



FI 0000911068

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGNINGSSKRIFT

91106

C (45) Patentti Myönnetty
Patent mallelat 10 05 1994

(51) Kv.1k.5 - Int.c1.5

G 01N 29/02, 29/18

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

| | |
|--|----------|
| (21) Patentihakemus - Patentansöknung | 916103 |
| (22) Hakemispäivä - Ansökningsdag | 23.12.91 |
| (24) Alkupäivä - Löpdag | 23.12.91 |
| (41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig | 24.06.93 |
| (44) Nähtäväsipanon ja kuulijulkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad | 31.01.94 |

(71) Hakija - Sökande

1. Instrumenttitehdas Kytölä Oy, PL 5, 40951 Muurame, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Mäyränen, Tarmo, Päivämiehentie 7, 40950 Muurame, (FI)
2. Koukkari, Sauli, Varsitie, 40950 Muurame, (FI)
3. Hiismäki, Pekka, Näkinkaari 2 C 4, 02320 Espoo, (FI)
4. Knuutti, Matti, Isonjärventie 8-10 C 9, 02940 Espoo, (FI)
5. Käll, Leif, Käräjäkuja 4, 02770 Espoo, (FI)
6. Tiitta, Antero, Yläkaupinkuja 1 D 19, 02360 Espoo, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Forssén & Salomaa Oy

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

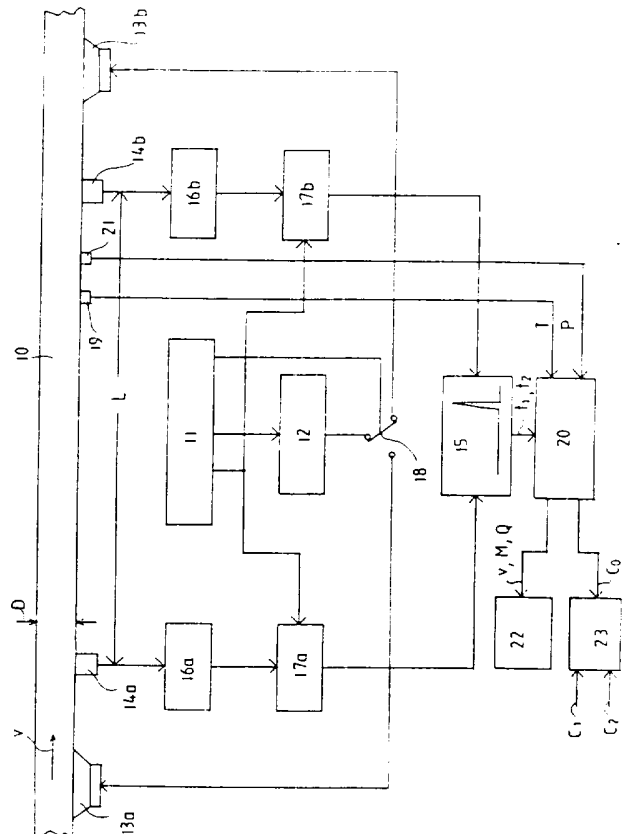
Menetelmä ja laite kaasuvirtauksen, etenkin maakaasuvirtauksen, monitoroinnissa
Förfarande och anordning vid monitoring av en gasström, speciellt en naturgasström

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI C 76885 (G 01F 1/66), CH A 669463 (G 01N 29/02), US A 4596133 (G 01N 29/02)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä ja laite virtaavan kaasun koostumuksen monitoroimiseksi. Kaasuvirtausputkeen (10) kohdistetaan myötä- ja vastavirtaan äänitaajuisia värähtelyä ja havaitaan tietyllä mittausvälillä (L) monitorointiäänien kulkuajat (t_1, t_2) myötä- ja vastavirtaan. Näiden kulkuajojen (t_1, t_2) perusteella määritetään äänennopeus (c) tai sitä kuvaava suure. Tämä nopeus (c) on riippuvainen lähinnä monitoroitavan kaasun keskimääräisestä molekyylipainosta. Virtaavan kaasun lämpötilaa (T) mitataan ja sen perusteella määrätään tiettyyn referenssilämpötilaan T_0 redusoitu äänennopeus ideaalikaasulle pätevistä kaavasta $c_0 = c \cdot \sqrt{T_0/T}$, missä T = kaasun absoluuttinen mitattu lämpötila, T_0 = valittu absoluuttinen referenssilämpötila, c = mitattu äänennopeus ja c_0 = referenssilämpötilan redusoitu äänennopeus tai käyttäen vastaavaa realistisempaa kaavaa. Redusoidun lämpötilan (c_0) poiketessa oletusarvoalueeltaan (c_1-c_2) annetaan hälytys- tai ohjaussignaali. Vaihtoehtoisesti oletusarvoalueen rajat (C_1, C_2) voidaan lämpötilareduoida.



