

(19)



(10) **LT 3138 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **3138**

(51) Int.Cl.⁵: **G01N 21/61,
G01N 31/06**

(21) Paraiškos numeris: **IP331**

(22) Paraiškos padavimo data: **1993 02 09**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1994 08 25**

(45) Patent paskelbimo data: **1995 01 31**

(72) Išradėjas:

**Kęstutis Kvietkus, LT
Jonas Šakalys, LT
Andrius Urba, LT**

(73) Patent savininkas:

**Kęstutis Kvietkus, Taikos pr. 219-1, 2000 Vilnius, LT
Jonas Šakalys, Vaduvos g. 36-14, 2000 Vilnius, LT
Andrius Urba, Žirmūnų g. 61-47, 2012 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

Optinis absorbcinis gyvsidabrio garų koncentracijos matavimo dujose įrenginys

(57) Referatas:

Išradimas priklauso medžiagų analizės spektroskopiniams įrenginiams ir gali būti panaudojamas ekologijoje, geochemijoje, medicinoje ir kitur gyvsidabrio garų koncentracijai arba gyvsidabrio kiekiui bandinyje nustatyti.

Išradimo tikslas - matavimų jautrio, tikslumo ir selektyvumo padidinimas, liekamojo efekto sumažinimas.

Išradimo tikslas pasiekiamas tuo, kad naudojami du skirtingi siūlomos konstrukcijos sorbentai, pagaminti iš aukso vielos (diametras $10 \mu\text{m} \leq d \leq 40 \mu\text{m}$); be to, naudojama papildoma kaitinimo spiralė, kuria kaitinama dujų magistralė, desorbuojant susikaupusį joje gyvsidabrį ir panaikinant matavimo liekamąjį efektą.

Metodo esmė ta, kad gyvsidabris sukaupiamas iš pradžių "kocentravimo" sorbente, vėliau desorbuojamas ir dujų srautu pernešamas į "analizavimo" sorbentą, vėliau desorbuojamas ir dujų srautu pernešamas į ilgą ploną kiuvetę, kurioje praktiškai visas (90 %) telpa vienu metu ir yra fotometruojamas šviesos sugerties principu.

Išradimo objektas priklauso medžiagų analizės spektroskopiniams įrenginiams ir gali būti panaudojamas ekologijoje, geologijoje, geochemijoje, medicinoje ir kitur gyvsidabrio garų koncentracijoms ore ir dujose nustatyti.

Artimiausias techninis sprendimas siūlomam įrenginiui - portatyvus gyvsidabrio dujų analizatorius АП-01, susidedantis iš keturių pagrindinių funkcinių bloků: dujų srauto judėjimo magistralės, gyvsidabrio bandinio koncentravimo mazgo, optinio bloko ir elektroninio matavimo bei valdymo bloko. Dujų srauto judėjimo magistralę sudaro nuosekliai sujungti palyginimo kiuvetė, bandinio koncentravimo mazgas, matavimo kiuvetė ir dujų siurbimo sistema. Gyvsidabrio koncentravimo mazgą sudaro kvarciniame vamzdyje patalpintas aukso sorbentas, sudarytas iš aukso vielos, apvyniotos apie nichromo kaitinimo spiralę. Optinį bloką sudaro optiškai susieti šviesos šaltinis, dvi aukščiau paminėtos palyginimo ir matavimo kiuvetės ir atitinkamai du fotoelementai, kurių elektriniai išėjimai sujungti su elektroninio matavimo ir valdymo bloko įėjimu.

Prototipas veikia tokiu būdu. Pradėjus matavimą, tiriamosios dujos (oras) paduodamos į optinį bloką, kur eina nuosekliai per palyginimo kiuvetę, sorbentą ir matavimo kiuvetę. Esantis dujose gyvsidabris absorbuojamas ant sorbento paviršiaus. Abi kiuvetės apšviečiamos rezonansinės šviesos srautais, kurie, praėję per palyginimo ir matavimo kiuvetes, patenka į fotoelementus. Matavimo blokas registruoja praėjusių per kiuvetes šviesos srautų intensyvumų skirtumą. Po nustatyto laiko tarpo valdymo signalas įjungia sorbento kaitinimą, nuo jo paviršiaus išgarinamas sukonzentruotas gyvsidabrio bandinys ir praeinančiu dujų srautu perkeliamas į matavimo kiuvetę. Iš šviesos

srauto absorbcijos matavimo kiuvetėje pakitimo ir nustatoma gyvsidabrio koncentracija tiliamosiose dujose.

5 Prototipo trūkumai.

Kvarciniame vamzdelyje patalpintas sorbentas, sudarytas iš aukso vielos, apvyniotos apie nichromo kaitinimo spiralę, nesudaro tankaus filtro orui, dėl to jo efektyvumas Hg garams P nedidelis: $P < 50\%$. (Dujų debitas, naudojamas prototipe, yra $D=1$ l/min.). Tai lemia ne tik mažesnę jautrį, bet ir tikslumą. Iš tiesų, sorbentų efektyvumas priklauso nuo sąlygų, pvz., nuo oro drėgmės. Jeigu 98% sorbento efektyvumas dėl kokių nors priežasčių sumažės iki 91%, tai 30% sorbento efektyvumas tomis pat sąlygomis taps 20%, t.y. santykinė paklaida bus didesnė.

