

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT


(11) 158376 B

(21) Patentansøgning nr.: 3381/86

(51) Int.Cl.⁵ B 01 D 53/34

(22) Indleveringsdag: 16 jul 1986

(41) Alm. tilgængelig: 17 jan 1988

(44) Fremlagt: 14 maj 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(71) Ansøger: A/S *NIRO ATOMIZER; Gladsaxevej 305; 2860 Søborg, DK

(72) Opfinder: Jens Thousig *Møller; DK, Niels *Jacobsen; DK, Kirsten Kragh *Nielsen; DK, Stig *Rasmussen; DK

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Fremgangsmåde til nedbringelse af indholdet af kviksølv damp og/eller dampe af skadelige organiske forbindelser og/eller nitrogenoxider i røggas fra forbrændingsanlæg

(56) Fremdragne publikationer

DE off. g. skrift nr. 3015977, 3235020, 3426059
DE freml. skrift nr. 2139678
NO freml. skrift nr. 125716
US pat. nr. 4273747

(57) Sammendrag:

3381-86

Aktivt kuls evne til at fjerne kviksølv og skadeligt polyorganisk materiale, specielt chlordibenzodioxiner og -furaner, fra røggasser fra forbrændingsanlæg udnyttes på effektiv måde ved at suspendere pulverformet aktivt kul i røggassen i forbindelse med en konventionel spray absorptionsproces, i hvilken de sure komponenter i røggassen neutraliseres med basiske absorbenter. Afkøling af røggassen i spray absorptionsprocessen giver en effektiv adsorption på det pulverformede aktive kul, og fraskillelsen af det pulverformede aktive kul fra røggassen lettes i høj grad af tilstedeværelsen af det partikelformede materiale, som dannes ved sprayabsorptionsprocessen. Der fås også en forbedret fjernelse af nitrogenoxider.

DK 158376 B

fortsættes

3381-86

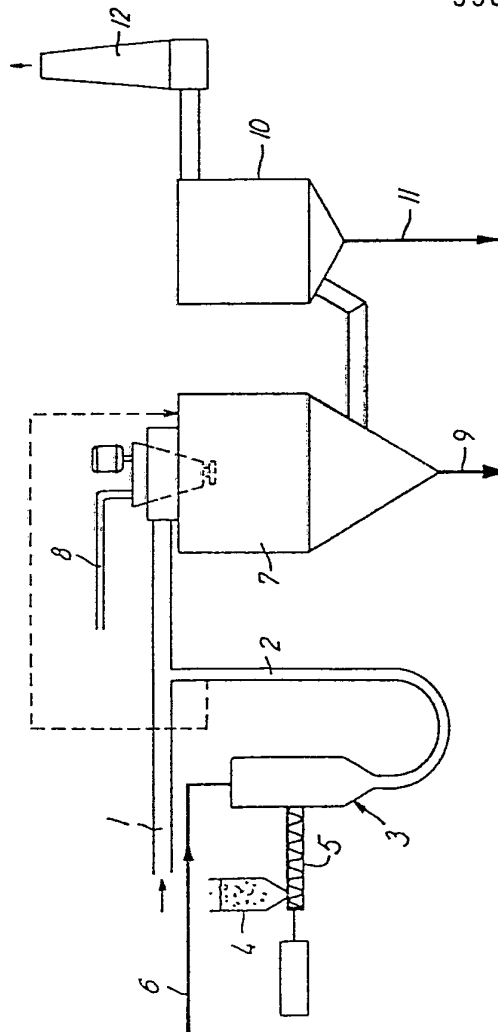


FIG. 1

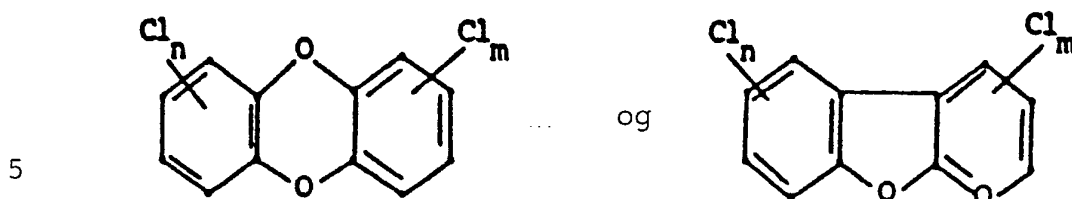
I løbet af det sidste årti er det blevet erkendt, at med den hurtige forøgelse af antallet af og kapaciteten af forbrændingsanlæg til forbrænding af renovationsaffald i de industrialiserede lande, skal rensning af røggas fra disse anlæg ikke begrænses til fjernelse af de dominerende forureninger deri, såsom HCl, SO₂ og NO_x. Også komponenter, som forekommer i væsentligt mindre mængder, kan udgøre en risiko for miljøet som følge af deres store toxicitet.