Förfarande och anordning för monitorering av sammansättningen på en strömmande gas. Vid förfarandet riktas vibration av ljudfrekvens mot gasströmningsröret (10) med- och motströms och med ett givet måtmellanrum (L) observeras löptiderna (t_1, t_2) av monitoringsljudet med- och motströms. På basen av dessa löptider (t_1, t_2) bestäms ljudhastigheten (c) eller en storhet som beskriver denna. Denna hastighet (c) är främst beroende av den genomsnittliga molekylvikten på gasen som skall moniteras. Temperaturen (T) på den strömmande gasen mäts, och på basen av denna bestäms ljudhastigheten som reduceras till en given referenstemperatur T_0 från ekvationen $c_0 = c \cdot \sqrt{T_0/T}$ som gäller för idealgaser, där T = den absoluta mätta temperaturen på gasen, T_0 = den valda absoluta referenstemperaturen, c = den mätta ljudhastigheten och c_0 = den reducerade ljudhastigheten vid referenstemperaturen eller genom att använda sig av en motsvarande mera realistisk formel. Då nämnda reducerade temperatur (c_0) avviker från det antagna området (c_1-c_2) för börvärdet ges en alarm- eller styrsignal. Alternativt kan gränserna (c_1, c_2) av området för börvärdet temperaturreduceras.

Menetelmä ja laite kaasuvirtauksen,
etenkin maakaasuvirtauksen, monitoroinnissa
Förfarande och anordning vid monitoring av en gasström,
speciellt en naturgasström

5

Keksinnön kohteena on menetelmä virtaavan kaasun koostumuksen monitoroimiseksi, jossa menetelmässä kaasuvirtausputkeen kohdistetaan myötä- ja vastavirtaan akustisia värähtelyjä ja havaitaan monitorointiäänien kulkuajat myötä- ja vastavirtaan ja
10 mainittujen kulkuaikojen perusteella määritetään äänennopeus tai sitä kuvaava suure, joka nopeus tai suure on riippuvainen lähinnä monitoroitavan kaasun keskimääräisestä molekyylipainosta.

Lisäksi keksinnön kohteena on laite kaasun, etenkin maakaasun, virtauksen koostumuksen monitoroinnissa jonkin patenttivaatimuksen 1-7 mukaisella menetelmällä, joka laite
15 käsittää mittausputken, jossa mitattava kaasuvirtaus kulkee, ja audiotaajuisten äänisignaalien lähettiminä kaiuttimet ja äänen ilmaisimina mikrofonit, jotka on sijoitettu mittausputken yhteyteen mainittujen kaiuttimien välille tietyille tunnetulle mittausputken aksiaalisuuntaiselle keskinäiselle etäisyydelle, joka on olennaisesti, sopivimmin kerta-
20 luokkaa, suurempi kuin keskimääräinen mittausputken halkaisija.

Valtion tutkimuskeskus VTT:n FI-patentista n:o 76 885 on ennestään tunnettu akustinen virtausmittausmenetelmä ja -laite kaasujen, nesteiden ja/tai multifaasisuspensioiden virtausnopeuden, tilavuusvirtauksen ja/tai massavirtauksen mittaamiseksi putkessa tai
25 vastaavassa aaltoputkessa myötä- ja vastavirtaan eteneviä ääniaaltoja käyttäen. Tässä tunnetussa menetelmässä ja laitteessa äänilähteistä tuleva laajakaistainen äänisignaali saatetaan kulkemaan mittausputkessa tai vastaavassa aaltoputkessa tasoaltomoodissa sekä myötä- että vastavirtaan ja mitattujen äänisignaalien korrelaatiofunktioiden maksimista ja/tai minimistä saatujen äänen kulkuaikojen sekä mittauspisteiden keskinäi-
30 sen välimatkan perusteella määrätään virtausnopeus.

Em. FI-patentissa esitetyssä eräässä teknillisessä ratkaisussa ääni syötetään mittausputkeen taajuuspyyhkäisyn muodossa ja äänen kulku-aika määrätään mittausvälin päihin sijoitettujen mikrofonien signaaleista polariteettikorrelaattorilla. Myötä- ja vastavirtaan mitatuista kuluajoista voidaan suurella tarkkuudella mitata sekä keskimääräinen virtausnopeus että äänennopeus levossa olevassa väliaineessa. Virtausnopeudesta ja putken poikkipinta-alasta voidaan tarvittaessa lisäksi laskea tilavuusvirtausnopeus.

Em. FI-patentin mukaisesti tai muutoin mitattua kaasun virtausnopeutta käytetään yleensä lähtötietona yhdessä kaasun lämpötilan ja paineen kanssa massavirtauksen laskemiseen. Näin ollen virtausnopeuden mittaukseen on yleensä yhdistetty kaasun lämpötilan ja paineen mittaus.

Virtausnopeuden ja massavirtauksen mittaamisen lisäksi on tarvetta myös muunkinlaiseen kaasun monitorointiin, etenkin kaasun koostumuksen monitorointiin. Monitoroinnin tarvetta on ilmennyt esim. maakaasulla, joka on taloudellisesti merkittävin kaasumainen energian lähde. Esim. maakaasussa voi olla vaihteleva määrä vetyä, vesihöyryä tai inerttejä kaasuja. Ennestään tunnetusti maakaasun laatua monitoroidaan ottamalla siitä näyte ja tutkimalla sitä kromatografisesti, mikä vaatii kalliit laitteen, on työläs ja vaikeasti automatisoitavissa. Täten on huomattava tarve saada aikaan sellainen kaasun, etenkin maakaasun, monitorointimenetelmä ja laite, joka voisi antaa hälytyksen kaasun laadun merkittävästä muutoksesta, jolloin tarvittaessa voitaisiin suorittaa tarkempi kaasun koostumuksen analysointi kromatografialla. Kaasun koostumuksen monitorointi on myös tarpeellista kaasun polttoarvon määrittämiseksi laskutusta varten.

