



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

223014
(11) (B1)

(22) Přihlášeno 07 04 81
(21) (PV 2598-81)

(51) Int. Cl.³
G 01 N 27/00

(40) Zveřejněno 30 07 82

(45) Vydáno 15 03 86

(75)
Autor vynálezu TESAŘ VÁCLAV ing. CSc., PRAHA

(54) Detektor složení tekutin

1

Předmětem vynálezu je zařízení pro zjišťování koncentrace složek v tekutině, tj. kapalně nebo plynu, a sice zejména k měření poměrného množství jedné složky v binární směsi, přičemž vynález se týká nikoliv vlastní metody měření, ale zajištění stálosti údaje detektoru při změnách jak vnějších vlivů — například teploty okolí detektoru — tak i změnách probíhajících přímo v čidle detektoru, například v důsledku chemických reakcí, jako jsou třeba oxidace nebo koroze povrchů opad. Je všeobecně známým problémem, že čidla pro zjišťování koncentrace složky ve směsi jsou obzvláště výrazně ovlivňována takovými změnami, zejména je-li metoda detekce taková, že změna koncentrace se projeví jako celkem malá změna jinak dosti velkého výstupního signálu, například výstupního elektrického proudu, který se při této změně nemění: je-li tedy malá užitečná odchylka superponována na značnou neměnnou základní hodnotu. Pro potlačení této citlivosti na parazitní vlivy se běžně konstruuje detektory v uspořádání, které je někdy označováno jako můstkové. Jsou v něm použita dvě čidla, z nichž jen jedno je vystaveno působení vyšetřované tekutiny, zatímco druhé je umístěno v tekutině referenční, například ve vzduchu s nulovou koncentrací sledované příměsi, za-

2

tímco vyšetřovanou látkou je vzduch v němž tato příměs má určitou nenulovou, hledanou hodnotu. Jako výstup detektoru se pak využívá rozdíl mezi výstupními signály obou čidel. Jednak se přitom odečtou zmíněné neměnné základní hodnoty, jednak se předpokládá, že také působící parazitní vlivy — třeba zmíněná teplota detektoru — se uplatní v obou čidlech stejně a jejich účinky se tedy také vzájemně odečtou.

Nedostatkem těchto uspořádání je, že není možné dosáhnout dokonalé identity obou čidel. Kromě toho se tentýž vnější parazitní efekt — třeba zmíněná změna teploty tělíska detektoru — může projevit jiným vlivem u čidla nacházejícího se v referenční tekutině a jiným u čidla vystaveného vyšetřované látce. Nejsou-li účinky parazitního efektu stejné, nedojde k jejich vzájemnému vyrušení ve výsledném, rozdílovém signálu.

Základní myšlenkou vynálezu je nahradit prostorové můstkové uspořádání, při němž referenční a vyšetřovaná tekutina působí v různém místě v prostoru na dvě různá čidla, můstkovým uspořádáním časovým. Obě tekutiny zde působí na totéž čidlo, ovšem v různých časových okamžicích. Dosahuje se toho detektorem složení tekutin s jednak přívodem vyšetřované tekutiny, jednak přívodem referenční tekutiny podle tohoto vy-

nálezu, jehož podstatou je, že na první přívod tekutiny je připojen fluidický oscilátor rozváděcího druhu s jedním svým výstupem spojeným s centrální větví spojovacích kanálků, zatímco jeho druhý výstup vede do první obtokové větve, přičemž druhý přívod druhé tekutiny je veden do trysky výhybkového prvku proudového typu, jehož kolektor je spojen rovněž s centrální větví a jehož ventilační vývod je spojen s druhou obtokovou větví, kde do centrální větve kanálků za spojem přívodů z oscilátoru a výhybkového prvku je vloženo čidlo detektoru a jak výstup z čidla koncovým úsekem centrální větve, tak první obtokový kanálek z oscilátoru i druhý obtokový kanálek z výhybkového prvku jsou vedeny do směšovacího uzlu spojeného s vývodem.

Detektor podle vynálezu může mít výhybkový fluidický prvek proveden tak, že v něm dutina, označovaná jako interakční dutina, spojená s ventilačním vývodem tohoto prvku, má z jedné strany vyústěnou zmíněnou trysku, proti níž na druhé straně dutiny pak je hrdlo zmíněného kolektoru.

Detektor podle vynálezu může však mít tento výhybkový prvek proveden tak, že v něm je integrační dutina, opět spojená s ventilačním vývodem, do níž ústí jednak tryska, proti které leží hrdlo kolektoru, jednak ale také vychylovací tryska orientovaná tak, že směr výtoku z jejího ústí svírá s ústím trysky 75° až 105° úhel, přičemž vychylovací tryska je v detektoru napojena na ten výstup oscilátoru, který je spojen s centrální větví spojovacích kanálků.

Podle vynálezu může být účelné, aby směšovací uzel byl tvořen ejektorem, jehož primární tryska je napojena na první obtokovou větev z oscilátoru, kdežto druhá obtoková větev i koncový úsek centrální větve jsou od tohoto ejektoru zavedeny jako jeho sekundární přívody.

Dále může být podle vynálezu účelné, aby oscilátor byl tvořen bistabilním fluidickým rozváděcím zesilovačem, jehož napájecí tryska je připojena na první přívod, a jehož obě řídicí trysky jsou vzájemně propojeny spojovací dutinou, přičemž první kolektor zesilovače vede do druhého výstupu oscilátoru, na něj je napojena první obtoková větev spojovacích kanálků, kdežto druhý kolektor vede do prvního výstupu oscilátoru, který je spojen s centrální větví.

Konečně může být podle vynálezu účelné, aby čidlem byl elektrický vodič spojený přes elektrickou hornofrekvenční propust a elektrický usměrňovací obvod s elektrickým měřidlem.

Protože u detektoru podle vynálezu působí vyšetřovaná i referenční tekutina na totéž čidlo, nemůže docházet k chybám způsobným např. rozdílným průběhem stárnutí u dvou čidel klasických detektorů, nebo různými teplotami těchto čidel apod. Provést detektor tak, aby k jeho jedinému čidlu byla periodicky přiváděna referenční tekuti-

na nebylo dosud přijatelné proto, že potřebné rozváděcí kohouty a jejich periodický pohon (otáčení) by vedlo k příliš komplikované, náročné a drahé konstrukci. Podle vynálezu se však celé uspořádání řeší využitím moderních čistě fluidických prvků bez pohyblivých součástí, u nichž se střídavé vedení tekutiny k čidlu nebo do obtokové větve dosahuje pouze využitím aerodynamických efektů probíhajících v dutinách s pevnými stěnami. Celý detektor podle vynálezu tak může být vytvořen jako soustava těchto dutin v pevném tělisku. Detektor je pak výrobně jednoduchý, může mít velmi malé rozměry a vykazuje rovněž značnou spolehlivost a životnost, neboť tím, že u něj odpadají pohyblivé součástky, není v něm nic, co by se mohlo zadřít, nebo co by vyžadovalo mazání a těsnění. V zásadě může detektor fungovat, i když vyšetřovaná tekutina bude mít vysokou teplotu, nebo bude-li unášet pevné částice (produkty spalování). Pro tuto svoji odolnost a spolehlivost umožňuje detektor provádět v praktickém provozu měření koncentrace tekutin s přesností, která je díky periodické rekalibraci referenční tekutinou stejná, nebo lepší, než přesnost dosahovaná u měření laboratorních. Předpokládá se, že tyto vlastnosti umožní detektoru podle tohoto vynálezu uplatnění při měření koncentrace tekutiny v takových situacích, kde dosavadní možnosti nevedly k praktickému a cenově přijatelnému řešení — například lze takto měřit složení výfukových plynů v motorových vozidlech za jízdy a získávat tak nezbytné informace pro elektronický systém řízení chodu motoru.

