstup (11) proudového obvodu (M) pro odběr a přidržování vzorků plynové směsi a druhý výstup (12) tohoto obvodu (M) je připojen na měřicí přístroje.

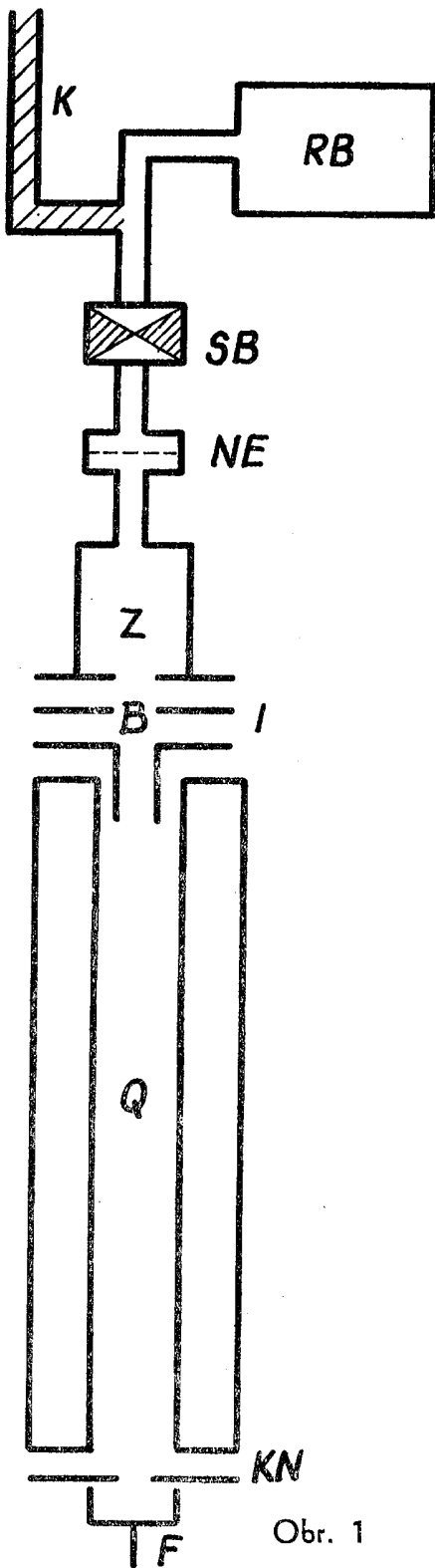
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že ke vstupu analyzační hlavice (T) je připojen výstup generátoru (V) řídicích signálů, kdežto na vstup tohoto generátoru (V) je napojen první výstup (1) programovacího členu (P), druhý výstup (2) tohoto členu (P) je napojen na první vstup (3) elektrometru (E), třetí výstup (4) programovacího členu (P) je napojen na první vstup (5) zpožďovacího proudového okruhu (N) signálů a jeho čtvrtý výstup (6) je spojen s prvním vstupem (7) proudového obvodu (M) pro odběr a přidržování vzorků plynové směsi, výstup elektrometru (E) je spojen s výstupem (8) zpožďovacího proudového okruhu (N) a výstup tohoto okruhu (N) je spojen s druhým vstupem (13) proudového obvodu (M) pro odběr a přidržování vzorku plynové směsi a výstup tohoto obvodu (M) je spojen s měřicími přístroji.