Tiedetään, että äänennopeus kaasussa riippuu lähinnä kaasun koostumuksesta ja lämpötilasta. Koostumus vaikuttaa äänennopeuteen lähinnä keskimääräisen molekyyli-painon kautta ja jossain määrin myös molekyylien vapausasteiden lukumäärän kautta, eli kuinka monta atomia molekyylissä on.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on aikaansaada uusi edullinen menetelmä ja laite kaasun, etenkin maakaasun, virtauksen monitorointiin, varsinkin kaasun koostumuksen valvontaan.

Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada sellainen menetelmä, jossa kaasun virtausnopeuden lisäksi saadaan tietoa siitä, pysyykö kaasu koostumukseltaan tasalaatuisena vai esiintyykö siinä vaihteluja esim. vieraita kaasuja, kuten maakaasussa vetyä, vesihöyryä tai ilmakehän kaasuja.

5

Keksinnön erityistarkoituksena on aikaansaada sellainen menetelmä, joka on edullisesti liitettävissä kaasun virtausnopeuden mittaukseen, etenkin em. FI-patentissa 76 885 esitettyyn akustiseen kaasujen virtausmittariin, jossa äänen kulkuajat myötä- ja vastavirtaan mitataan korrelaatiotekniikalla, sopivimmin polariteettikorrelaattorilla.

10

Esillä olevaa keksintöä sivuavan tekniikan tason osalta viitataan vielä CH-patenttiin 669 463 ja US-patenttiin 4 596 133, joissa on esitetty lähinnä ultraäänitekniikalla toteutettuja virtaavan kaasun monitorointiin soveltuvia laitteita, joissa kuitenkin olennaisena erona esillä olevaan keksintöömme nähden on se, että viitepatenteissa akustinen energia on järjestetty kulkemaan virtausputken poikki viistosti määrättyä reittiä, jolloin äänen aallonpituuden on oltava olennaisesti mittausputken halkaisijaa pienempi. Lisäerona keksintömmme laitteisiin nähden em. viitepatenteissa on myös se, että niissä samat anturit toimivat, kuten ultraäänitekniikassa yleensä, monitorointiäänien sekä lähettiminä että vastaanottiminä.

20

Edellä esitettyihin ja myöhemmin selviäviin päämääriin pääsemiseksi keksinnön menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että menetelmässä mainittujen akustisten värähtelyjen taajuus valitaan tietyn rajataajuuden alapuolelta niin, että monitorointiääni liikkuu mittausputken aksiaalisuunnassa tasoaltomoodissa, että monitorointiäänien kulkuajat havaitaan mittausputken aksiaalisuuntaisella mittausvälillä, joka mitoitetaan olennaisesti suuremmaksi kuin mittausputken keskimääräinen halkaisija ja että mainitun äänennopeuden tai sitä kuvaavan suureen poiketessa oletusarvoalueeltaan annetaan hälytys- tai muu ohjaussignaali.

25

Keksinnön mukaiselle laitteelle on puolestaan pääasiallisesti tunnusomaista se, että laite käsittää yksiköt, joilla määrätään sekä kaasun virtausnopeus että äänennopeus

30

kaasuvirtauksessa ja että laite käsittää hälytysyksikön, joka on sovitettu antamaan hälytys silloin kun havaittu äänennopeus tai sitä kuvaava suure ylittää tai alittaa tietyt asetetut raja-arvot.

- 5 Keksinnön edullisimmassa sovellusmuodossa samoilla laitteilla mitataan akustisesti sekä kaasun virtausnopeus että äänen virtausnopeus kaasussa. Lisäksi on edullista mitata myös kaasun lämpötila ja eräissä tapauksissa myös paine. Lämpötilan mittauksen perusteella voidaan havaittu äänennopeus redusoida asetettuun referenssilämpötilaan. Tämän redusoidun äänennopeuden monitoroinnin perusteella annetaan hälytys tai muu ohjaussignaali. Täten saadaan seurattua kaasun koostumusta, joka vaikuttaa äänennopeuteen lähinnä keskimääräisen molekyylipainon kautta ja jossain määrin myös molekyylien vapausasteiden lukumäärän kautta. Äänennopeuden sallittu vaihteluväli voidaan määrätä kokemukseräisesti ja tarvittaessa kromatograafisesti suoritettavilla vertailumittauksilla. Äänennopeuden ilman hälytystä sallitun vaihteluvälin keskiarvo voi kuvata esim. keskimääräistä tai ideaalista kaasun laatua.

Tässä yhteydessä todettakoon, että edellä ja seuraavassa kaasulla tarkoitetaan myös eri kaasuista koostuvaa kaasuseosta.