Na výkresech jsou uvedeny příklady provedení detektoru podle tohoto vynálezu nebo jeho částí, a sice na obr. 1, 2 a 3 je naznačeno uspořádání detektoru schematicky a jde v nich o příklady tří různých variant uspořádání, na obr. 4 je jiný příklad uspořádání detektoru nakreslen detailněji, jak by skutečně vypadala destička s dutinami jednotlivých čistě fluidických prvků a čidlem detektoru, na obr. 5 je příklad uspořádání zpětné vazby oscilátoru v případě, je-li například vyšetřovaná (nebo ovšem třeba referenční) tekutina kapalina a obr. 6 zachycuje alternativní uspořádání čidla detektoru.

Na schematickém obr. 1 je čidlo 1 zapojeno do prostředního ze tří paralelně vedle sebe (na obr. ovšem nad sebou) probíhajících spojovacích kanálků. Vlevo jsou dva přívody: první přívod 2 a druhý přívod 3. Lze si pro konkrétní představu říci, že prvním přívodem 2 je do detektoru přiváděna referenční tekutina a druhým přívodem 3 přitéká vyšetřovaná tekutina. Toto připojení budeme předpokládat i u dalších obr. Ne- ní však žádná příčina, proč by napojení nemohlo být právě obrácené. Na první přívod 2 je připojen oscilátor 20, je zde zachycen

pouze blokově, může být proveden mnoha známými způsoby, z nichž jeden konkrétní bude popsán níže při diskusi k obr. 4. Podstatné je, že jde o čistě fluidický, tedy bez mechanických součástí pracující oscilátor, a to oscilátor rozváděcího druhu. To znamená, že přiváděná tekutina je střídavě vedena do jednoho ze dvou výstupů oscilátoru — na rozdíl třeba od uzavíracího oscilátoru, v němž dochází ke střídavému zavírání a otevírání průtoku. Na druhý přívod 3, jímž tedy například přitéká vyšetřovaná tekutina, je připojen výhybkový prvek 30. Obr. 1 u něj zachycuje i vnitřní uspořádání. Je jednoduché: do jeho vnitřní, interakční dutiny vede tryska 31 a proti ní, v pokračování osy trysky 31, leží kolektor 32. Na obr. 1 je použito označování změn průřezu, při kterém kontrakce, zúžení ve směru průtoku tekutiny, je naznačeno černým trojúhelníkem. V trysce 31 probíhá tedy takováto kontrakce, tekutina je zde urychlena. Urychlená vyšetřovaná tekutina vytváří výtokem z trysky 31 tekutinový proud. Ten za jistých podmínek, popsanych dále, dopadá do kolektoru 32, v němž je průtok zpomalen, kinetická energie proudu se přeměňuje na energii tlakovou. K tomu musí být kolektor 32 uspořádán tak, že se ve směru tohoto proudění jeho průřez postupně zvětšuje. Toto zvětšování průřezu je naznačeno bílým, nevyplněným trojúhelníkem. V případě, že protitlakem ve výstupu z kolektoru 32 bude proud vyšetřované tekutiny bráněno v dalším průtoku, uplatní se třetí, ventilační vývod z výhybkového prvku 30, který prostým způsobem umožňuje odvod přebytečné tekutiny z interakční dutiny. Výstup z kolektoru 32 výhybkového prvku 30 je spojen s jedním z výstupků oscilátoru 20. Jak již bylo zmíněno, probíhají v zásadě detektorem zleva doprava tři paralelní spojovací kanálky. Výstupy o nichž byla nyní řeč se napojují na prostřední z nich, centrální větev 12. Je to ta, ve které je zapojeno čidlo 1. Dvě zbývající jsou obtokové větve: horní na obr. 1 je první obtoková větev 11, připojená na zbývající vývod oscilátoru 20. Spodní, druhá obtoková větev 13, vede z ventilačního vývodu výhybkového prvku 30. Všechny tři větve se spolu stýkají ve směšovací uzlu 14 na pravé straně. Není samozřejmě žádnou zásadní odchylkou, jestliže by se například spolu spojily některé dvě z těchto větví a teprve poté se k nim připojila třetí z nich. V případě z obr. 1 jsou všechny tři spojené větve vedeny do exhaustoru 40, jehož oběžné lopatkové kolo 41, poháněné elektromotorem 42, odvádí směs tekutin do vývodního nátrubku 44 a jím do atmosféry (nejde-li tedy o např. toxickou nebo chemicky agresivní vyšetřovanou tekutinu, takže směs lze do atmosféry vypouštět). Podstatné je, že rotací lopatkového kola 41 vyvozuje exhaustor 40 ve směšovacím uzlu 14 podtlak, jímž jsou do detektoru nasávány vyšetřovaná tekutina i tekutina referenční.

Probereme si nejprve průtok tekutin v detektoru při stavu, kdy oscilátor 20 vede referenční tekutinu z prvního přívodu 2 do první obtokové větve 11. U oscilátorů proudového typu se někdy dosahuje ve druhém výstupu dokonce mírný podtlak: ejekčním účinkem proudu vytékajícího v oscilátoru z trysky by byla tendence k přisávání tekutiny z centrální větve 12. Ovšem exhaustor 40 svým podtlakovým účinkem zabrání tomu, aby snad v důsledku tohoto sacího efektu procházela čidlem 1 nazpět referenční tekutina zprava doleva. Protéká jím jediné zleva doprava vyšetřovaná tekutina ze druhého přívodu 3, která prošla výhybkovým prvkem 30, a to tak, že v něm výtokem z trysky 31 byl vytvořen proud procházející napříč interakční dutinou do kolektoru 32. Setrvačnost urychleného proudu zabraňuje výrazné změně směru jeho částic a tak tedy většina z přivedené vyšetřované tekutiny skutečně projde do kolektoru 32, i když v interakční dutině působí přes druhou obtokovou větev 13 podtlakový účinek exhaustoru 40. Jisté množství vyšetřované tekutiny se sice ejekčním účinkem v oscilátoru 20, o němž byla výše zmínka, dostane také přes oscilátor 20 do první obtokové větve 11, ale to nehraje podstatnou roli. Důležité je, že žádná referenční tekutina se v tomto stavu nemůže dostat do čidla 1, do něhož tedy proudí pouze tekutina vyšetřovaná.

Překlopí-li se nyní bistabilní oscilátor 20 do své druhé stabilní polohy, v níž referenční tekutina z prvního přívodu 2 prochází oscilátorem 20 do centrální větve 12, nastává v centrální větvi 12 přetlak, zabráňující volnému průtoku z kolektoru 32 ve výhybkovém prvkem 30. Vyšetřovaná tekutina zase výtokem z trysky 31 vytváří proud, avšak ten se zde, v tomto stavu, střetává v interakční dutině s proudem referenční tekutiny vytékající kolektorem 32. To mu ovšem brání v průtoku do centrální větve 12. Oba střetávající proudy se spolu mísí a směs odchází ventilačním vývodem výhybkového prvku 30 do druhé obtokové větve 13, do níž ji nasává exhaustor 40. Centrální větev 12 tak proudí do čidla 1 pouze referenční tekutina. I zde se v oscilátoru 20, je-li proudového typu, vytváří ejekční účinek. Ten by mohl nazpět první obtokovou větev 11 nasávat směs ze směšovacího uzlu 14, a tak by mohlo dojít k tomu, že by referenční tekutina přicházející do čidla 1 byla kontaminována jistým množstvím vyšetřované tekutiny. Předpokládá se však, že k takovému zpětnému proudění první obtokovou větví 11 nemůže dojít, neboť mu brání podtlakový účinek exhaustoru 40.

