

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 954247 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **954247**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**B01D 53/50
B01D 53/68
B01D115:34**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **04.03.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **11.09.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **11.09.1995**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **04.03.1994 PCT/SE1994/000183**
Internationell ansökan - International
application

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

12.03.1993 SE 9300818

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • ABB Fläkt AB, Sickla Allé 13, 120 86 Stockholm, SVERIGE, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Carlsson, Kurt, Sverige, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä ja laitteisto savukaasun puhdistamiseksi

Förfarande och anordning för rening av rökgas

Menetelmä ja laitteisto savukaasun puhdistamiseksi

Tämä keksintö koskee menetelmää ja laitteistoa vetykloridia ja rikkidioksidia sisältävän savukaasuvirran puhdistamiseksi.

Viime vuosina on savukaasun puhdistukselle asetettu yhä suurempia vaatimuksia, niin että savukaasun puhdistus ei nykyisin sisällä vain pölyn, kuten lentotuhkan, erottamista esimerkiksi sähkösuodattimen avulla vaan myös esimerkiksi jätteenpoltossa syntyvissä savukaasuissa esiintyvien kaasumaisten epäpuhtauksien, kuten rikkidioksidin ja vetykloridin, erottamisen. Rikkidioksidi voidaan erottaa märkäpuhdistuksella, esimerkiksi pesurissa, jossa savukaasuvirta saatetaan kosketukseen rikkidioksidia absorboivan emäksisen vesipitoisen liuoksen kanssa. Myös vetykloridi voidaan poistaa märkäpuhdistuksella pesurissa, jossa savukaasuvirta saatetaan kosketukseen vetykloridia absorboivan vesipitoisen liuoksen kanssa. Vetykloridin ja rikkidioksidin erotus tehdään usein yhdistetyssä märkäpuhdistimessa, missä tapauksessa vetykloridi absorboidaan ensimmäisessä vaiheessa ja rikkidioksidi toisessa vaiheessa. Tällaisesta yhdistetystä märkäpuhdistimesta poistuvat savukaasut ovat suurin piirtein vapaita kiinteistä hiukkasista, vetykloridista ja rikkidioksidista, ja niitä on tähän asti pidetty riittävän puhtaina päästettäväksi ilmakehään. Ympäristönormien tiukentuessa, mm. typen oksidien (NO_x) poiston suhteen, täytyy mainitunlaiset savukaasut jatkopuhdistaa, ja mahdollisesti jäljellä olevat raskasmetalli- ja rikkidioksidijäännökset tulisi poistaa mahdollisimman suurelta osin. Niinpä poistettaessa typen oksideja katalyyttisesti savukaasuista on huomattavana etu, jos sisään tulevat savukaasut sisältävät korkeintaan 5 mg rikkidioksidia ja 0,1 mg rikkitrioksidia normaalikuutiometriä [m^3 (NTP)] kohden.

Savukaasujen tällaisen lisäpuhdistuksen aikaansaamiseksi tavanomaisen märkäpuhdistuksen jälkeen injektoidaan savukaasuihin märkäpuhdistuksen jälkeen kalkkia, edullisesti yhdessä aktiivihillen kanssa, reagoimaan mahdollisesti jäljellä olevien epäpuhtauksien kanssa, minkä jälkeen tuloksena oleva tuote kerätään suodattimelle. Savukaasuvirtaan injektoitava kalkki on tavallisesti jauhe-
 5 muodossa, mutta se voi olla myös kalkin vesiliete. Tällainen kalkkiliete jakautuu hienojakoiseksi injektoidaessa se savukaasuvirtaan, ja lietteessä oleva vesi haihtuu joutuessaan kosketukseen kuumen savukaasuvirran kanssa. Tuloksena olevat kalkkihiukkaset reagoivat savukaasuvirrassa olevien epäpuhtauksien, edullisesti rikkidioksidin, kanssa ja ne kerätään sitten suodattimelle. Voidaan käyttää pussisuo-
 10 datinta, jossa on tekstiilimateriaalista valmistettuja suodatinpusseja järjestettyinä suodatuskammioon. Injektoitu kalkki, edullisesti yhdistettynä aktiivihilleen, kerääntyy sitten suodatinpusseille, ja puhdistettu savukaasu poistuu pussisuo-
 15 dattimesta. Suodatinpusseilla oleva kalkkipitoinen kerrostuma voi reagoida savukaasuissa olevien muiden epäpuhtauksien, kuten rikkidioksidin, kanssa, ennen kuin se lopulta poistetaan suodatinpusseista ja kerätään suodatuskammion pohjalle poistettavaksi jätteenä.