Didelio tūrio (vid. $d \sim 5$ mm, $l \sim 40$ mm) sorbente išgarintas Hg nesuformuoja koncentruoto (ir dėl to efektyviai sugeriančio šviesą) debesėlio; dar labiau šis debesėlis išsklaidomas dėl to, kad, dideliu greičiu (1 l/min.) tekant dujoms per sorbentą, Hg garai nunešami sparčiau negu vyksta termodesorbcija, t.y. debesėlis tampa "atskiestas" ir vienu metu visas "netelpa" kiuvetėje. Tai mažina jautrį, didina rezultatų sklaidą.

Sudėtingoje, iš netinkamų medžiagų pagamintoje dujų magistralėje lengvai kaupiasi Hg, sukeldamas didelius liekamuosius efektus (po didelių koncentracijų matavimo); magistralės išskaitinti negalima, tik išardyti ir išplauti.

Dėl aukščiau minėtų trūkumų prietaisas tinka sanitarinei kontrolei ir Hg paieškai žemėje, bet ekologiniams tikslams praktiškai nepritaikomas.

Išradimo tikslas - gyvsidabrio koncentracijos matavimo tikslumo ir įrenginio jautrio padidinimas, įrenginio konstrukcijos supaprastinimas.

5

Papildomas tikslas - liekamojo efekto sumažinimas.

Išradimo tikslas pasiekiamas tuo, kad optiniame absorbciniame gyvsidabrio garų koncentracijos matavimo dujose įrenginyje, susidedančiame iš optinio bloko, gyvsidabrio bandinio koncentravimo mazgo, dujų srauto magistralės ir elektroninio matavimo bei valdymo bloko, kuriame optinis blokas susideda iš optiškai tarp savęs susietų ultravioletinės šviesos šaltinio, optinių palyginimo ir matavimo kiuvečių ir šviesos srauto registratoriaus, kurio elektrinis išėjimas sujungtas su matavimo ir valdymo bloko įėjimais, bandinio koncentravimo mazgas įmontuotas dujų srauto magistralėje prieš matavimo kiuvetę ir turi paviršinių gyvsidabrio sorbentą su nuosava kaitinimo sistema, palyginimo kiuvetę užpildytą inertinėmis dujomis ir hermetiškai uždaryta optiniame bloke tarp šviesos šaltinio ir kiuvečių pastatytos diafragmos ir šviesos srauto modulatorius, elektriškai sujungtas su matavimo ir valdymo bloku, bandinio koncentravimo mazgas pagamintas iš karščiui atsparios medžiagos vamzdelio, kuris apvyniotas kaitinimo spirale ir kurio viduje užfiksuotas tūrinis aukso vatos struktūros sorbentas, suformuotas iš aukso vielutės, kurios diametras d ir bendras paviršiaus plotas S apibūrinti:

30

$$10 \mu\text{m} \leq d \leq 40 \mu\text{m} \text{ ir } 100 \text{ mm}^2 \leq S \leq 600 \text{ mm}^2.$$

Tikslas taip pat pasiekiamas tuo, kad

35

- bandinio koncentravimo mazge prie sorbento galų įrengtos papildomos kaitinimo spirалės;

- dujų magistralėje įrengta kaitinimo spiralė;
- gyvsidabrio bandinio koncentravimo mazge aukso
5 vatos sorbentas užfiksuotas vamzdelio
susiaurėjime;
- gyvsidabrio bandinio koncentravimo mazgas
sudarytas iš dviejų nuosekliai su oro tarpu tarp
10 jų išdėstytų sorbentų, iš kurių antrasis yra
difuzinis, ir jo paviršiaus plotas S apribotas 2
 $\text{mm}^2 \leq S \leq 10 \text{ mm}^2$;
- antrasis sorbentas įmontuotas matavimo kiuvetės
15 pradžioje.

Išradimą paaiškina brėžiniai, kur 1 fig. pateikta
įrenginio struktūrinė schema, 2 fig. -- bandinio
koncentravimo mazgo konstrukcijų galimi variantai, 3
20 fig. - bandinio koncentravimo mazgo kaitinimo sistema,
4 fig. - bandinio koncentravimo mazgo, susidedančio iš
dviejų sorbentų, konstrukcija.

Įrenginys susideda iš optinio bloko 1, gyvsidabrio
25 bandinio koncentravimo mazgo 2, dujų srauto magistralės
3 ir elektroninio matavimo ir valdymo bloko 4.