- 20 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisen piirustuksen kuviossa esitettyyn keksinnön eräeseen sovellusesimerkkiin, jonka yksityiskohtiin keksintö ei ole mitenkään ahtaasti rajoitettu.

- 25 Kuvio esittää keksinnön mukaista kaasun virtauksen monitorointilaitetta kaaviollisesti pääasiallisesti lohkokaaavana.

- Kuvion mukaisesti akustisesti monitoroidaan mittausputkessa 10 kulkevaa kaasuvirtausta. Tyypillisesti valvottavana kaasuna on maakaasu. Mittausputkeen 10 lähetetään kaiuttimilla 13a ja 13b myötä- ja vastavirtaan äänisignaaleja, jotka vastaanotetaan kaiuttimien 30 13a ja 13b väliin sijoitetuilla mikrofoneilla 14a ja 14b, joiden keskinäinen väli L on

monitoroinnissa olennainen. Mittausputken 10 halkaisija D ja mittausväli L valitaan esim. niin, että $L \approx 10D$.

Keksintöön liittyvän mittaustekniikan kannalta keskeisin fysikaalinen havainto on, että
 5 jäykkäseinäisessä putkessa 10 voi tietyn, putken 10 mitoista riippuvan rajataajuuden alapuolella edetä vain n.k. tasoalto- eli mäntämoodi, jonka etenemisnopeus ei riipu väliaineen, sen lämpötilan tai virtausnopeuden paikallisista vaihteluista, vaan ainoastaan mittausvälillä vallitsevista keskimääräisistä arvoista, (B. Robertson "Effect of arbitrary temperature and flow profiles on the speed of sound in a pipe" J. Acoust. Soc. Am.,
 10 Vol 62, No 4, p. 813-818, October 1977 ja B. Robertson "Flow and temperature profile independence of flow measurements using long acoustic waves" Transactions of the ASME, Vol. 106, p. 18-20, March 1984), mikä mahdollistaa tarkan profiiliriippumattoman virtausmittauksen. Ympyräpoikkipintaiselle putkelle mainittu rajataajuus f_c voidaan laskea kaavasta

$$f_c = c / (1.7 * D) , \quad (1)$$

15

missä c on äänen etenemisnopeus putken täyttävässä väliaineessa ja D on putken 10 halkaisija.

20 Seuraavassa esitetään keksinnön mukaisessa virtausmonitoroinnissa käytettävät tärkeimmät laskentakaavat.

$$\text{Äänennopeus [m/s]} \quad c = 0.5 * L * (t_1^{-1} + t_2^{-1}) \quad (2)$$

$$\text{Lämpötilareduoitu äänennopeus [m/s]} \quad c_0 = c * \sqrt{(T_0 / T)} \quad (3)$$

$$\text{Virtausnopeus [m/s]} \quad v = 0.5 * L * (t_1^{-1} - t_2^{-1}) \quad (4)$$

$$\text{Tilavuusvirtaus [m}^3\text{/s]} \quad Q = v * A \quad (5)$$

$$\text{Massavirtaus [kg/s]} \quad M = Q * \rho \quad (6)$$

5

v = keskimääräinen virtausnopeus

L = mikrofonien 14a ja 14b välinen etäisyys

t_1 = äänen kuluaika myötävirtaan

t_2 = äänen kuluaika vastavirtaan

10 T_0 = referenssilämpötila, johon äänennopeus c_0 on reducedu

T = kaasun lämpötila mittausputkessa 10

Q = tilavuusvirtaus

A = putken 10 poikkipinta-ala

M = massavirtaus

15 ρ = kaasun tiheys

Kuvion mukaisesti kaiuttimia 13a ja 13b syötetään vuoronperään pyyhkäisygeneraattorista 12 saaduilla sähkösignaaleilla. Kaiuttimen 13a ja 13b syötön vuorottelua ohjataan taajuuspyyhkäisyn ohjausyksikön 11 ohjaamalla kytkimellä 18. Akustisen mittausjärjestelmän vastaanottopuoli käsittää edellä mainitut mittausvälin L päässä toisistaan
20 olevat mikrofonit 14a ja 14b, joiden lähtösignaali syötetään vahvistimien 16a ja 16b välityksellä tässä keksinnössä olennaisina komponentteina oleviin pyyhkäistäviin suodattimiin 17a ja 17b, joiden pyyhkäisykaistaa ohjaa taajuuspyyhkäisyn ohjausyksikkö 11. Mainitut pyyhkäistävät suodattimet 17a ja 17b on yhdistetty polariteetikorrelaatio-
25 riin 15.