Yhtä esimerkkiä edellä kuvattua tekniikan tasoa vastaavasta menetelmästä kuvataan julkaisussa Retrofitting Waste Incineration Plant - Below Detectability Limits, Warner Bulletin, 1. helmikuuta 1993.

Lisäksi on tunnettua, esimerkiksi artikkelista Hans T. Karlsson, Jonas Klingspor, Marita Linné ja Ingemar Bjerle, Activated Wet-Dry Scrubbing of SO₂, Journal of the
 30 Air Pollution Control Association 33, nro 1 (tammikuu 1983) 23 - 28, että rikkidioksidin erottamista kalkin avulla suodattimessa edellä kuvatulla tavalla helpottaa huomattavasti kalsiumkloridin (CaCl₂) läsnäolo. Kalsiumkloridin poissa ollessa savukaasut joudutaan saattamaan kos-
 35

ketukseen suuremman kalkkimäärän kanssa, ts. on injektoitava enemmän kalkkia, mihin liittyy kustannusten nousu. Kalkinkulutuksen kasvu merkitsee luonnollisesti sitä, että pussisuodatin tuottaa suuremman määrän käytettyä kalkkia
 5 poistettavaksi jätteenä, mikä on epäkohta. Tämän epäkohdan korjaamiseksi on toivottavaa, että rikkidioksidin erotus kalkin avulla suodattimessa tapahtuu kalsiumkloridin läsnä ollessa.

Tämän keksinnön päämääränä on korjata edellä mainittu epäkohta mahdollistaen samalla rikkidioksidin erotus
 10 savukaasuista kalkin avulla märkäpuhdistuksen jälkeen kalsiumkloridin läsnä ollessa. Edellä mainittu epäkohta korjataan ja keksinnön päämäärä saavutetaan johtamalla osa vetykloridia sisältävästä savukaasuvirrasta vetykloridin
 15 erotukseen käytettävän märkäpuhdistuksen ohi ja liitetään se savukaasuihin märkäpuhdistuksen jälkeen mutta ennen kalkin suodattamista.

Keksinnön muut tunnusmerkilliset piirteet käyvät ilmi liitteenä olevista patenttivaatimuksista.

Tulisi panna merkille, että GB-patenttijulkaisussa
 20 2 078 702 esitetään savukaasujen puhdistus suihkukuivausabsorptiolla, jonka yhteydessä tehdään kalkin injektointi samoin kuin sitä seuraava suodatus suodatuskammiossa ja johdetaan osa savukaasusta suihkukuivausabsorptiovaiheen
 25 ohi ja yhdessä osan kanssa suihkukuivausabsorptiovaiheessa käsitelystä savukaasusta suodatuskammion erityisvyöhykkeen kautta. Loppuosa suihkukuivausabsorptiovaiheessa käsitelystä savukaasusta johdetaan suodatuskammion loppuosan läpi, ja nämä kaksi kaasuvirtaa liittyvät yhteen suodatuskammion jälkeen. Tällaisen ohituksen tarkoituksena on
 30 savukaasujen uudelleenkuumennus.

Asian selkeyttämiseksi keksintöä kuvataan seuraavassa viitaten liitteenä olevaan piirustukseen, joka valaisee kaaviomaisesti keksinnön mukaisen laitteiston yhtä
 35 edullista suoritusmuotoa.

Savukaasuja, jotka sisältävät mm. vetykloridia ja rikkidioksidia, syntyy esimerkiksi jätteenpolttoon tarkoitettussa uunissa 1. Savukaasut johdetaan kanavan 2 kautta pölynerottimeen 3, esimerkiksi sähkösuodattimeen, hiukkas-

5 maisen materiaalin, kuten lentotuhkan, erottamiseksi. Sitten savukaasut johdetaan kanavan 4 kautta märkäpuhdistimeen 5 vetykloridin ja edullisesti myös rikkidioksidin erottamiseksi. Siten puhdistetut savukaasut poistuvat märkäpuhdistimesta 5 ulosmenokanavan 6 kautta. Poistuessaan

10 savukaasuilla on pääosin suhteellisen alhainen lämpötila, kuten 50 - 80 °C, ja myöhempien laitteiden korroosion välttämiseksi laitteisto varustetaan edullisesti kuumentusvälineillä 7, kuten lämmönvaihtimella, poistuvien savukaasujen lämpötilan nostamiseksi alueelle 80 - 120 °C. Kun

15 savukaasut on märkäpuhdistettu ja edullisesti myös kuumentettu, ne johdetaan kanavaa 8 pitkin kalkininjektointiasemalle 9. Tässä käytettynä termin "kalkki" ("lime") piiriin on tarkoitettu kuuluviksi kalkkikivi (CaCO_3) samoin kuin poltettu kalkki (CaO) ja sammutettu kalkki [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]. Ase-