Optinį bloką sudaro nuosekliai išdėstyti ir optiškai
tarp savęs susieti šviesos šaltinis 5, dvi tarpusavyje
30 surištos diafragmos 6, šviesos modulatorius 7, kampe
išdėstytos kiuvetės: palyginimo 8 ir matavimo 9, ir
fotodetektorius 10. Palyginimo kiuvetę 8 su
fotodetektoriumi 10 optiškai susieja kreipiančioji
sistema 11. Fotodetektorius 10 elektriniu ryšiu
35 sujungtas su matavimo ir valdymo bloku 4.

Bandinio koncentravimo mazgą 2 sudaro karščiui atsparios medžiagos (pvz., kvarco) vamzdelis, kuriame fiksuotas tūrinis gyvsidabrio sorbentas 13, kartu veikiantis kaip dujų filtras. Sorbentas 13 suformuotas iš chaotiškai sulankstytos auksinės vielutės, kurios parametrai - skersmuo d ir bendras paviršiaus plotas S - apibrėžti eksperimentiškai nustatytose ribose

$$10 \mu\text{m} \leq d \leq 40 \mu\text{m}, 100 \text{ mm}^2 \leq S \leq 500 \text{ mm}^2.$$

Sorbentas 13 turi savo kaitintuvą 14, pvz., ant vamzdelio 12 apvyniotą nichromo spiralę, sujungtą su maitinimo šaltiniu (fig. neparodyta).

Dujų srauto magistralės 3 pagrindiniai elementai yra bandinio koncentravimo mazgas 2, optinio mazgo 1 matavimo kiuvetė 9 ir dujų siurbimo sistema 15.

2 fig. parodytas bandinio koncentravimo mazgo pjūvis, keli galimi aukso vatos fiksavimo variantai vamzdelio susiaurėjime, kuris suformuojamas skirtingais būdais: 2 a - vamzdelis temptas lydant; 2 b - vamzdelis stumtas lydant; 2 c - vamzdelis formuotas kaip 2 b atveju, po to gręžtas; 2 d - vamzdelis storomis sienelėmis gręžtas. 3 fig. pateikta bandinio koncentravimo mazgo 2 konstrukcija, kai ant vamzdelio 12 sumontuotos dvi papildomos kaitinimo spirалės 16, išdėstytos iš abiejų pusių šalia pagrindinės sorbento 13 kaitinimo spirалės 14.

30

4 fig. pateikta bandinio koncentravimo mazgo 2 konstrukcija, kai naudojami du nuosekliai su oro tarpu tarp jų išdėstyti sorbentai 13 ir 17. Abu sorbentai 13 ir 17 gali būti fiksuoti tame pačiame vamzdelyje arba dviejuose skirtinguose vamzdeliuose, įmontuotuose prieš matavimo kiuvetę 9, t.y. abu "išoriniai" sorbentai. Galimas variantas, kai antrasis sorbentas 17

fiksuojamas matavimo kiuvetės 9 pradžioje. Sorbentus 13 ir 14 naudinga imti skirtingų konstrukcijų. Pirmasis sorbentas 13 (dujų srauto judėjimo kryptimi) imamas mūsų siūlomos aukso vatos konstrukcijos, o antrasis 17 - difuzinis. Sorbentas 17 gali būti trumpu ruožu iš vidaus paauksuotas vamzdelis arba iš aukso vielutės sulenktas žiedas vamzdelyje (žiedo diametras lygus vamzdelio diametrai). Abu sorbentai 13 ir 17, analogiškai kaip ir vieno sorbento atveju (3 fig.), iš abiejų galų šalia pagrindinių kaitinimo spiralių 14 ir 18 turi po porą papildomų spiralių 16.

Siūlomas įrenginys veikia taip.

15 Gyvsidabrio lempos 5 skleidžiama ultravioletinė šviesa (UV) per diafragmas 6 ir moduliatorių 7 mažu kampu periodiškai krenta čia į palyginimo kiuvetę 8, čia į matavimo kiuvetę 9. Praeinantys šviesos srautai, priklausomai nuo kiuvetėse 8 ir 9 esančių dujų sudėties, yra absorbuojami, ir fotodetektorius 10 registruoja jų intensyvumus. Juos atitinkantys elektriniai impulsai perduodami į elektroninį matavimo ir valdymo bloką 4, kuris valdo taip pat ir diafragmas 6 bei moduliatorių 7. Optinis blokas 1 veikia kaip 25 dvispindulinis fotometras su moduliavimu ir sinchroniniu detektavimu. Pradedant matavimus, įjungiamas matavimo bloko 4 maitinimas (neparodyta) ir šviesos šaltinis 5. Paleidžiama dujų siurbimo sistema 15 (toliau trumpinimo dėlei vadinama siurbliu), turinti 30 reguliuojamą siurbimo greitį. Įjungiamas mažasis greitis, t.y. 10 ml/min. Per dujų magistralę eina dujų srautas, reikalingas tam, kad magistralėje nesikaupytų UV spindulių generuojamas ozonas tuo atveju, jei tiriamose dujose yra deguonies. Palaukiama 5 min., kad 35 nusistovėtų Hg lempa 5. Su diafragmomis 6 subalansuojami šviesos srautai per palyginimo kiuvetę 8 ir matavimo kiuvetę 9 "grubiai". Įjungiamas sorbento 13

kaitinimas 14, siekiant desorbuoti gyvsidabri, kuris susikaupė nenaudojant įrenginio. Po 1,5 min. siurbimas ir kaitinimas išjungiamas, sorbentui 13 leidžiama atvėsti. Įrenginys paruoštas matavimui.