Jak je tedy patrné, zajišťuje fluidický obvod z obr. 1 vždy to, že do čidla 1 přichází jen jedna z tekutin, buď referenční tekutina z prvního přívodu 2, nebo vyšetřovaná tekutina ze druhého přívodu 3, a to vždy tak, že před čidlem 1 nedochází k žádné kon-

taminaci této tekutiny tekutinou druhou. Na výstupu čidla tedy dostáváme signál, ve kterém se střídají postupně úrovně odpovídající jedné a poté druhé tekutině. Jako výstupní signál detektoru pak zjišťujeme rozdíl mezi oběma úrovněmi. Tím se z výstupního signálu vyloučí všechny vlivy, například parazitní vliv teplotních změn, nebo vliv stárnutí čidla **1**, které působí s nižší frekvencí změn, než je frekvence oscilátoru **20**. Předpokládá se ovšem, že parazitní vlivy působí právě velmi pomalu, mají tedy pásmo frekvencí ležící mnohem níže, než je opakovací frekvence oscilátoru **20**, takže se jejich účinek automaticky eliminuje.

Na následujícím obr. 2 je znázorněna alternativa detektoru pro takové aplikace, kdy jsou k dispozici vyšetřovaná tekutina — opět přiváděná druhým přívodem **3** i referenční tekutina přiváděná prvním přívodem **2** — pod dostačujícím přetlakem oproti tlaku atmosférickému. Odpadá zde tedy exhaustor **40** z obr. 1, ze směšovacího uzlu **14** prochází směs obou tekutin z detektoru do vývodu **4**, o němž se předpokládá, že je otevřen přímo do atmosféry. Je zde použit výhybkový prvek **30** založený nikoliv na kolizi střetávajících se protisměrných proudů, ale na principu vychylování proudu vyšetřované tekutiny proudem tekutiny referenční. Jak je z obr. 2 patrné, je základní schéma detektoru v tomto případě stejné jako na obr. 1, až na uspořádání výhybkového prvku **30**. Ten zde má dvě trysky, opět s výraznými konfusory, znázorněnými černými trojúhelníky. Proti trysce **31**, napojené na druhý přívod **3**, leží stejně jako na obr. 1, naproti přes interakční dutinu umístěný kolektor **32**.

Kolmo k dráze od trysky **31** ke kolektoru **32** vyúsťuje do interakční dutiny výhybkového prvku **30** další, vychylovací tryska **33**, která je připojena na výstup oscilátoru **20** vedoucí do centrální větve **12**. Z oscilátoru **20** by mohly vést dva paralelní kanálky, jeden z nich do vychylovací trysky **33** a druhý by představoval centrální větev **12**, což by možná bylo názornější pro představu o funkci detektoru. Oběma těmito kanálky by však vždy protékala tekutina stejným směrem a ve stejný okamžik, takže prakticky je účelnější jediný kanálek slučující oba tyto průtoky, teprve za odbočkou z centrální větve **12** do vychylovací trysky **33** se průtoky dělí, kromě této cesty do vychylovací trysky **33** pokračuje část tekutiny spojovacím úsekem centrální větve **12a** do místa, kde se zase stýká přítok z kolektoru **32**, s nímž pak společně pokračuje cesta kanálkem společného úseku centrální větve **12b** do čidla **1**.

Za čidlem **1** pokračuje pak centrální větev **12** do směšovacího uzlu **14** koncovým úsekem centrální větve **12c**.

Vyjděme tedy opět nejprve ze stavu, v němž oscilátor **20** vede referenční tekutinu z prvního přívodu **2** do první obtokové vět-

ve **11**. Výtokem z trysky **31** se vytváří proud vyšetřované tekutiny z druhého přívodu **3**, který prochází interakční dutinou výhybkového prvku **30** a dopadá do kolektoru **32**. V něm dochází opět k přeměně kinetické energie proudu na tlakovou energii protékající tekutiny, proto je v kolektoru **32** pozvolné zvětšování průřezu naznačené jako u difusorů bílým, nevyplněným trojúhelníkem. Předpokládá se, že většina vyšetřované tekutiny takto prošla výhybkovým prvkem **30** pokračuje dále do čidla **1**. Jen malá část, eventuálně pod vlivem ejekčního účinku, k němuž může docházet v oscilátoru **20**, postupuje spojovacím úsekem centrální větve **12a**. Ovšem spíše než do oscilátoru **20** se toto malé množství vyšetřované tekutiny dostane do vychylovací trysky **33**, neboť také ve výhybkovém prvkem **30** dochází k ejekčnímu efektu. Nicméně toto množství bude vždy tak malé, že nehraje nějakou význačnou roli; v každém případě k čidlu **1** se dostává pouze vyšetřovaná tekutina z prvního přívodu **2**.

Překlopí-li se oscilátor **20** do svého druhého stabilního stavu, v němž referenční tekutina z druhého přívodu **2** prochází do centrální větve **12**, bude část této tekutiny vytékat také vychylovací tryskou **33**. Účinkem takto vytékajícího proudu bude vychylován proud vyšetřované tekutiny, vytékající pod účinkem předpokládaného přetlaku ve druhém přívodu **3** z trysky **31**. Výchylka znamená, že oba vzájemně na sebe působící proudy nebudou dopadat do kolektoru **32**. Ostatně v tomto kolektoru **32** bude také přetlak referenční tekutiny, přicházející sem spojovacím úsekem centrální větve **12a**. Znamená to, že čidlem **1** v tomto stavu neprochází jiná, než referenční tekutina. Až na využití výchylky proudu ve výhybkovém prvkem **30** budou jinak v detektoru obdobné poměry jako v případě z obr. 1. Překlopení oscilátoru **20** do výchozí stabilní polohy zase povede ke stavu v detektoru, popsaném v předcházejícím odstavci a tyto dva stavy se opět periodicky střídají.

Také v případě uspořádání, zakresleném schematicky na obr. 3 jde v zásadě o stejný fluidický obvod. Rozdíly spočívají v tom, že směšovací uzel **14** je zde proveden jako ejektor, a v tom, že se nepředpokládá, že by byla k dispozici referenční tekutina pod potřebným přetlakem, a součástí detektoru je tlaková láhev **201**, z níž se referenční tekutina, v tomto případě plyn, při měření odebírá přes redukční ventil **202**. Předpokládá se, že dokonce ani vyšetřovaná tekutina ze druhého přívodu **3** nemá dostatečný přetlak, a její průtok detektorem vyvolává právě ejekční efekt, k němuž dochází ve směšovacím uzlu **14**. Tento ejekční efekt také zajišťuje, aby ve všech třech paralelních větvích — centrální větvi **12**, první obtokové větvi **11** i druhé obtokové větvi **13**, zejména ovšem v první a posledně jmeno-

vané — nedocházelo ke zpětnému proudění v důsledku nějakých podtlakových efektů v oscilátoru 20 nebo výhybkovém prvku 30. Jinak odpovídá funkce fluidického obvodu v detektoru výše popsaným případům.