3. Zařízení podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že plynový analyzátor (Q) je spojen přes magnetický vakuový ventil (SB) s kapilárou (K) a s prvou vývěvou (RB) pro předběžné vakuum, vedení spojující prvou vývěvu (RB) pro předběžné vakuum s kapilárou (K) je napojeno přes čidlo (PB) pro předběžné snímání vakua na vstup proudového obvodu (MB) pro měření vakua a výstup tohoto proudového obvodu (MB) je spojen s magnetickým vakuovým ventilem (SB), plynový analyzátor (Q) je výstupní stranou napojen přes vakuové čidlo (IM) na vstup (14) proudového okruhu (MC) pro měření vysokého vakua a výstup (15) tohoto proudového okruhu (MC) je zpětně vázán na plynový analyzátor (Q) a na tlakovzdušné straně je plynový analyzátor (Q)

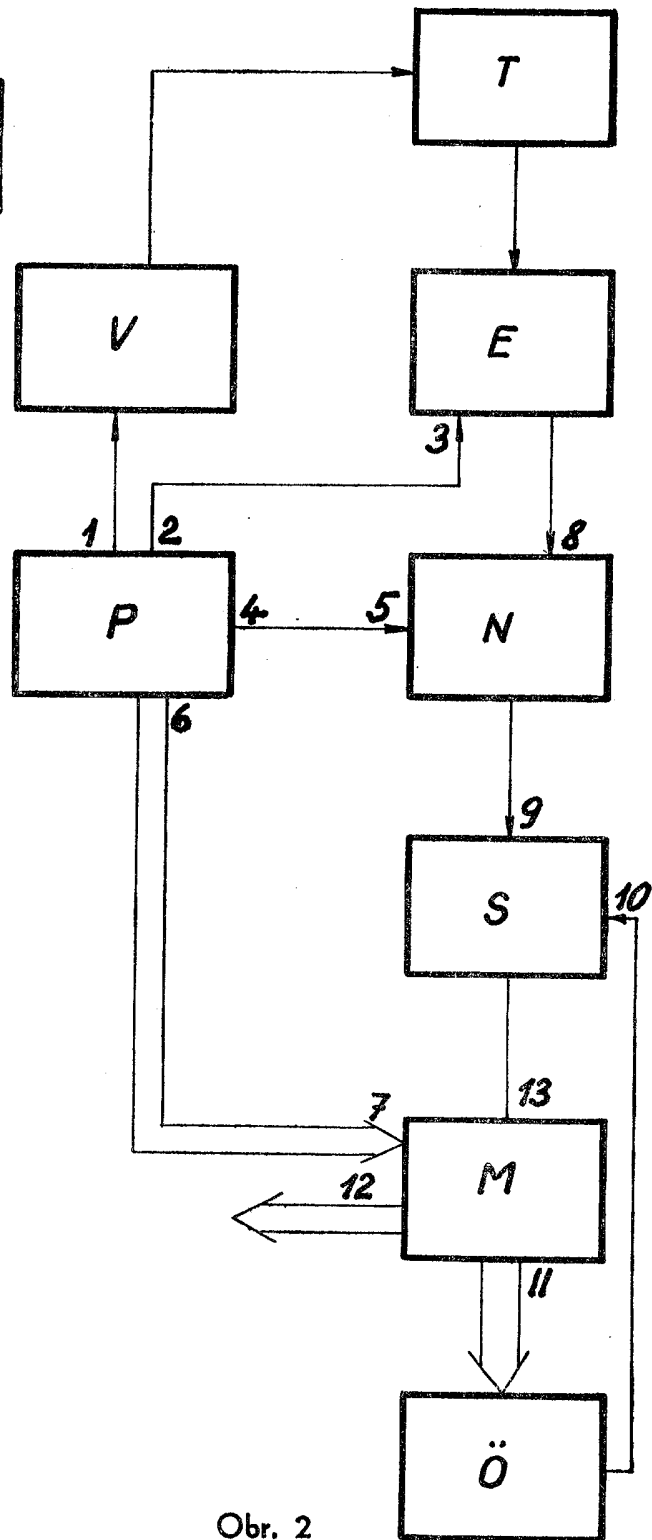
spojen s vývěvou (H) pro vysoké vakuum, spojenou přes magnetický ventil (SA), na který je napojen samostatný zpožďovací proudový okruh (D), s druhou vývěvou (RA) pro předběžné vakuum, úsek vedení mezi vývěvou (H) pro vysoké vakuum a magnetickým ventilem (SA) je spojen přes proudový okruh (PA) pro snímání předběžného vakua se vstupem proudového o-

kruhu (MA) pro měření vakua, přičemž jeden výstup (16) proudového okruhu (MA) pro měření vakua je spojen s druhým vstupem (17) proudového okruhu (MC) pro měření vysokého vakua a druhý výstup (18) proudového okruhu (MA) pro měření vakua je spojen s vývěvou (H) pro vysoké vakuum.