5

Aprašysime Hg koncentracijos aplinkos ore matavimo procedūrą, kai bandinio koncentravimo mazge 2 yra tik vienas sorbentas 13.

10

Siurblys 15 veikia didžiuoju greičiu (1 l/min.), sorbente 13 vyksta gyvsidabrio bandinio koncentravimas. Po tam tikro laiko tarpo (turint galvoje prietaiso jautrio ribą $< 1 \text{ pg Hg}$ ir tai, kad gamtinis fonas sudaro $2-8 \text{ ng/m}^3 \text{ Hg}$, daugeliu atvejų pakanka 1 min.)

15

sistemos 15 greitis keičiamas, dujų srautas juda mažuoju greičiu, įjungiamas sorbento 13 kaitinimas 14. Įvyksta gyvsidabrio desorbcija, oro srautu atominio gyvsidabrio garų debesėlis pernešamas į matavimo kiuvetę 9, fotodetektorius 10 drauge su elektroniniu bloku 4 užregistruoja absorbcijos signalo maksimalią vertę. Išjungiamas siurblys 15, išjungiamas sorbento 13 kaitinimas 14, sorbentas 13 vėsta.

20

25

Matavimo jautris ir tikslumas pasiekiamas tuo, kad mažo tūrio aukso vatos struktūros sorbentas 13 (vamzdelio 12 vid. diametras 3 mm, aukso vatos užimtas ilgis 10 mm) desorbuodamas sudaro mažą Hg garų debesėlį, kuris, nešamas lėto dujų srauto (10 ml/min.), trumpu keliu (50 mm) patenka į ilgą ir siaurą kiuvetę 9 (vid. diametras 3,3 mm, ilgis 150 mm), kurioje praktiškai visas telpa ($> 90\%$ viso kiekio) ir dėl to efektyviai sugeria šviesą. Tai lemia ne tik didesnę jautrį, bet ir tikslumą. Iš tiesų, kadangi debesėlis kiuvetėje 9 atsiduria visas vienu metu, absorbcijos signalo amplitudė silpnai priklauso nuo dujų srauto greičio ir spirалės 14 vartojamos galios (nominali galia 30 W, kai spirалės ilgis 3 cm): dujų srauto debitui D kintant

30

35

ribose 6 ml/min. $< D < 16$ ml/min., rezultatas kinta mažiau kaip 5%. Kaitinimo galiai kintant 30% nuo nominalios vertės, rezultatas kinta mažiau kaip 5%.

- 5 Kai bandinio koncentravimo mazgas turi du sorbentus: koncentravimo 13 ir analizavimo 17, matavimo procedūra tampa tokia:

10 siurblys 15 įjungiamas didžiuoju greičiu (1 l/min.). Vyksta ore esančių Hg garų koncentravimas koncentravimo sorbente 13. Sumažinamas siurblio greitis (iki 10 ml/min.), įjungiamas koncentravimo sorbento 13 kaitinimas 14. Įvyksta desorbcija, oro srauto nešami Hg garai patenka į analizavimo sorbentą 17 ir absorbuojasi jame. Dalis ($< 0.5\%$ viso kiekio) Hg garų praeina pro analizavimo sorbentą 17 ir patenka į matavimo kiuvetę 9. Taip pat praeina pro analizavimo sorbentą 17 ir patenka į matavimo kiuvetę 9 įvairios dalelės (gal būt organinės kilmės), kurios, dideliu greičiu tekant orui, buvo neselektyviai adsorbuotos koncentravimo sorbente 13. (Neselektyvios adsorbcijos nepavyksta išvengti, net dujų magistralės 3 įėjime įrengus elektrostatinį aerosolių filtrą). Dėl neselektyvios adsorbcijos ir Hg likučio gautas elektrinis signalas neregistruojamas. Praėjus 35 s nuo kaitinimo pradžios, koncentravimo sorbento 13 kaitinimas 14 išjungiamas, ir įjungiamas analizavimo sorbento 17 kaitinimas 18. Įma desorbuotis Hg garai, elektroninis blokas 4 užregistruoja adsorbcijos signalo maksimalią vertę ir displėjuje pateikia Hg kiekį pikogramais. Matavimas baigtas. Tuo metu koncentravimo sorbentas 13 jau atvėsęs, ir galima pradėti naują koncentravimą. Pastaba: analizavimo metu, vėsdamas koncentravimo sorbentas jau ima kaupti Hg garus. Bet, kadangi analizavimo dujų greitis 100 kartų

mažesnis už analizavimo dujų greitį, tas efektas
nežymus, jeigu koncentravimo laikas ne mažesnis
kaip 1 min. Priešingu atveju koncentravimo
sorbentą 13 būtina kaitinti iki analizavimo
5 pabaigos, o paskui palaukti, kol jis atvės.