Ve všech dosud popsaných příkladech šlo o schémata zapojení. Aby byla umožněna konkrétní představa o provedení detektoru, je připojen na obr. 4 prakticky příklad provedení dutin. Jde zde o detektor složený výfukových plynů, pracující při poměrně vysoké teplotě. Proto jsou všechny dutiny fluidického obvodu i se všemi prvky zhotoveny v keramické destičce 9, a to i s čidlem 1, které je v tomto případě termokonduktivního typu. Změna koncentrace vyšetřované látky ve výfukových plynech se zjišťuje na základě změny teploty odporového drátku vystaveného proudu plynů; při změně koncentrace se totiž mění přestup tepla z drátku do plynu a tím i teplota drátku ohřívajícího elektrickým proudem; se změnou teploty se mění i elektrický odpor drátku a ten lze běžnými metodami snadno zjišťovat. Není ovšem problémem uspořádat elektrický obvod naspak tak, že drátek je udržován na konstantní teplotě a vyhodnocuje se elektrický příkon nebo proud potřebný k tomuto udržení na stálé teplotě — to je termokonduktivních čidel 1 běžně známé.

Jak je z obr. 4 patrné, je destička 9 obdélníkového tvaru, v rozích má připevňovací otvory 8, jimiž je upevňována, a které umožňují připevnění krycí destičky 901, která je patrná na následujícím obr. 5, a která slouží k tomu, že překrytím žlábků, vyli-sovaných z jedné strany do destičky 9, se z těchto žlábků vytvoří uzavřené dutiny. Následující obr. 5 pak také ukazuje, jak žlábků, například v příčném řezu patrný žlábek, který po překrytí krycí destičkou 901 vytváří spojovací dutinu 29, sahají přibližně do poloviny nebo do něco větší hloubky, než je výška destičky 9. Na obr. 4 je znázorněn řez destičkou 9 vedený v takové výšce, že prochází právě jednotlivými dutinami. Kromě připevňovacích otvorů 8 v rozích jsou v destičce 9 ještě tři průchozí díry, všechny jsou kruhového průřezu. Je to první přívod 2 v levé části, druhý přívod 3 zhruba uprostřed dole a vývod 4 zcela vpravo. V zásadě jde v tomto příkladu o obvod kombinující uspořádání ze schématu z obr. 2, tedy s výhybkovým prvem 30 založeným na principu vychylování proudu, s uspořádáním podle obr. 3, neboť směšovací uzel 14 je zde uspořádán jako ejektor. Konkrétně jde o ejektor Coandova typu, s přísáváním tekutiny k zakřivenému stěnovému proudu. Na rozdíl od schematických obrázků obr. 1 až obr. 3 je zde také na obr. 4 konkrétně vykreslen i oscilátor 20. Jde v něm o bista-bilní fluidický zesilovač proudového typu se zavedenou zpětnou vazbou spojovací dutinou 29 spojující obě řídicí trysky 27, 28 zesilovače.

Vezměme si situaci, kdy z napájecí trysky

21 vytéká proud vzduchu, představujícího v tomto případě referenční tekutinu. Vzduch je do napájecí trysky 21 přiváděn prvním přívodem 2. V důsledku Coandova jevu dojde k přilnutí tohoto vzduchového proudu, řekněme k první přídržné stěně 22. Ta proud vede do prvního kolektoru 24.

První kolektor 24 je od sousedního druhého kolektoru 25 oddělen žlábkovým děličem 26. V průběhu oscilačního cyklu dochází totiž k postupnému narůstání průtoku první řídicí tryskou 27, což vede k tendenci odfouknout vzduchový proud od první přídržné stěny 22. Pokud však je tato tendence jen mírná, k odtržení proudu od této stěny nedojde, neboť mírná výchylka proudu způsobí, že jeho jistá část přestane vstupovat do prvního kolektoru 24, narazí na žlábkový dělič 26, avšak jím je obrácena a vrací se s boku ke vzduchovému proudu tak, že na něj naráží a přitiskuje jej k první přídržné stěně 22. Jinými slovy tento žlábkový dělič 26 vyvoluje v bista-bilním zesilovači pozitivní vnitřní zpětnou vazbu, která stabilizuje přilnutí vzduchového proudu k přídržné stěně 22. Z prvního kolektoru 24 protéká vzduch kanálkem první obtokové větve 11, kde se postupně zpomaluje díky mírně se zvětšujícímu průřezu. Menší rychlost proudění je výhodná tím, že znamená menší ztráty, zejména v ohybu na konci první obtokové větve 11. Odtud vzduch prochází tryskou ejektoru 51. Zde se zase vytvoří proud, který v tomto případě přilne k zakřivené přídržné stěně ejektoru 53, jež jej vede do kolektoru ejektoru 52, na nějž navazuje vývod 4. Při výstupu tryskou ejektoru 51 a také díky zakřivení přídržné stěny ejektoru 53 vyvoluje vzduchový proud podtlak. Nejdůležitějším účinkem tohoto podtlaku je, že jím jsou nasávány výfukové plyny do druhého přívodu 3 a odtud do trysky 31. Vytékající proud výfukových plynů pokračuje ve svém směru do kolektoru 32. Zprava i zleva na něj sice působí podtlakové účinky, zleva účinek vzduchového proudu sledujícího první přídržnou stěnu 22 a zprava účinek proudu sledujícího přídržnou stěnu ejektoru 53, oba tyto účinky jsou však poměrně slabé a při působení z obou stran se také do jisté míry vzájemně ruší. Dosáhnou nanejvýš to, že odsávají jisté malé množství výfukových plynů, které se tak nedostanou k drátku čidla 1. Také spojovacím úsekem centrální větve 12b se možná odsaje jisté malé množství výfukových plynů do proudu vzduchu. Důležité však je, že k drátku termokonduktivního čidla 1 se nedostane jiný plyn, než pouze vyšetřované výfukové plyny. Zjišťujeme velikost elektrického proudu procházejícího mezi první svorkou 1001 a druhou svorkou 1002 čidlem 1. Protože vzduchový proud vytékající z napájecí trysky 21 je poněkud ohnut k první přídržné stěně 22, nastává v něm rovnováha, při které je odstředivá síla na částice vzduchu vyvažová-

na tlakovou silou: tlak musí směrem ke stěně klesat, na stěně je podtlak, jímž je vlastně proud u stěny držen. Podtlak je pak ovšem i v první řídicí trysce 27. Ve druhé řídicí trysce 28 je tlak vyšší. Spojovací dutinou 29, propojující obě řídicí trysky 27, 28 tedy začne proudit vzduch tak, že vytéká první řídicí tryskou 27. Ovšem spojovací dutina 29 má — relativně vzhledem k ostatním dutinám v destičce 9 — poměrně značné rozměry a plní se tedy poměrně pomalu přes malý otvor druhé řídicí trysky 28. To znamená, že výtok první řídicí tryskou 27 narůstá postupně. V jeho prvních fázích výtok nepostačuje k ovlivnění vzduchového proudu vytékajícího z napájecí trysky 21, zvláště když se uplatňuje pozitivní stabilizující zpětná vazba žlábkového děliče 26. Postupně však nabude takové velikosti, že se zruší podtlakový účinek, jímž je vzduchový proud držen u první přídržné stěny 22. Proud tedy překročí do druhé stabilní polohy: do polohy, ve které je přilnut ke druhé přídržné stěně 23. Protože žlábkový dělič 26 je symetrický, zajišťuje pak stabilizaci tohoto druhého stavu. Začne se obracet směr proudění ve spojovací dutině 29 a postupně narůstá výtok ze druhé řídicí trysky 28. Ovšem tento proces jistou chvíli trvá, a vzduchový proud zatím pokračuje podél přídržné stěny 23 do druhého kolektoru 25. O něco dále za hrdlem druhého kolektoru 25 se průtok vzduchu dělí. Část jej pokračuje do vychylovací trysky 33. Působí pak na výtok z trysky 31 tak, že vychyluje výfukové plyny a znemožňuje jim pokračování v jejich původním směru do kolektoru 32. Směs vzduchu a výfukových plynů proudí pak druhou obtokovou větví 3, je přisávána proudem sledujícím přídržnou stěnu ejektoru 53 a spolu s ním odchází vývodem 4. Nedostává se tedy k drátku čidla 1. K němu naopak přichází zbylá část vzduchu ze druhého kolektoru 25, proudící spojovacím úsekem centrální větve 12a. Velikost elektrického proudu mezi první svorkou 1001 a druhou svorkou 1002 se změní oproti velikosti v předchozím stavu. Rozdíl ukazuje na odchylku koncentrace látek, měnících velikost přestupu tepla, oproti koncentraci ve vzduchu.