Blandt disse forureninger, som forekommer i mindre mængder, har den største bekymring været rettet mod kviksølv og forskellige giftige, organiske forbindelser, omfattende polyaromatiske carbonhydrider (PAH) og polychlorerede forbindelser, f.eks. polychlorerede biphenyler (PCB), og navnlig chlordibenzo-dioxiner og -furaner betragtes som værende farlige for mennesker og dyr, selv i meget små koncentrationer. Alle disse organiske forbindelser betegnes ofte som giftigt POM (polyorganic matter), hvilken forkortelse vil blive anvendt i nærværende beskrivelse.

I mange lande forberedes der lovgivning med henblik på at formindske kviksølvemission.

I røggas fra forbrænding af renovationsaffald kan mængden af kviksølv damp (hvilket i denne sammenhæng betegner damp af grundstoffet kviksølv, såvel som kviksølvholdige kemiske forbindelser i dampfase) varierer indenfor vide grænser. Typiske koncentrationer vil være i området fra 100-1000 µg/N m³.

De ovennævnte chlordibenzo-dioxiner og -furaner har formlerne henholdsvis



10 hvori n og m hver uafhængigt betegner et helt tal fra 0 til 4, idet $n + m$ andrager mindst 2.

Nogle af dioxinerne og furanerne med de ovenfor anførte formler er særdeles toksiske for dyr. Koncentrationen af disse forbindelser i røggas fra forbrændingsanlæg varierer betydeligt, afhængigt navnlig af den temperatur, der hersker i forbrændingszonen i forbrændingsanlægget, og af sammensætningen af det affald, der forbrændes. Typiske koncentrationer er 0,1-1,0 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$, men betydelige variationer også uden for dette område er sædvanlige.

20 Røggas fra forbrændingsanlæg indeholder også væsentlige mængder nitrogenoxider, der ikke altid fjernes effektivt ved de sædvanlige røgrensningstrin, som benytter basiske absorbenter.

25 Talrige fremgangsmåder har været foreslået til fjernelse af kviksølv fra gasser. Imidlertid er hovedparten af de kendte fremgangsmåder udviklet med det formål at fjerne kviksølv fra relativ små mængder gas med stor kviksølvkoncentration. Disse fremgangsmåder er ikke egnede til rensning af røggas, da omkostningerne til kemikalier ville være prohibitive eller fremgangsmåderne ville være uigennemførlige i forbindelse med store mængder røggas.

35 Fremgangsmåder til fjernelse af kviksølv fra luft med relativt lavt kviksølvindhold har også været foreslået. En sådan fremgangsmåde er beskrevet i offentliggjort europæisk patentansøgning nr. 1 456 (Akzo

N.V.). Denne fremgangsmåde, der er beskrevet som særligt egnet til fjernelse af kviksølv fra luft, som udsuges fra bygninger, er baseret på det princip, at kviksølv damp absorberes som kviksølvchlorid ved passage af et leje af aktivt kul med et specifikt chlorindhold. Ifølge beskrivelsen til nævnte europæiske patentansøgning er det vigtigt at undgå et stort fugtighedsindhold i den gas, hvorfra kviksølvet skal fjernes, da det aktive kuls effektivitet angives at formindskes af en sådan fugtighed. Af beskrivelsen fremgår det endvidere, at aktivt kul, anvendt i et stationært leje uden chlor, er utilfredsstillende som absorbent for kviksølv og har en meget ringe kapacitet til dette formål.

Fremgangsmåden ifølge nævnte europæiske patentansøgning er uegnet til behandling af røggas, da den ville kræve, at den totale mængde røggas skulle passere gennem et leje af aktivt kul, hvortil der blev ført gasformig chlor, hvilket selvsagt indebærer en risiko for, at eventuelle overskydende chlormængder kunne medrives af røggassen til atmosfæren.