20 malle 9 syötetään kanavaa 11 pitkin kalkkia varastosta 10. Kalkki yhdistetään edullisesti varastosta 12 tulevaan aktiivihiiileen. Kuten aiemmin mainittiin, kalkki syötetään savukaasuihin jauhemuodossa tai haluttaessa vesipitoisena lietteenä. Jos tehdään näin, lietteen vesipitoisuus suhteessa savukaasujen lämpötilaan on sellainen, että injektoitaessa hienojakoisen kalkkilietteen vesi haihtuu, jolloin jäljelle jää hiukkasia, jotka liittyvät savukaasuvirtaan ja kerätään suodatinpusseille pussisuodattimessa 13. Kalkkihiukkaset ja muut kiintoainekset erotetaan suodattamalla pussisuodattimessa 13, ja savukaasut poistuvat sitten kanavan 14 kautta.

Rikkidioksidin poistotehon parantamiseksi kalkin injektoinnin yhteydessä rikkidioksidin ja kalkin välisen reaktion tulisi, kuten edellä mainittiin, tapahtua kalsiumkloridin läsnä ollessa. Tämän aikaansaamiseksi osa

35

savukaasuvirrasta johdetaan kanavaa 15 pitkin märkäpuhdistimen sisääntulokanavasta 4 märkäpuhdistimen ohi märkäpuhdistimen ulosmenokanavaan 8 kohtaan, joka on ennen suodatinta 13 ja, piirustuksen valaisemassa edullisessa suorit

5 tusmuodossa, myös ennen kalkininjektointiasemaa 9. Koska osa savukaasuvirrasta johdetaan märkäpuhdistimen 5 ohi, tälle osalle ei tehdä vetykloridin erotusta, joka tapahtuu märkäpuhdistimessa. Seurauksena on, että ohi johdetussa savukaasuvirrassa oleva vetykloridi pääsee reagoimaan in

10 jektoidun kalkin kanssa, jolloin muodostuu kalsiumkloridia, joka puolestaan parantaa rikkidioksidin erotustehoa.

Päämääränä olevan vaikutuksen saavuttamiseksi riittää, että vain pieni osa, edullisesti noin 1 - 8 til-% ja edullisimmin noin 2 - 5 til-% savukaasuvirrasta, johdetaan

15 ohi. Ohi johdetun savukaasun ja märkäpuhdistimen läpi johdetun savukaasun sopivan suhteen aikaansaamiseksi sijoitetaan ohituskanavaan 15 edullisesti säätelyväline 16. Säätelyväline 16 säätelee ohituskanavassa 15 tapahtuvaa virtausta sisääntulokanavassa 4 tapahtuvan savukaasuvirtauksen ja/tai sisääntulokanavassa 4 olevan kaasun vetykloridipitoisuuden mukaan.

20

Edellä kuvatussa ja piirustuksessa valaistussa suoritusmuodossa ohi johdettu savukaasuvirta 15 liittyy märkäpuhdistimen 5 läpi kulkeneeseen savukaasuvirtaan ennen

25 kalkininjektointiasemaa 9. Ohi johdettu savukaasuvirta 15 voi kuitenkin vaihtoehtoisesti liittyä märkäpuhdistimen 5 läpi kulkeneeseen savukaasuvirtaan kalkininjektointiaseman 9 jälkeen sillä edellytyksellä, että tämä tapahtuu ennen suodatinta 13.

30 Keksintöä valaistaan seuraavassa muutamien valaisten esimerkein. Esimerkeissä käytetty laitteisto on edellä kuvattua tyyppiä.

Esimerkki 1

Kotitalousjätteen poltossa syntyi savukaasuja, jotka sisälsivät 900 ± 300 mg HCl:a ja 250 ± 150 mg SO₂:a

35 nm³:ä (NTP) kohden. 95 til-% savukaasuista johdettiin sit-

ten märkäpesurin läpi, joka erotti HCl:a muttei periaatteessa ollenkaan SO₂:a. Märkäpesurin jälkeen savukaasut sisälsivät alle 5 mg HCl:a ja alle 250 mg SO₂:a nm³:ä (NTP) kohden. Loput 5 til-% kokonaissavukaasuvirrasta johdettiin

5 märkäpesurin ohi ja liitettiin märkäpesurista poistuviin savukaasuihin ennen kalkininjektointiasemaa. Kalkininjektointiasemalle johdetut savukaasut sisälsivät noin 50 mg HCl:a ja noin 250 mg SO₂:a nm³:ä (NTP) kohden. Kalkkia injektointiin viisinkertainen määrä stoikiometrisesti tarvittavaan määrään nähden. Kalkin injektoinnin jälkeen savukaasut johdettiin pussisuodattimeen, minkä jälkeen savukaasut sisältävät alle 2,5 mg HCl:a ja alle 25 mg SO₂:a nm³:ä (NTP) kohden. Tämä merkitsee tehoa 95 % HCl:n erotuksessa ja tehoa 90 % SO₂:n erotuksessa. Pussisuodattimeen

10 kerääntyneen pölyn klooripitoisuuden arvioitiin olevan noin 2 - 3 %.