Mažo tūrio ir mažo paviršiaus ploto S analizinis
difuzinis sorbentas 17 suformuoja minimalių matmenų Hg
garų debesėlį, kuris lengvai telpa kiuvetėje 9.
10 Matavimo tikslumas ir selektyvumas geresnis negu vieno
sorbento atveju. Analizinis sorbentas 17 taip pat gali
būti įrengtas pačioje kiuvetėje 9, nes praktiškai
neužstoja šviesos ($< 5\%$). Tuomet gaunami mažesni
įrenginio gabaritai, ir debesėlis nesisklaido, kaip
15 būtų, dujoms tekant iš atskirai sumontuoto sorbento 17
į kiuvetę 9.

Mūsų siūlomų sorbentų, pagamintų iš aukso vielutės ($10\ \mu\text{m} \leq d \leq 40\ \mu\text{m}$) pranašumas, palyginti su sorbentais,
20 pagamintais, padengiant auksu vidines vamzdelio
sienelės arba kvarco vata, yra tas, kad čia nėra
sunkumų, susijusių su bloga adhezija ir plono sluoksnio
erozija. Drauge jie pakankamai ekonomiškai:
koncentravimo sorbentui 13, kuriame vielutės diametras
25 $d=20\ \mu\text{m}$ ir paviršiaus plotas $200\ \text{mm}^2$, sunaudojame tik
30 mg aukso. Difuziniam - mažiau kaip 1 mg aukso.
Vielutės diametrą d riboja ekonominiai sumetimai
(didėjant d, blogėja santykis paviršius-plotas) iš
vienos pusės ir tai, kad iš labai plonos vielutės (dėl
30 mechaninio nepatvarumo) sunku suformuoti aukso vatos
struktūrą - iš kitos.

Sorbentų paviršiaus plotas S parinktas, atsižvelgiant į
pageidaujamą efektyvumą P iš vienos pusės ir į
35 ekonominius sumetimus bei readsorbcijos reiškinį - iš
kitos.

- Sorbento efektyvumas atominiams Hg garams P priklauso nuo sorbento konstrukcijos, paviršiaus ploto S ir dujų debito D . Jis įvertinamas iš formulės: $P=1-\exp(-kS/d)$; čia k - koeficientas, priklausančias nuo konstrukcijos ir nustatomas empiriškai. Pvz., mūsų aukso vatos struktūros sorbento $P > 0,98$, kai $S=200 \text{ mm}^2$ ir $D=1 \text{ l/min.}$, o aukso vielutės žiedo struktūros sorbento $P > 0,99$, kai $S=4 \text{ mm}$ ir $D=10 \text{ ml/min.}$
- 10 Readsorbcijos efektas pasireiškia tuo, kad, sorbentui palaipsniui kaistant, dalis desorbuotų Hg atomų gali trumpam vėl adsorbuotis ant gretimų to paties sorbento paviršių. Tai lemia baigtinis atomų gyvavimo sorbento paviršiuje laikas $t=t_0 \exp(-Q/kT)$, čia Q - adsorbcijos šiluma, T - absoliutinė temperatūra, k - Bolcmano konstanta. Readsorbcijos efektas neleidžia staiga išgarinti visų Hg garų, dėl to Hg debesėlis išplinta, o matavimo charakteristikos blogėja. Readsorbcijos efektas priklauso nuo sorbento konstrukcijos ir didėja, didėjant plotui S . Antra vertus, mažėjant plotui, mažėja efektyvumas P . Mūsų sorbentai optimizuoti šia prasme. Aukso vatos struktūros sorbentas 13, turėdamas efektyvumą $P=0,98$, duoda minimalų readsorbcijos efektą. Analizinio aukso vielutės struktūros sorbento 17 (17) ($P=0,99$, 10 ml/min. greičiu) readsorbcijos efektas eksperimentiškai nekonstatuotas.

Tuo pačiu, parenkant minimalų galimą sorbentų plotą, gaunamas ekonominis efektas ir mažiausia aerodinaminė varža. Aukso vatos struktūros sorbentas, fiksuotas vamzdelio susiaurėjime, sudaro tik $0,01-0,02 \text{ atm.}$ slėgių skirtumą, esant debitui $D=1 \text{ l/min.}$ Tai leidžia panaudoti paprastą mažos galios siurbli, nekeliant didelių reikalavimų dujų magistralės hermetiskumui.

35

Aptarsime matavimo liekamojo efekto klausimą.

Nors nežymiai, Hg adsorbuojasi ir ant "neutralių" dujų magistralės vidinių paviršių, pvz., ant kvarcinio stiklo. Ėmus kaitinti pagrindinę sorbento spiralę, šiluma plinta vamzdeliu, Hg ima garuoti ir duoda
5 kylantį adsorbcijos signalą. Tai - liekamasis efektas, reikšmingas, pereinant nuo didelių koncentracijų matavimo prie mažų. Liekamajam efektui panaikinti iš abiejų kiekvieno sorbento 13 ir 17 pagrindinės spiralinės 14 ir 18 galų apvyniojame pagalbines spirales 16, 10 kurias pakaitiname esant reikalui. Matavimo metu jos yra šaltos.