En fremgangsmåde til fjernelse af kviksølv damp fra en varm hydrogenholdig røggas beskrives i offentliggjort europæisk patentansøgning nr. 13 567 (Svenska Fläktfabrieken). Ved denne fremgangsmåde bringes gassen, som indeholder hydrogenchlorid og mindre mængder kviksølv damp, i kontakt med pulveriseret calciumhydroxid, fortrinsvis i et fluidiseret leje. Hydrogenchloridet i gassen reagerer med calciumhydroxidet til dannelse af calciumchlorid, der tilsyneladende er væsentlig for fjernelsen af kviksølv. Imidlertid muliggør denne fremgangsmåde ikke altid en reduktion af kviksølv dampindholdet til de krævede lave værdier, og den er uden nogen væsentlig betydning for fjernelsen af det giftige organiske materiale.

US patentskrift 4 273 747 (Rasmussen) beskriver fjernelse af kviksølv fra varme spildgasser ved for-

støvning af en vandig væske ind i spildgasserne under tilstedeværelse af flyveaske, som er suspenderet i gassen og påfølgende fraskillelse af flyveasken sammen med en væsentlig del af det kviksølv, der oprindeligt var til stede som damp. Det er væsentligt, at der ved denne fremgangsmåde sker en afkøling af gasstrømmen fra en temperatur på mindst 200°C til en temperatur under 160°C. Den vandige væske kan være blot vand, eller den kan være en vandig opløsning eller suspension af en alkalisk forbindelse, fortrinsvis calciumhydroxid.

Selvsagt vil denne fremgangsmåde ikke være egnet i det tilfælde, hvor det ikke er acceptabelt at afkøle gassen i det omfang der kræves, eller hvis mængden af flyveaske er utilstrækkelig som følge af anvendelse af en forudgående flyveaskefraskillelse. Selv når betingelserne med hensyn til flyveaskeindholdet i røggassen og afkøling af denne tilfredsstilles, vil det i visse tilfælde være ønskeligt at forøge effektiviteten af fjernelsen af kviksølv damp ved nævnte fremgangsmåde. Nævnte US patentbeskrivelse nævner intet om, hvorvidt fremgangsmåden medfører en fjernelse af chlordibenzo-dioxiner og/ -furaner.

Bestræbelser på at formindske POM, specielt indholdet af chlordibenzo-dioxin og -furan, i røggas har hidtil hovedsageligt været koncentreret om termisk destruktion.

Ifølge en artikel af A. J. Teller og J. D. Lauber: "Control of Dioxin Emissions from Incineration" fremlagt ved det 76. årlige møde i Air Pollution Control Association, Atlanta, Georgia, 19.-24. juni 1983, indicerer teoretiske beregninger, at emissionen kan formindskes ved at kondensere dioxinen. Imidlertid angiver Karl J. Thomé-Kozmiensky: "Müllverbrennung und Umwelt", EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, Berlin (1985) resultater, som viser at vådskrubning af røggasser har en meget lille virkning på emissionskon-

centrationen af polychlorerede dibenzo-dioxiner og -furaner.

I tysk offentliggørelsesskrift 34 26 059 beskrives en fremgangsmåde, ved hvilken organiske polyhalogenerede forureninger fjernes fra røggasser ved adsorption af forureningerne på et fast leje af en adsorbent, såsom aktiverede koks eller aktivt kul, efterfulgt af en opvarmning af adsorbenten og destruktion af forureningerne ved forhøjede temperaturer. En sådan fremgangsmåde, som omfatter passage af gassen gennem adsorbentlejer med en tykkelse på adskillige meter er selv-
10 sagt ikke egnet til behandling af røggas fra store forbrændingsanlæg, og da den er baseret på termisk destruktion af forureningerne, er den helt uegnet til at
15 behandle kviksølvholdige røggasser.

Også i beskrivelsen til PCT ansøgning W085/03455 anvendes aktivt trækul eller koks til fjernelse af skadelige røggaskomponenter, herunder tungmetaller. Også i denne beskrivelse anvendes aktivt kul eller koks i et
20 fast leje, hvilket betyder, at de pågældende kul eller koks skal have form af temmeligt grove, ikke støvende partikler eller granulater, der er kostbare at fremstille og er mindre aktive, end en tilsvarende pulverformet adsorbent.