Kuvion mukaisesti mittausputkeen 10 on sijoitettu kaasun lämpötilan T mittausanturi 19 ja kaasun paineen p mittausanturi 21. Antureista 19 ja 21 ohjataan mittaustieto laskentayksikköön 20, johon siirretään myös polariteettikorrelaattorilta 15 tiedot äänen kulkuajoista t_1 myötävirtaan ja äänen kulkuajoista t_2 vastavirtaan. Yksikössä 20

5 suoritetaan edellä esitetyn kaavan (2) perusteella monitoroitavassa kaasussa vallitsevan äänennopeuden c laskenta sekä kaavan (4) perusteella kaasun virtausnopeuden v laskenta. Yksiköltä 20 siirretään virtausnopeus v laskenta- ja/tai näyttöyksikölle 22, jossa virtausnopeus v näytetään ja tarvittaessa rekisteröidään esim. piirturilla ja tarvittaessa lasketaan em. kaavojen (5) ja (6) perusteella tilavuusvirtaus Q ja/tai massa-

10 virtaus M , jotka myös voidaan näyttää ja/tai rekisteröidä yksiköllä 22. Edellä kuvattuun virtausnopeuden v ja siitä johdettavien suureiden Q ja M monitorointiin on tässä keksinnössä liitetty putkessa 10 virtaavan kaasun koostumuksen monitorointi.

Koska äänennopeus kaasussa riippuu lähinnä lämpötilasta ja kaasun koostumuksesta,

15 joka vaikuttaa äänennopeuteen lähinnä keskimääräisen molekyylipainon kautta ja jossain määrin myös molekyylien vapausasteiden lukumäärän kautta, kuvaa äänennopeus kaasussa myös sen koostumusta ja ainakin koostumuksen sellaisia huomattavia muutoksia, joita tällä keksinnöllä on tarkoitus monitoroida.

20 Yksikössä 20 lasketaan edellä esitetyn kaavan (2) perusteella äänennopeus c kulkuajoja t_1 ja t_2 käyttäen. Kun lisäksi yksikölle 20 tuodaan anturilta 19 tieto virtaavan kaasun lämpötilasta T , voidaan edellä esitetyn kaavan (3) $c_0 = c \cdot \sqrt{T_0/T}$ perusteella määrätä järjestelmälle annettuun referenssilämpötilaan T_0 redusoitu äänennopeus c_0 . Yksiköltä 20 redusoitu äänennopeus c_0 johdetaan yksikölle 23. Yksikkö 23 toimii

25 vertailu- ja hälytysyksikkönä, joka antaa hälytyksen silloin, kun redusoitu äänennopeus c_0 ylittää tai alittaa annetut raja-arvot c_1 ja c_2 . Mainitut raja-arvot c_1 ja c_2 voidaan järjestää aseteltaviksi ja yksikköön 23 syötettäviksi. Kun redusoitu äänennopeus c_0 pysyy annettujen rajojen c_1 ja c_2 sisällä, järjestelmä pitää kaasun koostumusta riittävän tasalaatuisena. Kun monitorointijärjestelmän havaitsema redusoitu äänennopeus c_0 ylittää em. ylärajan c_1 tai alittaa em. alarajan c_2 , antaa järjestelmä sopivan

30 hälytyssignaalin. Vaihtoehtoisesti mainitut rajat C_1 ja C_2 voidaan järjestää lämpötila-

riippuviksi edellä esitettyä redusointia vastaavalla tavalla. Hälytys aktivoi kaasun koostumuksen tarkemman määrittämisen esim. kromatografisesti. Jos kaasun lämpötila pysyy riittävässä määrin vakiollisena, ei sen mittaus aina ole tarpeellista, joten edellä esitettyä äänennopeuden lämpötilareduointia ei ole välttämätöntä tehdä. Yleensä
5 kuitenkin lämpötilan mittaus ja sen perusteella tehtävä äänennopeuden redusointi on keksinnössä tarpeellista.

On korostettava, että edellä esitetty monitorointi äänen kulkuajien t_1 ja t_2 määrittä- mistapa on vain eräs esimerkki, johon keksintöä ei ole rajoitettu. Keksinnössä voidaan
10 soveltaa niitä akustisen virtausmittauksen eri yksityiskohtia, joita on tarkemmin selostettu em. FI-patentissa 76 885 sekä hakijan FI-patenttihakemuksessa 916102.

Oheisen kuvion lohkoakaaviosta todetaan vielä, että eri lohkoiksi esitetyt yksiköt voivat käytännön laitteissa fyysisesti sijaita eri tavalla jaettuina. Myös kuviosta poikkeava
15 lohkojen toiminnallinen jako on mahdollinen.

Seuraavassa esitetään patenttivaatimukset, joiden määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa keksinnön eri yksityiskohdat voivat vaihdella ja poiketa edellä vain esimerkinomaisesti esitetystä.
20