Buvus ypač didelėms koncentracijoms (pvz., kalibravus sočiaisiais Hg garais), Hg garuoja ne tik nuo išylančių
15 sorbentų "galų", bet ir visoje magistralėje, pvz., kiuvetėse. Šį efektą panaikiname, apvynioję pagalbines spirales apie dujų magistralę, pradedant koncentravimo mazgo 2 įėjimu ir baigiant matavimo kiuvetės 9 išėjimu (siurblio 15 įėjime yra įrengtas aktyvuotos anglies
20 filtras, brėžinyje neparodyta) ir keliolika minučių ją kaitindami iki 150-200°C. Vamzdelių sujungimai pagaminti iš fluoro plastiko, kuris atsparus karščiui ir inertiškas gyvsidabriui.

25 Lyginant su prototipu, siūlomos konstrukcijos gyvsidabrio garų koncentracijos dujose matavimo įrenginys turi šiuos pranašumus:

- dviem eilėm (100 kartų) didesnis jautris;
- 30 - didesnis matavimo tikslumas, mažesnė rezultatų sklaida;
- sumažintas arba visai panaikintas liekamasis efektas;
- geresnis selektyvumas gyvsidabrio garams;
- 35 - supaprastinta konstrukcija.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Optinis absorbcinis gyvsidabrio garų koncentracijos
matavimo dujose įrenginys, susidedantis iš optinio
5 bloko, gyvsidabrio bandinio koncentravimo mazgo, dujų
srauto magistralės ir elektroninio matavimo bei valdymo
bloko, kuriame optinis blokas susideda iš optiškai tarp
savęs susietų ultravioletinės šviesos šaltinio, optinių
palyginimo ir matavimo kiuvečių ir šviesos srauto
10 registratoriaus, kurio elektrinis išėjimas sujungtas su
matavimo ir valdymo bloko įėjimais, bandinio
koncentravimo mazgas įmontuotas dujų srauto
magistralėje prieš matavimo kiuvetę ir turi paviršini
gyvsidabrio sorbentą su nuosava kaitinimo sistema,
15 b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad palyginimo
kiuvetė užpildyta inertinėmis dujomis ir hermetiškai
uždaryta, optiniame bloke tarp šviesos šaltinio ir
kiuvečių pastatytos diafragmos ir šviesos srauto
moduliatorius, elektriškai sujungtas su matavimo ir
20 valdymo bloku, bandinio koncentravimo mazgas pagamintas
iš karščiui atsparios medžiagos vamzdelio, kuris
apvyniotas kaitinimo spyrale ir kurio viduje
užfiksuotas tūrinis aukso vatos struktūros sorbentas,
suformuotas iš aukso vielutės, kurios diametras d ir
25 bendras paviršiaus plėtas S atitinkamai apibrėžti: $10 \mu\text{m} \leq d \leq 40 \mu\text{m}$ ir $100 \text{ mm}^2 \leq S \leq 600 \text{ mm}^2$.

2. Įrenginys pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t
t i s tuo, kad bandinio koncentravimo mazge prie
30 sorbento galų įrengtos papildomos bandinio kaitinimo
spirales.