Som det vil fremgå, er der behov for en forbedret fremgangsmåde til nedbringelse af indholdet af kviksølv damp og/eller skadelige organiske forbindelser i røggas.

Også til nedbringelse af indholdet af nitrogenoxider har der været foreslået talrige fremgangsmåder. Imidlertid er der som følge af kompleksiteten af de fleste af disse fremgangsmåder fortsat et behov for en simpel og pålidelig fremgangsmåde til nedbringelse af indholdet også af nitrogenoxider i røggas fra forbrændingsanlæg.
35

I dansk patentansøgning 2984/85, indleveret den

1. juli 1985, beskrives en fremgangsmåde, i hvilken kviksølv damp og damp af chlordibenzo-dioxiner og -furaner fjernes fra en strøm af varm røggas sammen med sure komponenter i røggassen ved en spray absorptionsproces.

5 Den anvendte absorbent ved denne fremgangsmåde er en vandig væske, som foruden alkaliske komponenter indeholder suspenderet aktivt kul.

Det har vist sig, at adsorption af kviksølv damp og dampe af skadelige organiske forbindelser, specielt chlordibenzo-dioxiner og -furaner, såvel som nedbringelse af indholdet af nitrogenoxider ved hjælp af aktivt kul, kan ske med overraskende stor effektivitet ved anvendelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen, ved hvilken undholdet af en eller flere af disse forureninger nedbringes i en strøm af varm røggas, som stammer fra et forbrændingsanlæg og eventuelt indeholder flyveaske, kombineret med en samtidig nedbringelse af indholdet af sure komponenter i røggassen, ved at lede nævnte strøm med en temperatur på 135-400°C ind i et spray absorptionskammer, hvori en vandig suspension af en basisk absorbent forstøves til afkøling af røggassen til en temperatur mellem 180 og 90°C, og til absorption af sure komponenter fra røggassen og til samtidig fordampning af vandet i nævnte suspension under dannelsen af et partikelformet materiale, som indeholder reaktionsprodukter fra reaktionen mellem den basiske absorbent og røggassens sure komponenter samt ikke omsat absorbent, hvilket partikelformet materiale sammen med flyveasken, hvis en sådan er til stede, adskilles fra røggassen i en partikelseparator nedenstrøms for spray absorptionskammeret, hvilken fremgangsmåde er ejendommelig ved, at man injicerer findelt pulverformet aktivt kul i en mængde på 1-800 mg pr. N m³ røggas ind i strømmen af røggas på i det mindste ét sted udvalgt blandt steder opstrøms i forhold til spray absorptionskammeret, steder inden i spray absorptionskammeret og

steder nedenstrøms for spray absorptionskammeret, men ovenstrøms for partikelseparatoren, og fraskiller nævnte pulverformede kul, hvorpå kviksølv og/eller skadelige organiske forbindelser er adsorberet i partikelseparatoren sammen med nævnte partikelformede materiale.

5 Ved denne fremgangsmåde er det muligt at opnå en meget effektiv nedbringelse af indholdet af de pågældende forureninger og samtidig at holde forbruget af aktivt kul på et meget moderat niveau.

10 I modsætning til kendte røggas-rensningsprocesser, som udnytter groft eller granuleret aktivt kul i et fast leje, anvender fremgangsmåden ifølge opfindelsen det aktive kul som et fint pulver, der suspenderes i gasstrømmen og derefter fjernes fra denne sammen med
15 det partikelformede materiale, som dannes ved spray absorptionsprocessen.

Anvendelse af pulverformet aktivt kul medfører visse fordele i forhold til anvendelse af groft eller granuleret kul som følge af den relativt større adsorptionskapacitet, som besiddes af det pulverformede materiale, og som følge af den lavere pris for dette.
20 Imidlertid har anvendelse af pulverformet kul til rensning af røggas hidtil ikke været betragtet som hensigtsmæssigt, i det mindste ikke i forbindelse med processer i industriel skala, som følge af, at fjernelsen af fine partikler af aktivt kul fra en gasstrøm medfører visse problemer.