Protože průřez kanálku v místě čidla 1 je poměrně velký, proudí plyny kolem drátku laminárně. Přestup tepla je pak dán v podstatě součinitelem, v němž největší roli hraje hodnota tepelné vodivosti.

Je celá řada možností, jak dále zpracovávat signál, který se obdrží na výstupu termokonduktivního čidla 1. Hodnoty například mohou být po každém překlopení oscilátoru měřeny číslicovým voltmetrem a uloženy v digitální paměti, digitálně lze pak snadno vyhodnotit rozdíl dvou po sobě následujících čtení — absolutní hodnota tohoto rozdílu je pak hledaná výstupní hodnota, již lze dále například digitálně korigovat na základě znalosti závislosti změn

tepelné vodivosti a změn koncentrace sledované látky ve výfukových plynech. Je však také možné celkem velmi jednoduché analogové zpracování. Výstupní signál z čidla 1 má vlastně střídavý charakter s amplitudou závislou na hodnotě jež nás zajímá; střídavá složka je však superponována na stejnosměrný parazitní signál. Ten se také mění, ovšem převážně v důsledku parazitních změn, například teploty destičky 9. Lze jej však snadno odfiltrovat hornofrekvenční propustí, již projde pouze střídavá složka. Tu pak lze jednoduše vyhodnotit usměrněním a změřením jednoduchým stejnosměrným měřidlem. Jedním z nepříjemných parazitních efektů mohou být vibrace, způsobené například chodem motoru, jehož výfukové plyny jsou analyzovány, a akustické poruchy šířící se plyny v kanálkách. Ty mohou ovlivňovat údaj termokonduktivního čidla v důsledku tenzometrického efektu — elektrický odpor drátku čidla 1 se mění nikoliv v důsledku teplotních změn, ale také v důsledku mechanických napětí, které v něm jsou vyvolány vibracemi. Tyto vibrace mohou být naopak vyšší frekvenci, než je frekvence, s níž se překlání mezi svými stabilními stavy oscilátor 20. V takovém případě může být účelné zpracovat výstupní signál čidla 1 tak, že je veden do pásmové propusti — například nejjednodušeji LC obvodu, jehož indukčnost a kapacita jsou voleny tak, aby obvod byl naladěn na frekvenci oscilátoru 20. Poruchové vlivy jak s vyšší, tak i nižší frekvencí se pak opět ve výstupním údaji neprojeví. Signál z pásmové propusti je zase běžným způsobem usměrněn a vyhodnocen. Analogické zpracování signálu lze také provést číslicově.

Důležité je, že v celém detektoru, jak je z obr. 4 patrné, nejsou žádné součástky, které by se mohly snadno poškodit. Nedojde-li k prasknutí keramického materiálu destičky 9, snese destička 9 i velmi hrubé zacházení, jaké se může vyskytovat při měření na motorech za chodu: teplota změny, vibrace, indukované elektrické efekty v blízkosti zapalovací soustavy atd. nemají vliv na spolehlivý chod oscilátoru 20 a střídání průtoků obou tekutin čidlem 1 detektoru. Aerodynamické děje probíhající v dutinách detektoru jsou ovšem značně složité. To se však nijak neodráží ve složitosti výroby destičky 9. Tato výroba destičky 9 může být naopak velmi jednoduchá, jakmile je jednou na modelu vyvinut správný tvar jejich dutin. Destička 9 je poměrně malých rozměrů a lze ji při poruše snadno vyměnit.

Měření koncentrace složky ve výfukových plynech není ovšem zdaleka jedinou předpokládanou aplikací. Neméně důležité může být například použití ve chromatografii a v jiných laboratorních metodách analýzy složení tekutin. Nemusí jít o plyny, ale také o kapaliny. V takovém případě by mohlo být nepříjemné, že odpadá zpoždění ve zpěti-

né vazbě oscilátoru **20**, jaké u plynů způsobuje jejich kompresibilita ve spojovací dutině **29**. Znamená to, že použije-li se u kapaliny destička **9** podle obr. 4, detektor může fungovat, avšak frekvence oscilátoru **20** bude příliš vysoká, takže čidlo **1** se nestací při jednotlivých cyklech ustálit v rovnovážném stavu. Nemusí to být na závadu. Tam však, kde je to zapotřebí, lze u kapaliny snížit frekvenci oscilátoru uspořádáním podle obr. 5.

Na obr. 5 je naznačena část detektoru podle tohoto vynálezu, určeného pro laboratorní chromatografická měření s kapalinami. Detektor v zásadě odpovídá obr. 4, je však nakreslen v částečném příčném řezu vedeném prvním přívodem **2**. Tím, jak je na obr. 5 naznačeno, proudí do detektoru referenční kapalina. Základem je opět destička **9**, v níž jsou vytvořeny hlavní dutiny detektoru. Obr. 5 ukazuje destičku **9** sevřenou mezi krycí destičkou **901** a základovou destičkou **902**. Řez destičkami je veden tak, že prochází na jedné straně prvním přívodem **2** napájecí tryskou **21**. Na druhé straně pak protíná napříč spojovací dutinu **29**, vytvořenou žlábkem v destičce **9**, svrchu překrytým krycí destičkou **901**. Aby se zvětšila akumulární schopnost — kapacitance — spojovací dutiny **29**, je zde k ní připojen další prostor s plynovým polštářem **292**. V krycí destičce **901** je totiž proveden průchozí otvor **129** s osazením, na které je zevněšku nalisována nádobka **291**, přičemž až do nádoby **291** dosahuje hladina kapaliny. Začne-li se spojovací dutina **29** plnit přes odpor představovaný jednou z řídicích trysek **27**, **28**, bude zde také tlak narůstat pomalu, neboť plynový polštář **292** svou stlačitelností umožní stoupání hladiny v nádobce **291**. Volbou objemu nádoby **291** je pak možné volit opakovací frekvenci oscilátoru **20**; zvětší-li se objem, bude ovšem frekvence nižší.

Termokonduktivní čidlo **1**, zachycené např. v příkladu provedení na obr. 4, je ovšem výhodné tím, že je jednoduché, drátek lze snadno upevnit v destičce **9** již při její výrobě lisováním. Zdaleka ovšem není jedinou možností. Jinou alternativou je čidlo **1** pracující na termochemickém principu, jehož konstrukce je obdobná, nanejvýš že drátek může být opatřen např. vrstvičkou katalyzátoru umožňujícího katalytické spalování jednoho z přiváděných plynů, neboť reakcí uvolněné teplo pak zvyšuje teplotu drátku. V některých případech působí jako katalyzátor přímo platina, z níž bude drátek zhotoven. Známá jsou i uspořádání, kdy je funkce rozdělena a je zde zvlášť drátek spalovací, elektricky ohříváný a drátek měřící, jehož odpor je zjišťován jako výstupní signál. To jsou uspořádání známá z dřívějších detektorů. Jak je známo, je termochemický princip detekce zvlášť citlivý na kvalitu a povrchovou úpravu drátků, citlivost geometricky jinak shodných drátků bývá často

různá a může se značně měnit, obsahuje-li vyšetřovaný plyn i jen stopy katalytického jedu, jímž je například sirovodík. Proto byly dosud termochemické principy málo používány. Detektor podle vynálezu tyto problémy s různou citlivostí nominálně stejných drátků i s postupnou změnou citlivosti elegantním způsobem řeší. Podobné výhody přináší i při metodách používajících nekovové, polykryсталické polovodivé materiály (slinuté kysličníky), kde také pohlcením detekovaného plynu se mění elektrická vodivost.