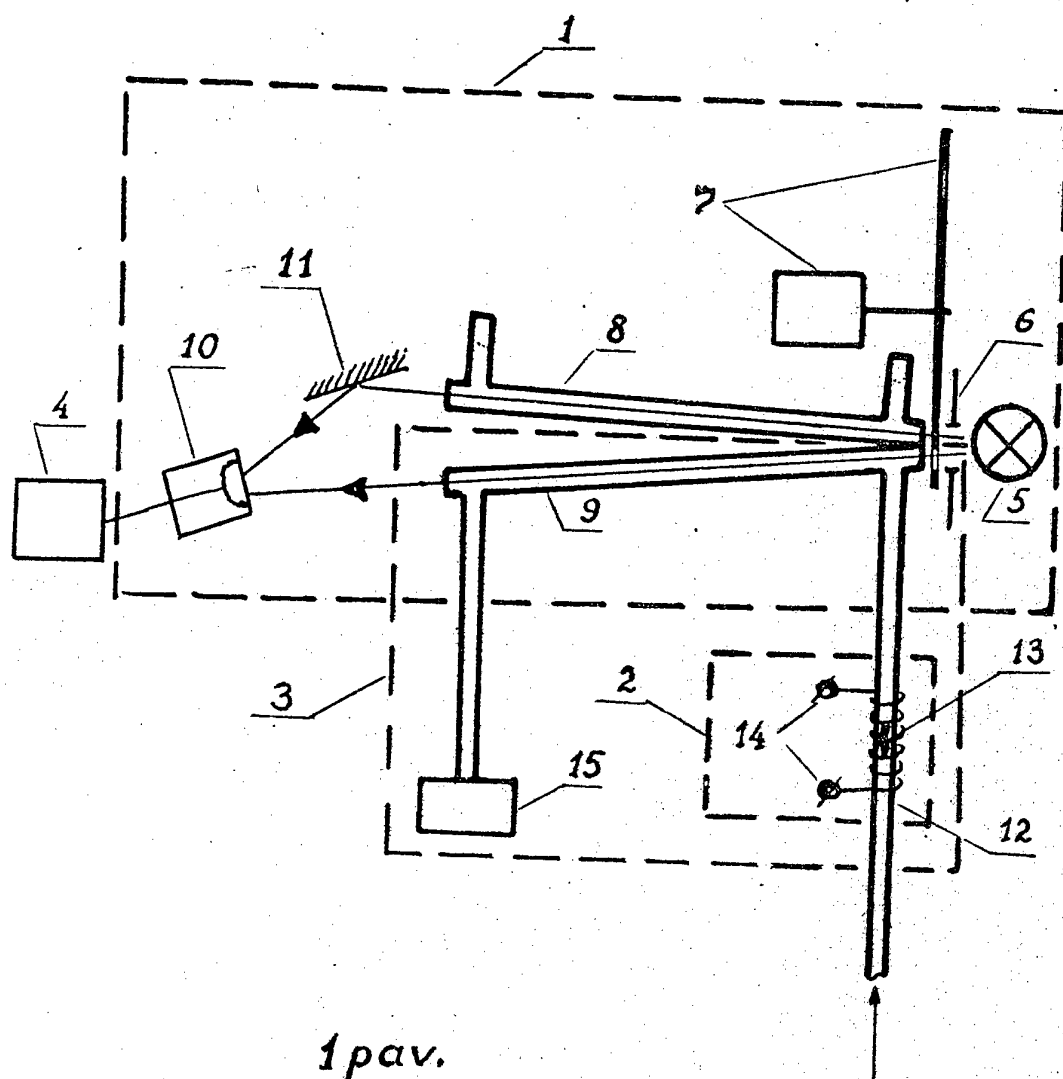
3. Įrenginys pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t
i s tuo, kad dujų magistralėje įrengta kaitinimo
35 spirale.

4. Įrenginys pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n -
t i s tuo, kad aukso vatos sorbentas užfiksuotas
vamzdelio susiaurėjime.

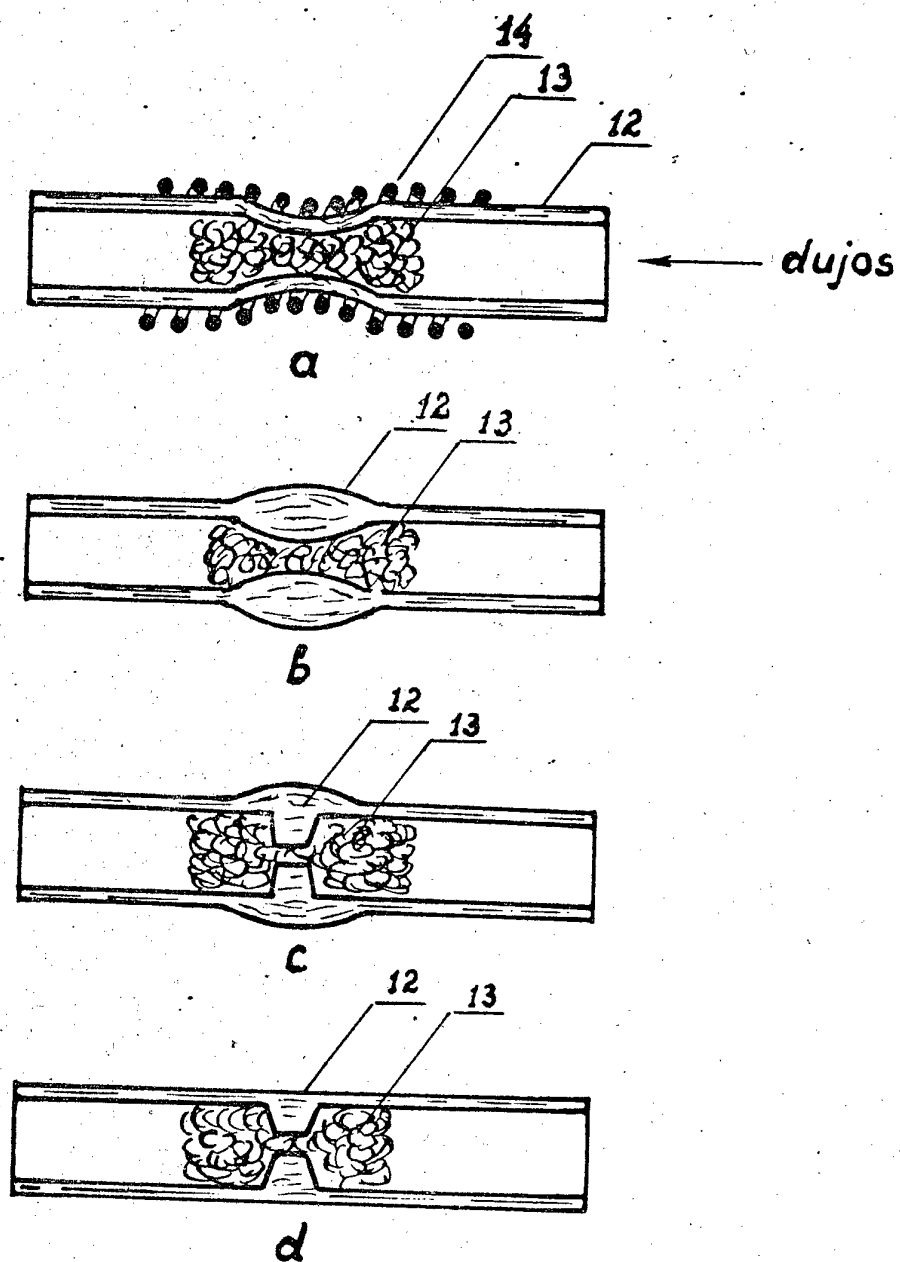
5 5. Įrenginys pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t -
i s tuo, kad gyvsidabrio bandinio koncentravimo mazgas
sudarytas iš dviejų nuosekliai su oro tarpu tarp jų
išdėstytų sorbentų, iš kurių antrasis yra difuzinis ir
jo paviršiaus plotas S apibrėžtas: $2 \text{ mm}^2 \leq S \leq 10 \text{ mm}^2$.