30 Fine kulpartikler alene lader sig ikke let fjerne ved hjælp af et mekanisk filter såsom et posefilter, da de fine kulpartikler har tendens til at tilstoppe filteret og derved skabe et uacceptabelt stort trykfald over filteret.

35 Det er også kendt, at elektrofiltre er mindre effektive end det er ønskeligt til fjernelse af fine partikler af aktivt kul, når disse partikler forekommer som eneste partikelformede materiale i en gasstrøm.

5 Dette skyldes den omstændighed, at kulpartiklerne har en for lille elektrisk modstand (eller en for stor ledningsevne), hvilket betyder, at de taber deres elektriske ladning, når de kommer i kontakt med elektrofilterets til jord forbundne elektrode. Som følge deraf fastholdes carbonpartiklerne ikke effektivt, men har tendens til at gensuspenderes i gasstrømmen. Dette medfører en utilfredsstillende partikelfraskillelse fra gasstrømmen, medmindre forbruget af elektrisk energi 10 øges væsentligt.

Det har vist sig, at tilstedeværelse af det partikelformede materiale, som dannes ved spray absorptionen, letter fjernelsen af det pulverformede aktive kul fra gasstrømmen, ikke alene når der anvendes et posefilter som partikelseparator, men også når partikelfraskillelsen sker ved hjælp af et elektrofilter. 15

Når partikelfraskillelsen udføres med et mekanisk filter såsom et posefilter, vil det partikelformede materiale, som dannes ved spray absorptionsprocessen, sammen med eventuelt flyveaske, som er til stede i røggassen, virke som filterhjælpemiddel og derved muliggøre opbyggelse af et pulverlag med en betydelig tykkelse på filteroverfladerne, uden utilladelig forøgelse af modstanden mod gaspassage og som følge deraf uden stort trykfald over filteret. De fine partikler af aktivt kul indlejres i det pulverlag, der således afsættes på filteroverfladen, og støvproblemer som følge af gennemtrængning af carbonpartikler gennem filteret undgås, ligesom forøgelsen af trykfaldet over filteret i høj grad forsinkes. 20 25 30

Hvis partikelfraskillelsen sker ved hjælp af et elektrofilter, har det partikelformede materiale, som dannes ved spray absorptionsprocessen også den virkning, at det letter fjernelsen af carbonpartiklerne som følge af, at nævnte partikelformede materiale ved at dække elektroderne, danner et lag, hvori de små carbon- 35

partikler bindes, og som hæmmer direkte kontakt mellem partiklerne og elektroderne, hvorved en uønsket afladning af carbonpartiklerne undgås. Derved nedsættes sandsynligheden for gensuspendering af carbonpartiklerne i gasstrømmen, og carbonpartiklerne udtages fra elektrofilteret opblandet med nævnte partikelformede materiale og eventuel flyveaske, som oprindeligt har været til stede i røggassen.

Således muliggør den særlige kombination af foranstaltninger, som foreskrives ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, anvendelse af pulverformet aktivt kul til nedbringelse af indholdet af kviksølv, skadelige organiske forbindelser og nitrogenoxider under opnåelse af en meget effektiv udnyttelse af pulverformet aktivt kuls store adsorptionsevne, ved en modifikation af den konventionelle forstøvningstørrings-absorptionsproces, hvilken modifikation kun medfører en moderat forøgelse af investerings- og driftsomkostningerne.

I nærværende beskrivelse og i kravene anvendes udtrykket "pulverformet aktivt kul" i en noget bredere betydning, end den hvori dette udtryk sædvanligvis anvendes i forbindelse med handelsvarer. I nærværende beskrivelse er udtrykket ikke begrænset til at omfatte materialer, som har været underkastet en "aktiverings" behandling, f.eks. med damp. Udtrykket anvendes som betegnende også pulverformede, kulholdige materialer, såsom kul, koks eller lignende, som har en adsorptionsaktivitet, der ikke er et resultat af en speciel aktivering, men som er iboende til stede i det pulverformede materiale allerede når dette dannes, f.eks. ved formaling eller ved termisk nedbrydning.

Således kan absorptionsmaterialet, som anvendes i nærværende fremgangsmåde, være væsentligt billigere end kommercielt tilgængeligt "aktivt kul", som sædvanligvis har været underkastet en speciel aktiverings- og rensningsbehandling.