V případě kapalin mohou být vhodnější metody detekce založené na elektrolytických efektech. I takové čidlo **1**, jak jej ukazuje obr. 6, může být konstrukčně velmi jednoduché, kdy do stěn centrální větve **12** kanálku jsou při výrobě zalisovány kovové elektrody jak první elektroda **111** a druhá elektroda **112**. Předpokládá se samozřejmě, že destička **9** je opět z elektricky nevodivého materiálu. První svorka **1001** pro vývod výstupního signálu je pak spojena s druhou elektrodou **112**, druhá svorka **1002** naopak s první elektrodou **111**, čímž se zjišťuje elektrická vodivost pro proud procházející napříč průtokem kapaliny. Jak je známo, je základním problémem u elektrolytické metody detekce značná teplotní chyba a vliv i velmi nepatrného znečištění povrchů elektrod **111**, **112**. Také oba tyto problémy jsou u detektoru podle vynálezu výhodně vyřešeny.

V zásadě lze detektoru podle vynálezu využít i tehdy, je-li v čidle **1** využit některý absorpční princip, například absorpce ultrazvuku nebo absorpce elektromagnetického záření, ať již ve vlnovém rozsahu viditelného světla, v infračervené nebo v ultrazvukové oblasti. V zásadě je pak čidlo **1** provedeno jako komůrka s nejméně dvěma protilehlými stěnami propustnými pro dané záření, respektive vlnění. I v tomto případě dochází ke značnému zjednodušení oproti stávajícím detektorům, u nichž též bývají pozorovány tak velké vlivy parazitních efektů, že bývá použito zdvojené uspořádání, s dvojicí zdrojů i detektorů záření. Tím, že taková nutnost zdvojení odpadá, může vyjít detektor v uspořádání podle vynálezu nejen menší, lehčí a kompaktnější, ale někdy i výrazně levnější.

Předpokládá se uplatnění detektoru tam, kde se provádí kontinuální zjišťování koncentrace nějaké příměsi nebo příměsí v tekutinách, a to v chemickém a potravinářském průmyslu, v laboratorní technice, ale také třeba, jak již bylo zmíněno, u motorových vozidel nebo jiných dopravních prostředků nebo v energetických zařízeních ke kontrole probíhajícího spalovacího procesu.

Na dalších obr. 7 a obr. 8 jsou naznačeny příklady možných uspořádání jednoduchých obvodů pro analogové vyhodnocení signálu z čidla **1** detektoru složení tekuti-

ny podle tohoto vynálezu. Jsou naznačena schémata zapojení, při nichž se detekované změny složené odečítají na ručkovém měřidle, a to elektrickým měřidlem **1030**. Samozřejmě namísto něj může být měřidlo číslicové, anebo signál vůbec nemusí být odečítán, ale je zaváděn jako zpětnovazební signál, například na vstup mikroprocesoru řídicího chodu spalovacího motoru, jehož splodiny hoření jsou detektorem analyzovány. Na obr. 7 jde o výše zmíněné uspořádání, v němž signál v elektrické formě prochází přes hornofrekvenční propust a je z něj odfiltrována stejnosměrná složka, která se mění v důsledku parazitních efektů, jako je třeba změna teploty čidla **1**, jeho stárnutí nebo úsad pevných splodin hoření.

Na obr. 8 je uspořádání, kdy je signál přenášen pásmovou propustí a odfiltrují se z něj tedy i složky o vyšší frekvenci způsobené například mechanickým namáháním drátku čidla **1** při vibracích motoru apod.

To, že výstupní signál má zajímavou a vyhodnocovanou jen střídavou složku, může být velmi výhodné při zpracování signálu, neboť je všeobecně známo, že zesílení střídavého signálu je mnohem snadnější, snadněji lze například vyloučit vliv teplotních driftů v zesilovači, a podobně a zesilovač je hlavně podstatně levnější a spolehlivější (má menší počet aktivních prvků) než při zesilování stejnosměrného signálu operačním zesilovačem. Uspořádání na obr. 7 využívá této snadnosti zesilování střídavého signálu, přičemž k zesilování je použit jednoduše zesilovací stupeň s jediným tranzistorem, samozřejmě podstatně levnější, než operační zesilovač nezbytný jinak k zesílení signálu termokonduktivního čidla **1**. Zesilovač s tranzistorem **1011** zesiluje signál přiváděný přes první vazební kondenzátor **1012** a odváděný přes druhý vazební kondenzátor **1013**. Vazební kondenzátory **1012**, **1013** spolu se za nimi následujícími paralelně zapojenými odpory, například odporem elektrického měřidla **1030** a odporem zesilovače představují hornofrekvenční propust, již neprojde stejnosměrná složka signálu. Signál je generován tak, že čidlo **1** je zapojeno s pracovním odporem **1006** mezi přívod napájecího napětí **1003** (například napětí z baterie motorového vozidla) a uzemnění **1004**. Změní-li se tekutina (splodiny hoření a etalon: čistý vzduch) proudící kolem čidla **1**, změní se i podmínky přestupu tepla a dojde ke změně teploty čidla **1**. Tím se změní i jeho elektrický odpor. Protože napětí na čidle **1** a pracovním odporem **1006** se rozdělí v poměru hodnot jejich odporů, mění se i vstupní napětí zesilované zesilovačem. Na obr. 7 je znázorněno i blokové schéma fluidických obvodů detektoru, zajišťujících periodické střídání průtoku referenční a vyšetřované tekutiny kolem čidla **1**. Toto obecné schéma zahrnuje všechny speciální případy z obr. 1 a 2. V nich

jde v podstatě o to, že se vytvoří komutátor s dominantním vstupem **300**, jehož dominantní vstup je připojen na jeden z vývodů oscilátoru **20**, kdežto druhý, submisivní vstup je spojen s druhým přívodem **3**. Je-li do komutátoru s dominantním vstupem **300** přiváděna vyšetřovací tekutina z druhého přívodu **3**, postupuje jí do čidla **1** jen tehdy, nepřichází-li současně tekutina z oscilátoru **20** do dominantního vstupu. Je-li dominantní vstup excitován, je to naopak referenční tekutina z prvního přívodu **2**, která pak přichází k čidlu **1**. Změní-li se například vlastnosti čidla **1** stárnutím jeho materiálu, projeví se změnou elektrického odporu v obou stavech, jak při přivádění referenční tekutiny, tak i při přivádění vyšetřované tekutiny k čidlu **1**. Podobně je tomu třeba při usazování karbonu ze spalín na čidle **1**. Protože ke změně dojde v obou stavech, posune se střední hodnota odporu čidla **1** a tedy i střední hodnota napětí na vstupu zesilovače. Ovšem časově střední, stejnosměrná složka hornofrekvenční propustí neprojde, zesilovačem je zesílena pouze střídavá složka, u níž předpokládáme, že se v ní vliv úsad nebo stárnutí neprojevuje právě proto, že je pomalý a zesilovač reaguje pouze na rychle se střídající změny. Za druhým vazebním kondenzátorem **1013** je pak ovšem nutné signál převést na podobu vyhodnotitelnou elektrickým měřidlem **1030**, což je dosaženo usměrněním diodou **1020** a vyhlazením pulsujícího proudu z diody **1020** vyhlazovacím kondenzátorem **1021**. Zapojení zesilovače je běžné zapojení zesilovacího stupně nízkofrekvenčního tranzistorového zesilovače a nevyžaduje bližší vysvětlení.