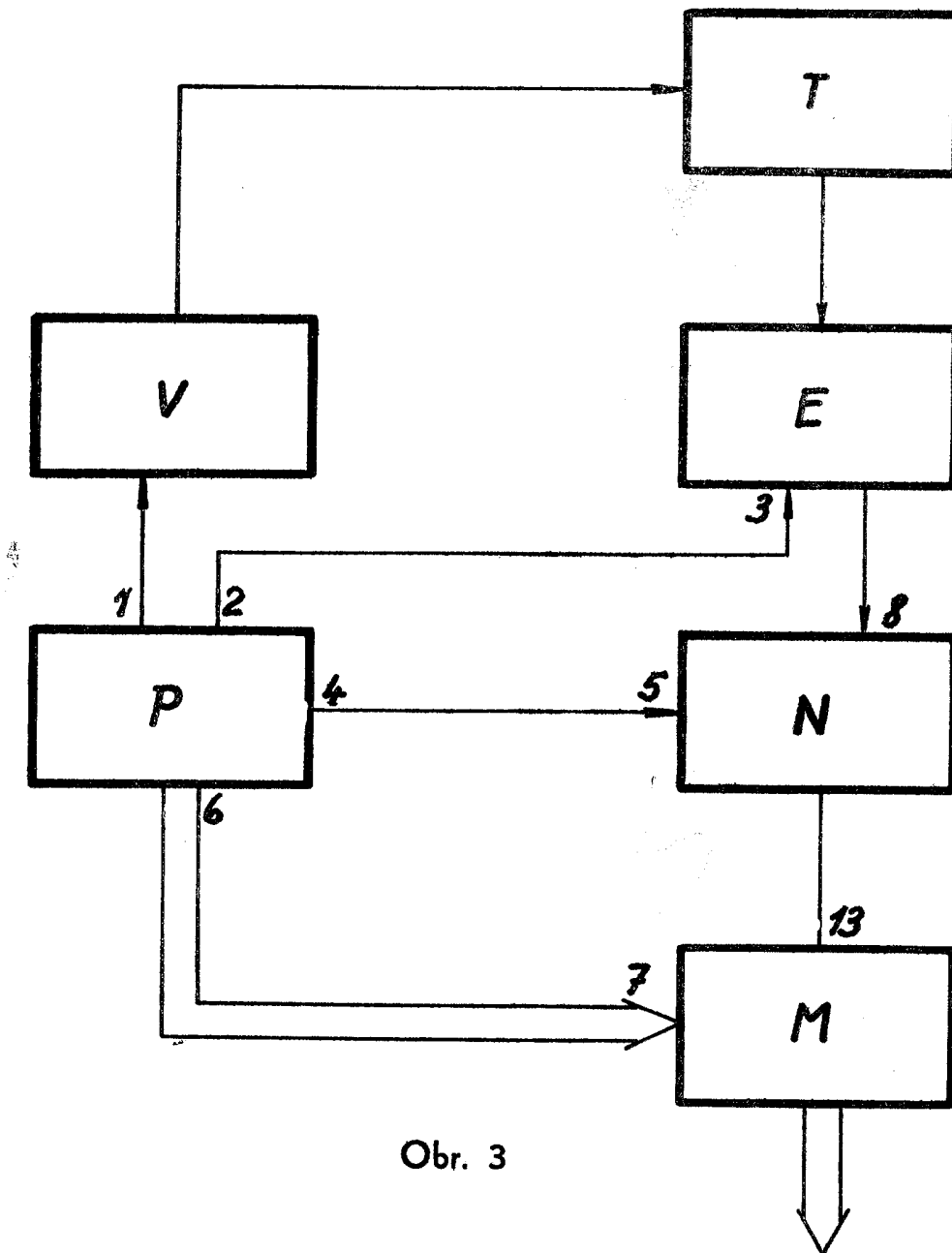
3 listy výkresů