Udtrykket "pulverformet" anvendes for at adskille det kulholdige materiale, som anvendes ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, fra de granulerede former for aktivt kul, der sædvanligvis anvendes som adsorbenter i faste lejer til gasrensning.

Særdeles tilfredsstillende resultater er blevet opnået under anvendelse af aktivt kul, fremstillet ud fra bituminøse kul med en partikelstørrelse svarende til at 50-80% passerer en sigte med en maskevidde på 44 mikron. Mikroskopiske undersøgelser af disse pulverformede kultyper viser en gennemsnitlig partikelstørrelse på kun nogle få mikron eller mindre.

Den meget høje adsorptionseffektivitet af det aktive kul ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen er et resultat af de forbedrede adsorptionsbetingelser, der fås som følge af den afkøling af gasstrømmen, der finder sted ved spray absorptionsprocessen, der udføres umiddelbart efter, samtidig med eller umiddelbart før indførelsen af det pulveformede aktive kul i gasstrømmen.

Når det pulveformede aktive kul indblæses i røggasstrømmen på et sted nedenstrøms for spray absorptionskammeret, foretrækkes det at anvende et posefilter som partikelseparator som følge af, at der opnås en intim kontakt mellem røggas og kul, når røggassen passerer gennem det kulholdige lag af partikelformede reaktionsprodukter, som opbygges på filteroverfladerne.

Imidlertid afgiver visse forbrændingsanlæg en røggas, som medriver brændende partikler, der kan beskadige filterdugen i posefilteret. Dette er en af årsagerne til, at det har været sædvanligt at anvende elektrofiltre fremfor posefiltre til fjernelse af partikelformet materiale fra røggas fra forbrændingsanlæg.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen er også egnet til at blive udført under anvendelse af et anlæg, i

hvilket partikler fraskilles ved hjælp af et elektrofilter. Da kontakt mellem røggas og opsamlet partikelformet materiale er mindre intim i et elektrofilter end i et posefilter, foretrækkes det at indblåse det pulverformede aktive kul i gasstrømmen på et sted i nogen
5 afstand fra elektrofilteret, f.eks. i spray absorptionskammeret eller opstrøms i forhold til dette kammer.

Den basiske absorbent, som forstøves i vandig suspension i spray absorptionskammeret, er fortrinsvis
10 calciumhydroxid (hydratkalk, læsket kalk), eller pulveriseret kalksten.

Som anført i ovennævnte US patentskrift 4.273.747 har flyveaske fra forbrændingsanlæg en vis
15 evne til at fjerne kviksølv damp fra røggas, når flyveasken er til stede i den varme røggas under dens afkøling ved forstøvning af vandige væsker ind i den varme røggas.

Derfor foretrækkes det at lade eventuel flyveaske, som findes i røggassen som skal renses, forblive
20 i denne og først adskille den fra gassen sammen med det partikelformede materiale, som omfatter reaktionsprodukter af den basiske absorbent med sure komponenter i røggassen, ikke-omsat basisk absorbent og aktivt kul.

25 Imidlertid kan fremgangsmåden ifølge opfindelsen også udøves med godt resultat på røggas, hvorfra flyveasken er fjernet i et forudgående partikelfraskillesestrin.

Den store aktivitet af det pulverformede aktive
30 kul, når dette injiceres før spray absorptionsprocessen, afspejles af den kendsgerning, at anvendelse af 5-100 mg aktivt kul pr m^3 røggas sædvanligvis vil være tilstrækkelig til at reducere indholdet af kviksølv og chlordibenzodioxiner og -furaner med 90% eller mere,
35 når nævnte forureninger forekommer i de koncentratio-

ner, som er sædvanlige i røggas fra forbrændingsanlæg.

De hidtil udførte forsøg indicerer, at der fås en meget effektiv fjernelse af de pågældende forureninger ved indblæsning af aktivt kul i de ovenfor anførte mængder i forbindelse med en spray absorptionsproces, ved hvilken der fordampes tilstrækkelig vand til at afkøle røggassen til 110-130°C.