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä virtaavan kaasun koostumuksen monitoroimiseksi, jossa menetelmässä kaasuvirtausputkeen (10) kohdistetaan myötä- ja vastavirtaan akustisia värähtelyjä ja
5 havaitaan monitorointiäänien kulkuajat (t_1, t_2) myötä- ja vastavirtaan ja mainittujen kulkuajien (t_1, t_2) perusteella määritetään äänennopeus (c) tai sitä kuvaava suure, joka nopeus (c) tai suure on riippuvainen lähinnä monitoroitavan kaasun keskimääräisestä molekyylipainosta, $t u n n e t t u$ siitä, että menetelmässä mainittujen akustisten värähtelyjen taajuus valitaan tietyn rajataajuuden (f_c) alapuolelta niin, että monitorointi-
10 ääni liikkuu mittausputken aksiaalisuunnassa tasoaltomoodissa, että monitorointiäänien kulkuajat (t_1, t_2) havaitaan mittausputken aksiaalisuuntaisella mittausvälillä (L), joka mitoitetaan olennaisesti suuremmaksi kuin mittausputken keskimääräinen halkaisija (D) ja että mainitun äänennopeuden (c) tai sitä kuvaavan suureen poiketessa oletusarvoalueeltaan (c_1-c_2) annetaan hälytys- tai muu ohjaussignaali.
- 15
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, $t u n n e t t u$ siitä, että menetelmässä mittausputkena käytetään pääasiallisesti ympyräpoikkipintaista kaasuvirtausputkea (10) ja että monitorointiäänien ylärajataajuus f_c valitaan $f_c = c/(1.7 * D)$, missä c on äänen etenemisnopeus kaasuvirtausputken (10) täyttävässä väliaineessa ja D on
20 mainitun kaasuvirtausputken (10) halkaisija.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, $t u n n e t t u$ siitä, että monitorointiäänien myötä- ja vastavirtaisten monitorointiäänien kulkuajien (t_1, t_2) kaasuvirtausputken (10) aksiaalisuuntainen mittausväli L valitaan siten, että $L \approx 10 D$.
- 25
4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, $t u n n e t t u$ siitä, että menetelmässä mitataan virtaavan kaasun lämpötilaa (T), että mainitun lämpötilamittauksen perusteella määrätään tiettyyn referenssilämpötilaan T_0 redusoitu äänennopeus ideaalikaasulle pätevistä kaavasta $c_0 = c * \sqrt{T_0/T}$, missä T = kaasun absoluuttinen mitattu lämpötila, T_0 = valittu absoluuttinen referenssilämpötila, c = mitattu
30 äänennopeus ja c_0 = referenssilämpötilan redusoitu äänennopeus tai käyttäen

vastaavaa realistisempaa kaavaa ja että mainitun redusoidun lämpötilan (c_0) poiketessa oletusalueeltaan (c_1 - c_2) annetaan hälytys- tai ohjaussignaali.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että
 5 menetelmässä mitataan mainittujen kulkuajkojen (t_1, t_2) perusteella virtaavan kaasun nopeus (v) tunnettua laskukaavaa (4) käyttäen ja/tai em. virtausnopeusmittauksen perusteella tilavuusvirtaus (Q) ja/tai massavirtaus (M) tunnettujen laskukaavojen (5), (6) perusteella.
- 10 6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että menetelmässä mitataan myös virtaavan kaasun paine (p).
7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että
 15 menetelmässä pääasiallisesti samoilla laitteilla monitoroidaan sekä kaasun koostumuksen tasaisuutta että mitataan sen virtausnopeutta (v) ja/tai siitä johdettavia suureita (Q, M), että menetelmässä mittausputkeen (10) lähetetään pitkäaaltoista ääntä ja kahdella määrätäisyydellä (L) toisistaan mittausputken (10) yhteydessä sijaitsevalla
 20 ääni-ilmaisimella (14a, 14b) havaitaan kaasuvirtauksessa myötä- ja vastavirtaan kulkevat äänisignaalit, joiden polariteettikorrelointia (15; 15₁, 15₂) hyväksikäyttäen määrätään mittausputkessa (10) virtaavan kaasun sekä virtausnopeus (v) että äänennopeus (c) tunnetuilla laskukaavoilla (2) ja (4) ja että mittausputkeen (10) lähetettävän äänen taajuutta pyyhkäistään tietyn minimi- ja maksimitaajuuden (f_{\min} - f_{\max}) välillä, että molemmilta ääni-ilmaisimilta (14a, 14b) tulevat mittaussignaalit ($f_1(t)$, $f_2(t)$) johdetaan kapeakaistaiselle suodattimelle (17a, 17b) tai suodatinjärjestelmälle, että mainittujen
 25 suodattimien (17) läpäisykaistaa pyyhkäistään äänilähetteen taajuuspyyhkäisyn kanssa synkronisesti ja että taajuuspyyhkäisyn kesto ja mainittujen suodattimien (17) päästökaistan leveys on siten valittu, että kummankin ääni-ilmaisimen (14a, 14b) havaitsema mittaussignaali pääsee mittaussekvenssietkellä olennaisesti vaimentumatta suodattimien (17) läpi sekä siten, että suodattimien (17) keskitaajuudesta olennaisesti poikkeavat
 30 häiriötaajuudet merkittävästi vaimentuvat.

8. Laite kaasun, etenkin maakaasun, virtauksen koostumuksen monitoroinnissa jonkin patenttivaatimuksen 1-7 mukaisella menetelmällä, joka laite käsittää mittausputken (10), jossa mitattava kaasuvirtaus kulkee, ja audiotaajuisten äänisignaalien lähettiminä kaiuttimet (13a,13b) ja äänen ilmaisimina mikrofonit (14a,14b), jotka on sijoitettu mittausputken (10) yhteyteen mainittujen kaiuttimien (13a,13b) välille tietylle tunnetulle mittausputken aksiaalisuuntaiselle keskinäiselle etäisyydelle (L), joka on kertaluokkaa suurempi kuin keskimääräinen mittausputken (10) halkaisija (D), t u n n e t t u siitä, että laite käsittää yksiköt (20,22,23), joilla määrätään sekä kaasun virtausnopeus (v) että äänennopeus (c) kaasuvirtauksessa ja että laite käsittää hälytysyksikön (23), joka on sovitettu antamaan hälytys silloin kun havaittu äänennopeus (c) tai sitä kuvaava suure ylittää tai alittaa tietyt asetetut raja-arvot (c_1, c_2).