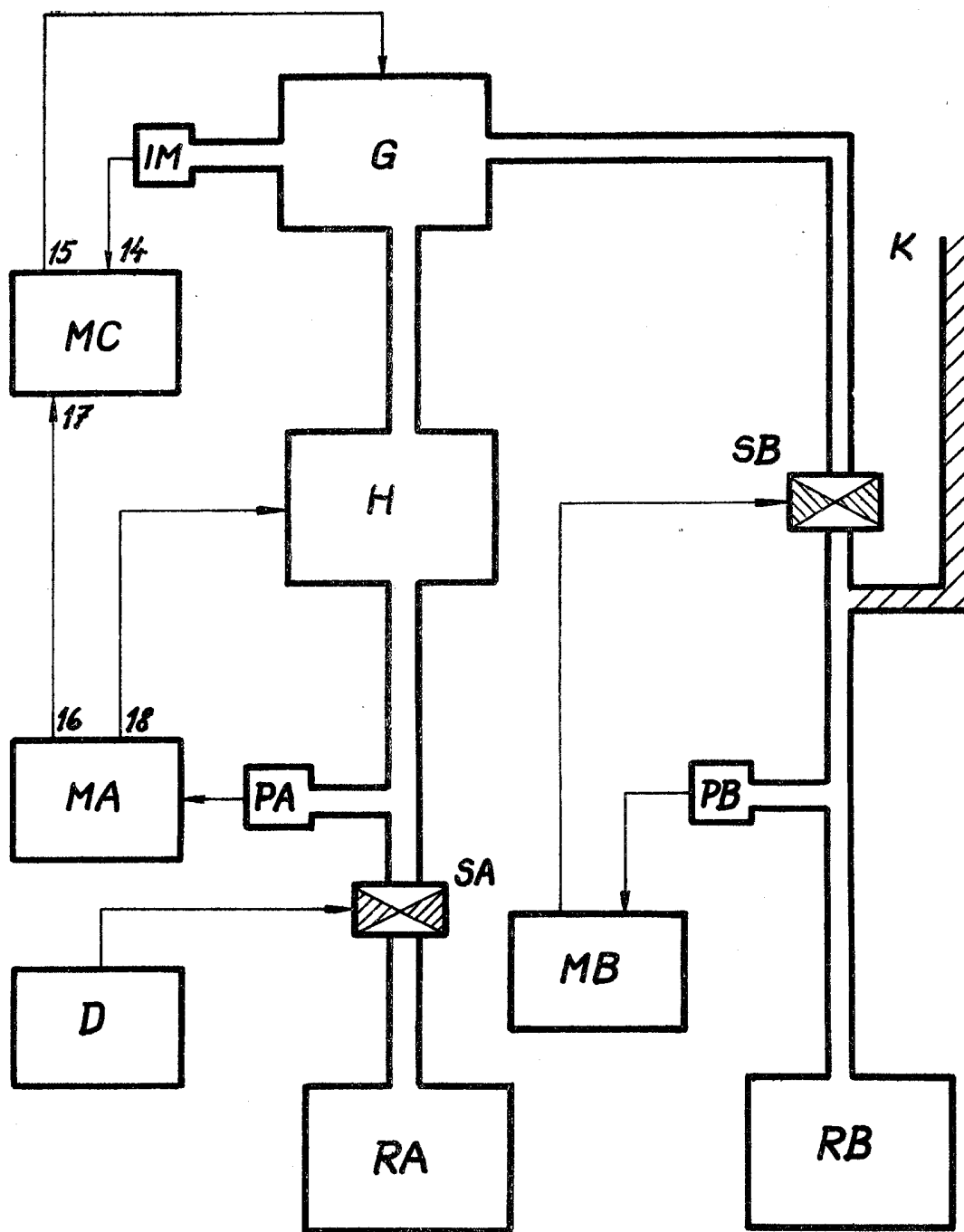
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4