Det har vist sig, at fremgangsmåden ifølge opfindelsen også medfører en betydelig formindskelse af indholdet af nitrogenoxider i røggassen. Dette skyldes formentlig den katalytiske virkning af det aktive kul, som fremmer oxidationen af NO til NO₂, der absorberes af den basiske absorbent, som er til stede i spray absorptionskammeret og i partikelseparatoren, muligvis forenet med en adsorption af nitrogenoxider på kulpulveret.

Da nitrogenoxider sædvanligvis er til stede i røggas fra forbrændingsanlæg i mængder, der er adskillige størrelsesordener større end mængderne af kviksølv og POM, foretrækkes det at anvende relativt store mængder kul, f.eks. 100-500 mg/N m³, når der tilstræbes en effektiv nitrogenoxidfjernelse.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen beskrives nærmere under henvisning til tegningen, hvor:

fig. 1 er et strømningsdiagram, som illustrerer en udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, og

fig. 2 er et strømningsdiagram, som illustrerer en anden udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen.

I fig. 1 er vist en kanal 1, der fører en strøm af varm forbrændingsanlægsrøggas, som foruden sure komponenter såsom HCl, SO₂ og nitrogenoxider, indeholder kviksølv damp og skadeligt organisk materiale, specielt chlordibenzodioxiner og -furaner. Spildgassen kan også indeholde flyveaske.

I nævnte kanal 1 udmunder et rør 2, som er forbundet til et pneumatisk system 3 for tilførsel af en konstant mængde pulverformet aktivt kul til røggassen. Systemet 3 omfatter en tragt 4 til pulverformet aktivt kul og en snekeføder 5 indstillet til at give en konstant mængde kul eller styret til at tilføre kul i en mængde, som afhænger af mængden og sammensætningen af røggasstrømmen i kanalen 1. Systemet 3 forsynes med trykluft gennem en ledning 6.

10 Kullet kan selvsagt alternativt injiceres ved hjælp af andre organer egnede til at dispergere pulver i røggassen.

Kulpulveret medrives af spildgassen i kanalen 1 og føres til et spray absorptionskammer 7. I dette 15 kammer forstøves en vandig absorbent såsom en suspension af kalk eller kalksten, tilført gennem ledning 8, til små dråber. Ved kontakt med de varme spildgasser i kammeret fordamper vandet fra de forstøvede dråber, hvorved temperaturen i gassen falder væsentligt og 20 samtidig reagerer de sure stoffer i spildgassen med den basiske absorbent under frembringelse af et partikelformet materiale, som hovedsageligt omfatter salte, dannet ved nævnte reaktion, sammen med ikke-omsat absorbent.

25 Det er ikke undersøgt, i hvilket omfang de fine partikler af aktivt kul, som ved denne udførelsesform er til stede i gassen, kommer i kontakt med dråberne, der forstøves i spray absorptionskammeret.

Alternativt kan røret 2 udmunde i selve spray absorptionskammeret 7 (som antydnet med de punkterede 30 linier).

Et partikelformet materiale omfattende nævnte reaktionsprodukter, ikke omsat absorbent, eventuel flyveaske og aktivt kul, kan udtages fra bunden af spray 35 absorptionskammeret gennem 9, medens den resterende

del af nævnte reaktionsprodukter og ikke omsat absor-
bent samt næsten hele mængden af aktivt kul og flyve-
aske, forbliver suspenderet i gassen, indtil gassen når
et elektrofilter 10, hvori praktisk taget den totale
5 mængde partikelformet materiale fraskilles og fjernes
gennem 11.

Fra elektrofilteret kan gassen, hvorfra en væ-
sentlig del af kviksølvdamper og det skadelige organi-
ske materiale, specielt chlordibenzo-dioxiner og -fura-
ner, som oprindeligt var til stede deri, er blevet ab-
sorberet, udledes til atmosfæren via en skorsten 12.

I den udførelsesform, som illustreres i fig. 2
har de henvisningstal, som er identiske med de, der be-
nyttes i fig. 1, samme betydning som den i forbindelse
15 med fig. 1 forklarede.

Som det fremgår, indblæser systemet 3 til til-
førsel af pulverformet aktivt kul dette på et sted ne-
denstrøms for spray absorptionskammeret 7. Ved denne
udførelsesform er partikelopsamlere et posefilter 13,
20 hvorfra det pulverformede kul blandet med partikelfor-
met materiale dannet i spray absorptionskammeret 7 og
blandet med eventuel flyveaske, som oprindeligt har væ-
ret til stede i røggassen i kanalen 1, fjernes gennem
ledning 14.