V případě z obr. 8 se změny elektrického odporu čidla **1** projeví změnou elektrického proudu v primárním vinutí **1005** vazebního transformátoru, které je zapojeno s čidlem **1** do série. V sekundárním vinutí **1045** se zase indukují proud odpovídající pouze střídavé složce, stejnosměrná složka signálu vazebním transformátorem neprochází a namísto vazebních kondenzátorů **1012**, **1013** mohly ovšem v principu být použity i v uspořádání na obr. 7 takové vazební transformátory (jsou však většinou nevýhodné větším objemem, hmotností a cenou). V případě na obr. 8 se s výhodou využívá většího počtu závitů u sekundárního vinutí **1045**, než je počet závitů primárního vinutí **1005**, takže se na sekundáru dostává vyšší výstupní napětí střídavé složky signálu. V tomto případě, jak bylo uvedeno, je namísto hornofrekvenční propustí v cestě signálu pásmová propust: sekundární vinutí **1045** tvoří spolu s kondenzátorem **1042** rezonanční obvod, naladěný na frekvenci oscilátoru **20**. Signály o jiných frekvencích změn jsou zde potlačeny, uplatní se především střídavá složka daná periodickým střídáním průtoků kolem čidla **1**.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Detektor složení tekutin jednak s přívodem vyšetřované tekutiny, jednak přívodem referenční tekutiny, vyznačující se tím, že na první přívod (2) tekutiny je připojen fluidický oscilátor (20) rozváděcího typu jedním svým výstupem spojený s centrální větví (12) spojovacích kanálků, zatímco jeho druhý výstup vede do první obtokové větve (11), přičemž druhý přívod (3) druhé tekutiny je veden do trysky (31) výhybkového prvku (30) proudového typu, jehož kolektor (32) je spojen rovněž s centrální větví (12) a ventilační vývod tohoto výhybkového prvku (30) je spojen s druhou obtokovou větví (13), kde do centrální větve (12) kanálků, za spojem přívodů z oscilátoru (20) a výhybkového prvku (30), je vloženo čidlo (1) detektoru spojené s vyhodnocovacím přístrojem, například elektrickým měřidlem (1030), a jak výstup z čidla (1) koncovým úsekem centrální větve (12c), tak první obtoková větev (11) z oscilátoru (20) i druhá obtoková větev (13) z výhybkového prvku (30) jsou vedeny do směšovacího uzlu (14) spojeného s vývodem (4).

2. Detektor podle bodu 1, vyznačující se tím, že ve výhybkovém prvku (30) je interakční dutina spojená s ventilačním vývodem, přičemž do této dutiny ústí tryska (31) a proti ní je umístěno hrdlo kolektoru (32).

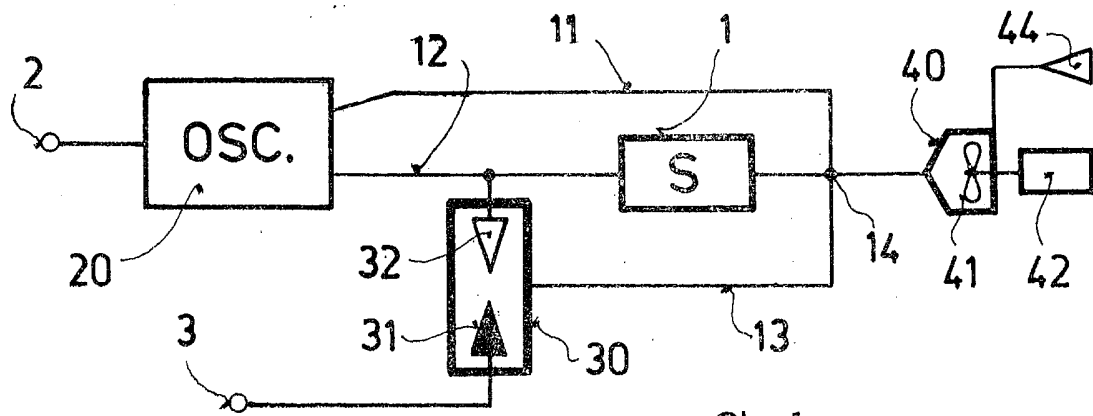
3. Detektor podle bodu 1, vyznačující se tím, že ve výhybkovém prvku (30) je interakční dutina spojená s ventilačním vývodem, přičemž do této interakční dutiny ústí jednak tryska (31), proti které je umístěno hrdlo kolektoru (32), jednak vychylovací tryska (33), jejíž ústí má směr svírající se směrem ústí trysky (31) a tedy s dráhou od trysky (31) ke kolektoru (32) úhel od 75° do 105°, přičemž vychylovací tryska (33) je napojena v detektoru na výstup oscilátoru (20) spojený s centrální větví (12) spojovacích kanálků.

4. Detektor podle bodu 2 nebo 3, vyznačující se tím, že směšovací uzel (14) je tvořen ejektorem, jehož primární tryska (51) je napojena na první obtokovou větev (11) z oscilátoru (20), kdežto druhá obtoková větev (13) i koncový úsek centrální větve (12c) jsou od ejektoru zavedeny jako sekundární přívody.

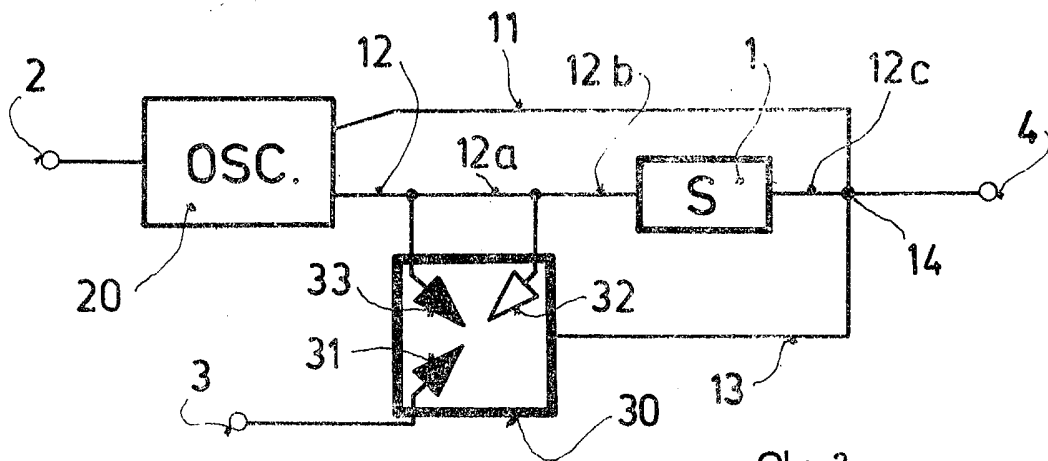
5. Detektor podle bodů 2 až 4, vyznačující se tím, že oscilátor (20) je tvořen fluidickým bistabilním rozváděcím zesilovačem s napájecí tryskou (21) připojenou na první přívod (2) a oběma řídicími tryskami, první řídicí tryskou (27) a druhou řídicí tryskou (28) vzájemně propojenými spojovací dutinou (29), přičemž první kolektor (24) vede do druhého výstupu oscilátoru (20), na nějž je napojena první obtoková větev (11) spojovacích kanálků, kdežto druhý kolektor (25) vede do prvního výstupu oscilátoru (20), který je spojen s centrální větví (12).