10

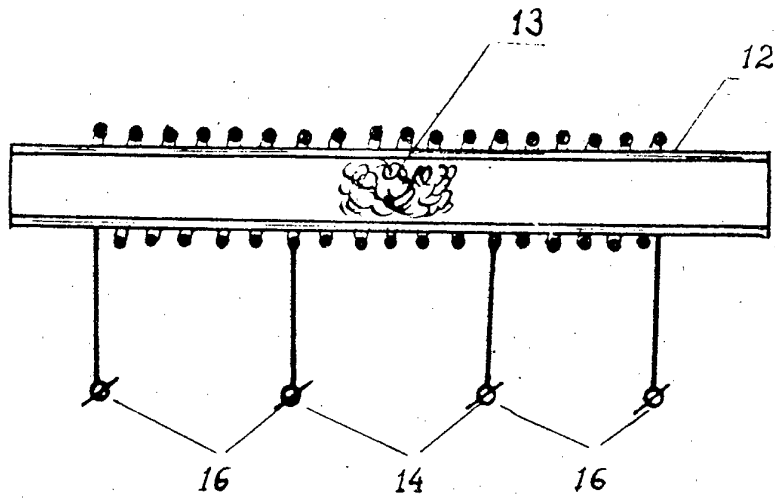
6. Įrenginys pagal 5 punktą, b e s i s k i r i a n -
t i s tuo, kad antrasis sorbentas įmontuotas matavimo
kiuvetėje.



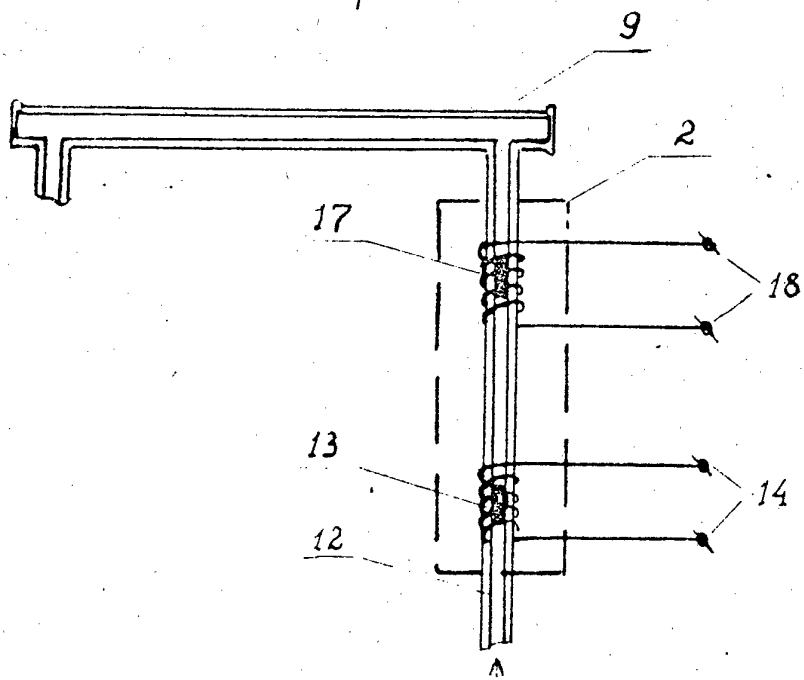
1 pav.



2 pav.



3 pav.



dujos

4 pav.