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että laite käsittää mittausputken (10) sovitetun lämpötila-anturin (19), josta on johdettavissa lämpötilamittaussignaali (T) laitteen laskentayksikölle (20), jolla on määrättävissä tiettyyn asetettuun referenssilämpötilaan (T_0) redusoitu äänennopeus (c_0) tunnettua laskukaavaa (3) käyttäen ja että laite käsittää yksikön (23), joka on sovitettu antamaan hälytyksen tai ohjaussignaalin kun mainittu redusoitu äänennopeus (c_0) poikkeaa oletusarvoalueeltaan (c_1-c_2).

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että laite käsittää taajuuspyyhkäistyn signaaligeneraattorin (12) tai -generaattorit (12a,12b), jolla/joilla syötetään taajuuspyyhkäistyt sähkösignaalit mainituille kaiuttimille (13a,13b), ja joka laite käsittää polariteettikorrelaattorin (15;15₁,15₂), johon syötetään mainituista mikrofoneista (14a,14b) saadut signaalit, että laite käsittää kaksi taajuuspyyhkäistystä suodatinta (17a,17b) tai vastaavan suodatinjärjestelmän, joiden/jonka kautta mainituista mikrofoneista (14a,14b) tulevat signaalit syötetään mainitulle polariteettikorrelaattorille (15) ja että laite käsittää taajuuspyyhkäisyn ohjauksen (11), jolla taajuuspyyhkäisyssignaalin generaattorin (12) taajuutta ja mainittujen kapeakaistaisten suodattimien (17) taajuuspyyhkäisyä ohjataan keskenään synkronisesti.

11. Jonkin patenttivaatimuksen 8-10 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että mittausputkeen on sijoitettu virtaavan kaasun paineanturi (21), joka antaa paineenmittaussignaalin laitteen laskentayksikölle (20).
- 5 12. Jonkin patenttivaatimuksen 8-11 mukainen maakaasun monitorointilaite, t u n n e t t u siitä, että laite on sovitettu antamaan käynnistysimpulssi maakaasun koostumuksen tarkemmalle kromatografiselle määrittämiselle.

Patentkrav

1. Förfarande för monitorering av sammansättningen på en strömmande gas, vid vilket förfarande man riktar akustiska vibrationer mot gasströmningsröret (10), med- och motströms, och observerar löptiderna (t_1, t_2) av monitoringsljudet med- och motströms, och på basen av nämnda löptider (t_1, t_2) bestäms ljudhastigheten (c) eller en storhet som beskriver denna, vilken hastighet (c) eller storhet främst är beroende av den genomsnittliga molekylvikten på gasen som skall monitoreras, k ä n n e t e c k n a t därav, att frekvensen på nämnda akustiska vibrationer väljs vid förfarandet nedan om en given gränshastighet (f_c) så att monitoringsljudet rör sig i en planvågsmod i axialriktningen av mätröret, att löptiderna (t_1, t_2) av monitoringsljudet observeras på ett axialriktat mätområde (L) av mätröret, vilket dimensioneras att vara väsentligen större än den genomsnittliga diametern (D) av mätröret och att då nämnda ljudhastighet (c) eller storheten som beskriver denna avviker från området ($c_1 - c_2$) av det antagna värdet ges en alarm- eller annan styrsignal.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet använder sig av ett gasströmningsrör (10) med i huvudsak cirkulär tväryta som mätrör och att den övre gränshastigheten f_c av monitoringsljudet väljs $f_c = c / (1.7 * D)$, där c är framskridningshastigheten av ljudet i mediet som fyller gasströmningsröret (10) och D är diametern på nämnda gasströmningsrör (10).
3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att det axialriktade mätområdet L av gasströmningsröret (10) av de med- och motströmsriktade löptiderna (t_1, t_2) av monitoringsljudet väljs på sådant sätt, att $L \approx 10 D$.
4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet mäter temperaturen (T) på den strömmande gasen, att man på basen av nämnda temperaturmätning bestämmer ljudhastigheten som reducerats till en given referenstemperatur T_0 från ekvationen $c_0 = c * \sqrt{T_0 / T}$ som gäller för idealgaser, där T = den absoluta mätta temperaturen på gasen, T_0 = den valda absoluta referenstem-

peraturen, c = den mätta ljudhastigheten och c_0 = den reducerade ljudhastigheten vid referenstemperaturen eller genom att använda sig av en motsvarande, mera realistisk formel och att då nämnda reducerade temperatur (c_0) avviker från det antagna området (c_1 - c_2) ges en alarm- eller styrsignal.