6. Detektor podle bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že čidlem (1) je elektrický vodič spojený přes elektrickou hornofrekvenční propust, například tvořenou sériově zapojenými vazebními kondenzátory (1011, 1012) a paralelně připojenými odpory, a přes elektrický usměrňovací obvod, například tvořený diodou (1020) a vyhlazovacím kondenzátorem (1021), s elektrickým měřidlem (1030) nebo jiným elektrickým přístrojem k vyhodnocení nebo zpracování signálu.

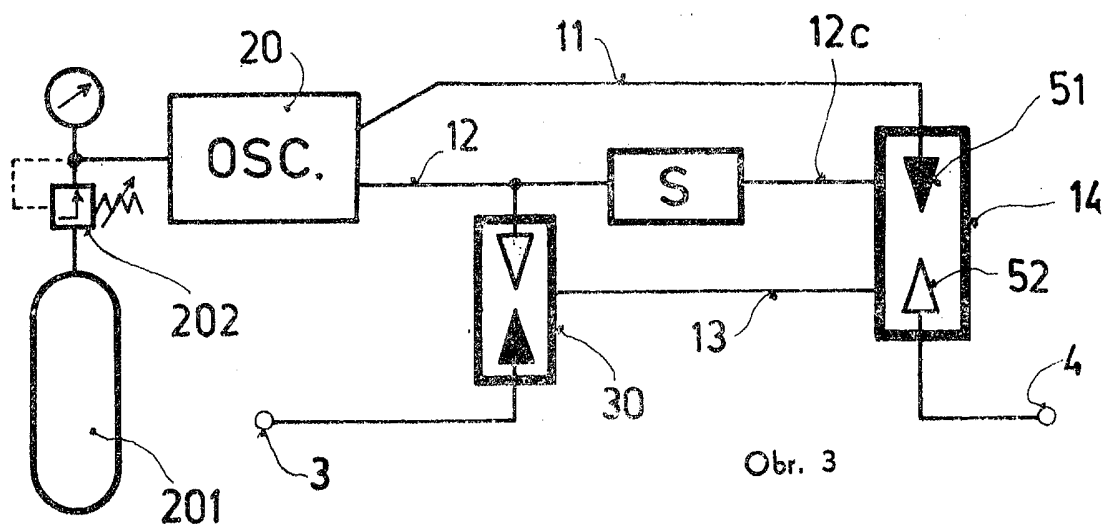
7. Detektor podle bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že čidlo (1) je spojeno s elektrickým vyhodnocovacím přístrojem, například ručkovým elektrickým měřidlem (1030), přes rezonanční elektrický obvod (1040), například tvořený paralelním zapojením kondenzátoru (1042) a sekundárního vinutí (1045) vazebního transformátoru, nebo přes složitější pásmovou propust s více rezonančními obvody, jejichž propustné pásmo frekvencí odpovídá frekvenci oscilátoru (20).



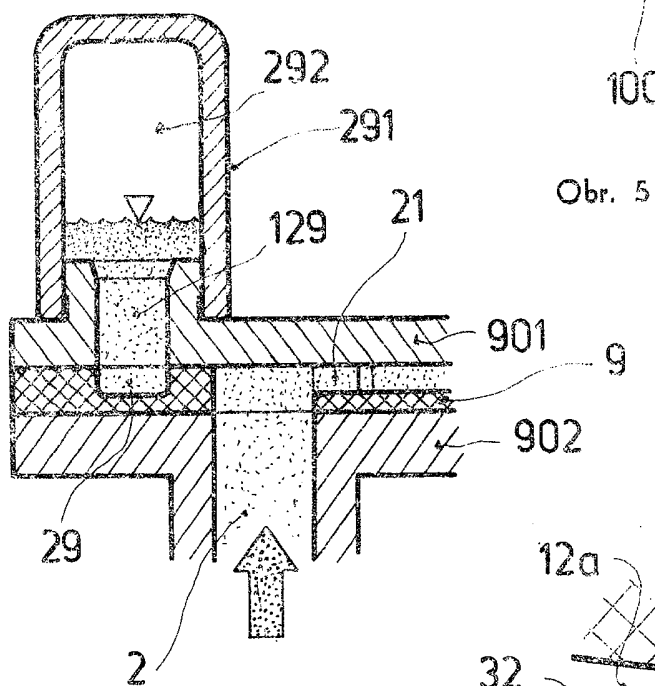
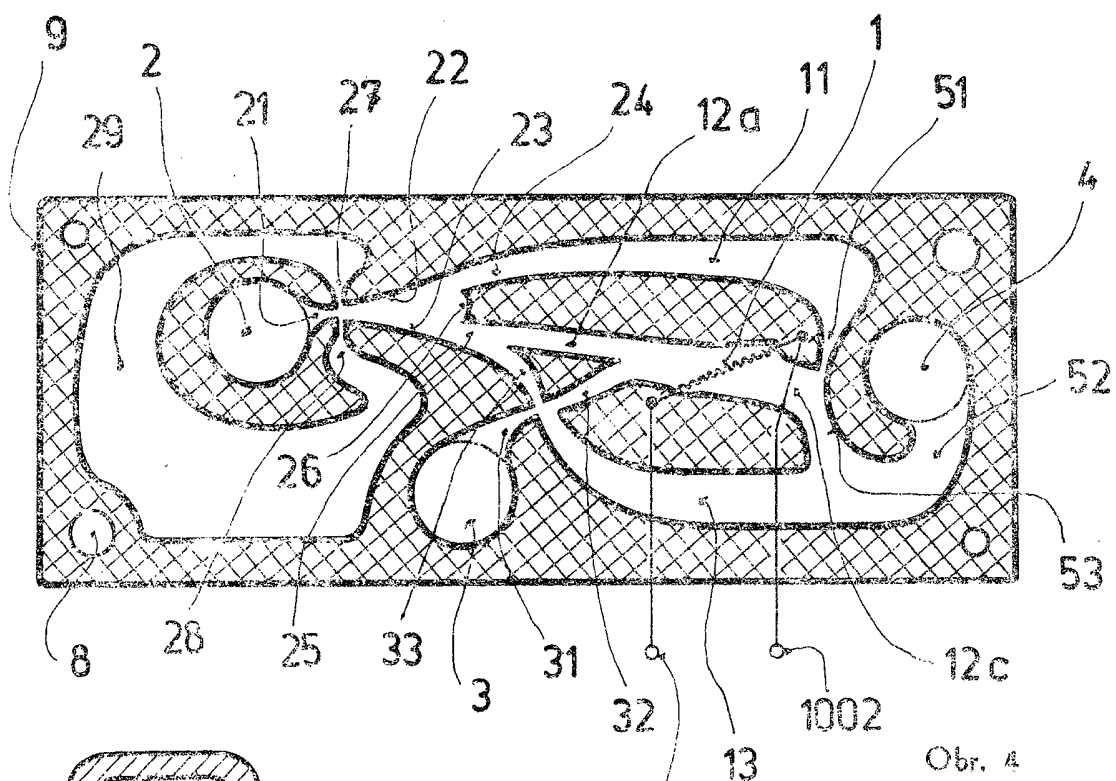
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 6