Esimerkki 2

Samat savukaasut kuin esimerkissä 1 johdettiin märkäpesurin läpi, joka ei poistanut pelkästään HCl:a vaan

20 myös SO₂:a. Savukaasut sisälsivät märkäpesurin jälkeen alle 5 mg HCl:a ja alle 50 mg SO₂:a nm³:ä (NTP) kohden. Noin 2 til-% kokonaissavukaasuvirrasta johdettiin märkäpesurin ohi ja liitettiin märkäpesurista poistuviin savukaasuihin ennen kalkininjektointiasemaa. Kalkininjektointiasemalle

25 johdetut savukaasut sisälsivät tällöin noin 20 mg HCl:a ja noin 50 mg SO₂:a nm³:ä (NTP) kohden. Kalkkia injektointiin kymmenkertainen määrä stoikiometrisesti tarvittavaan määrään nähden. Kalkin injektoinnin jälkeen savukaasut johdettiin pussisuodattimeen injektoidun kalkin ja mahdollisesti läsnä olevien muiden kiinteiden epäpuhtauksien erottamiseksi suodattamalla. Pussisuodattimesta poistuvasta savukaasusta analysoitiin HCl ja SO₂ ja havaittiin, että se sisälsi alle 1 mg HCl:a ja alle 5 mg SO₂:a nm³:ä (NTP) kohden, mikä merkitsee, että HCl:n erotusteho oli yli 95 % ja

30 SO₂:n erotusteho yli 90 %. Pussisuodattimeen kerääntyneen pölyn klooripitoisuus oli noin 2 %.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä sellaisen vetykloridia ja rikkidioksidia sisältävän savukaasuvirran puhdistamiseksi, jolle tehdään käsittely märkäpuhdistimessa (5) ja sen jälkeen kalkin injektointi (9) ja suodatus suodattimen (13) läpi, t u n n e t t u siitä, että osa savukaasuvirrasta johdetaan märkäpuhdistimen (5) ohi ja liitetään märkäpuhdistimen (5) läpi kulkevaan osaan savukaasuvirrasta ennen suodatinta (13).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että noin 1 - 8 til-% savukaasuvirrasta johdetaan märkäpuhdistimen (5) ohi.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että noin 2 - 5 til-% savukaasuvirrasta johdetaan märkäpuhdistimen (5) ohi.

4. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että märkäpuhdistimesta (5) poistuva savukaasuvirta kuumennetaan suunnilleen lämpötilaan 80 - 120 °C ennen liittämistään ohi johdettuun savukaasuvirtaan.

5. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kalkki injektoidaan savukaasuvirtaan jauhemuodossa.

6. Minkä tahansa edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että injektoitava kalkki on sammutettua kalkkia $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, poltettua kalkkia (CaO) tai kalsiumkarbonaattia (CaCO_3).

7. Laitteisto vetykloridia ja rikkidioksidia sisältävän savukaasuvirran puhdistamiseksi, joka käsittää sisääntulokanavan (4) savukaasuvirran syöttämiseksi märkäpuhdistimeen (5), ulosmenokanavan (6) savukaasuvirran poistamiseksi märkäpesurista (5), aseman (9) kalkin injektointimiseksi savukaasuvirtaan märkäpesurin (5) jälkeen ja suodattimen (13) kalkin erottamiseksi suodattamalla,

t u n n e t t u siitä, että se käsittää kanavan (15), joka ulottuu märkäpuhdistimen (5) sisääntulokanavasta (4) märkäpuhdistimen (5) ulosmenokanavaan (8) ennen suodatinta (13) sijaitsevaan kohtaan ja jonka kautta osa savukaasuvirrasta johdetaan märkäpuhdistimen (5) ohi.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että ohituskanavassa (15) on väli-
neet (16) kaasuvirtauksen säätelemiseksi.

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että virtauksensäätelyvälineet (16) soveltuvat virtauksen säätelyyn sisääntulokanavassa (4) tapahtuvan savukaasuvirtauksen ja/tai sisääntulokanavassa (4) olevan savukaasun vetykloridipitoisuuden mukaan.

10. Minkä tahansa patenttivaatimuksista 7 - 9 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että märkäpuhdistimen (5) ulosmenokanava (6) on varustettu kuumennusvälineillä (7).