5

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet på basen av nämnda löptider (t_1, t_2) mäter hastigheten (v) på den strömmande gasen genom att använda sig av en känd räkneformel (4) och/eller att man på basen av ovannämnda strömningshastighetsmätning mäter volymströmmen (Q) och/eller massaströmmen (M) på basen av kända räkneformler (5), (6).

10

6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet också mäter trycket (p) på den strömmande gasen.

15

7. Förfarande enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k n a t därav, att man vid förfarandet i huvudsak med samma anordningar monitorerar både jämnheten på gasens sammansättning och mäter dess strömningshastighet (v) och/eller storheter (Q, M) som härleds från denna, att man vid förfarandet sänder långvägigt ljud till mättröret (10) och med två ljuddetektorer (14a, 14b) som är belägna i samband med mättröret (10) på ett givet avstånd (L) från varandra observerar ljudsignalerna som i gasströmmen löpt med- och motströms, varvid man genom att utnyttja deras polaritetskorrelation ($15; 15_1, 15_2$) bestämmer både strömningshastigheten (v) och ljudhastigheten (c) på den strömmande gasen i mättröret (10) med kända räkneformler (2) och (4) och att frekvensen på ljudet som sänds till mättröret avsöks mellan en given minimi- och en given maximifrekvens ($f_{\min} - f_{\max}$), att mätsignalerna ($f_1(t), f_2(t)$) som kommer från de bägge ljuddetektorerna (14a, 14b) leds till ett selektivfilter (17a, 17b) eller ett filtersystem, att genomsläppningsfältet på nämnda filter (17) avsöks synkronistiskt med frekvensavsökningen på ljudavsändningen och att tidsutsträckningen på frekvensavsökningen och bredden på utsläppsfältet av nämnda filter (17) är sålunda valda, att mätsignalen som observerats av de bägge ljuddetektorerna (14a, 14b) kommer vid mätsekvensstunden väsentligen utan att dämpas genom sitt filter (17) samt på sådant

20

25

30

sätt, att de störningsfrekvenser som väsentligen avviker från medelfrekvensen av filtren (17) dämpas avsevärt.

8. Anordning vid monitorering av en gasströmsammansättning, speciellt en ström av
5 jordgas med ett förfarande enligt något av patentkraven 1-7, vilken anordning
innefattar ett mätrör (10), där gasströmmen som skall mätas löper och högtalare
(13a,13b) som avsändare för ljudsignalerna av audiefrekvens och mikrofoner (14a,14b)
som ljuddetektorer, vilka är placerade i samband med mätröret (10) på ett givet känt
10 inbördes avstånd (L) mellan nämnda högtalare (13a,13b) i axialriktningen av mätröret,
vilket avstånd är en storleksklass större än den genomsnittliga diametern (D) av
mätröret (10), k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar enheter
(20,22,23), med vilka man bestämmer både gasens strömningshastighet (v) och
ljudhastigheten (c) i en gasström och att anordningen innefattar en alarmerhet (23), som
15 anordnad att ge alarm då den observerade ljudhastigheten (c) eller en storhet som
beskriver denna överskrider eller underskrider de givna inställda gränsvärdena (c_1, c_2).

9. Anordning enligt patentkrav 8, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen
innefattar en anordnad temperaturgivare (19) i mätröret (10), från vilken man kan leda
en temperaturmätningssignal (T) till anordningens räkneenhet (20), med vilken man kan
20 bestämma ljudhastigheten (c_0) som reducerats till en given inställd referenstemperatur
(T_0) genom att använda sig av en känd räkneformel (3) och att anordningen innefattar
en enhet (23), som är anordnad att ge alarm eller en styrsignal då nämnda reducerade
ljudhastighet (c_0) avviker från området för det antagna värdet (c_1-c_2).

25 10. Anordning enligt patentkrav 8 eller 9, k ä n n e t e c k n a d därav, att anord-
ningen innefattar en frekvensavsökt signalgenerator (12) eller -generatorer (12a,12b),
med vilken/vilka man matar det frekvensavsökta elektriska signalerna till nämnda
högtalare (13a,13b) och vilken anordning innefattar en polaritetskorrelator (15;15₁,15₂),
till vilken man matar signalerna som erhållits från nämnda mikrofoner (14a,14b), att
30 anordningen innefattar två frekvensavsökta filter (17a,17b) eller motsvarande filtersys-
tem, via vilka/vilket signalerna som kommer från nämnda mikrofoner (14a,14b) matas

till nämnda polaritetskorrelator (15) och att anordningen innefattar en frekvensavsökt styrning (11), med vilken frekvensen på frekvensavsökningssignalgeneratoren (12) och frekvensavsökningen av nämnda selektiv filter (17) styrs sinsemellan synkronistiskt.

5 11. Anordning enligt något av patentkraven 8-10, k ä n n e t e c k n a d därav, att tryckgivaren (21) för den strömmande gasen är placerad i mätröret, vilken tryckgivare ger en tryckmätningssignal till anordningens räkneenhet (20).

10 12. Moniteringsanordning för jordgas enligt något av patentkraven 8-11, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen är anordnad att ge ett startimpuls för en mera exakt kromatografisk bestämning av sammansättningen på jordgasen.