25 Fremgangsmåden ifølge opfindelsen belyses nærmere
ved hjælp af følgende eksempler.

E K S E M P E L 1

30 Dette eksempel blev udført i et pilotanlæg af
den i fig. 2 viste type under behandling af $300 \text{ N m}^3/\text{h}$
røggas.

Under forsøgene varierede temperaturen af røg-
gassen tilført gennem kanal 1 fra 230 til 300°C .

35 En vandig suspension af læsket kalk blev forstø-
vet i spray absorptionskammeret til opnåelse af en to-

tal fjernelse på 80-95% af sure komponenter (HCl og SO₂) ved fremgangsmåden. Posefilteret 13 var af "pulse jet" typen.

5 Pulverformet aktivt kul blev indblæst mellem spray absorptionskammeret og "pulse jet" filteret i mængder som anført i Tabel 1 nedenfor.

10 Det pulverformede aktive kul var af en kvalitet, som havde et specifikt totalt overfladeareal (bestemt ved BET-metoden) på 1000-1100 m²/g, et porevolumen på 0,80-0,95 cm³/g og en partikelstørrelse svarende til at 65-85% passerede en sigte med en maskevidde på 44 mikron. Mikroskopiske undersøgelser viste, at de fleste partikler havde en diameter på 1 mikron eller mindre. Materialet er fremstillet ved pulverisering af bituminøst kul og aktivering ved dampbehandling.

15 Der blev også udført sammenligningsforsøg uden tilsætning af aktivt kul.

Yderligere parametre ved forsøgene såvel som de opnåede resultater fremgår af nedenstående Tabel 1:

20

25

30

35

T A B E L 1

	Forsøg 1	Forsøg 2	Forsøg 3	Forsøg 4
5	Gastemperatur efter spray ab- sorptionskammer (7)			
	140°C	110°C	110°C	130°C
10	Aktivt kul indblæst mg/N m ³			
	80	80	80	0
15	Hg i gaskanal (1)			
	413µg/Nm ³	122µg/Nm ³	350µg/Nm ³	287µg/Nm ³
	Hg i gas neden strøms for pose filteret (13)			
	38µg/Nm ³	13µg/Nm ³	18µg/Nm ³	89µg/Nm ³
20	Fjernelse af Hg			
	91%	89%	95%	69%

25 Affaldsforbrændingsgasstrømmen, som blev anvendt i alle fire forsøg, havde et flyveaskeindhold på ca. 2 g/Nm³.

30 Ovenstående resultater viser tydeligt, at anvendelse af selv små mængder aktivt kul giver en særdeles signifikant formindskelse af koncentrationen af kviksølv damp i røggassen.

35

E K S E M P E L 2

Også forsøgene i dette eksempel blev udført for at vise den omhandlede fremgangsmådes evne til at formindske indholdet af kviksølv damp i røggas.

Forsøgene blev udført på et industrielt anlæg, som modtog 100.000 N m³/time røggas fra et forbrændingsanlæg, hvilken gas havde en omtrentlig temperatur på 240-260°C og et flyveaskeindhold på ca. 2,5 g/N m³.

Anlægget var opbygget efter et princip svarende til det i fig. 1 illustrerede.

Parametrene og resultaterne fra prøverne fremgår af følgende Tabel 2.

15

20

25

30

35

T A B E L 2

	Fors.5	Fors.6	Fors.7	Fors.8	Fors.9	Fors.10
5	Gastemperatur					
	efter spray					
	absorptions-					
	kammer (7)					
	110°C	110°C	110°C	110°C	140°C	140°C
10	Aktivt kul					
	indblæst					
	mg/N m ³					
	50	55	30	0	60	0
15	Hg i gaskanal					
	(1) µg/N m ³					
	650	417	486	411	395	537
20	Hg i gas ne-					
	denstrøms for					
	elektrofilteret					
	(10)					
	45	40	68	141	85	390
25	Fjernelse					
	af Hg					
	93%	90%	86%	66%	78%	27%

25 Dette Eksempel viser, at også når der sker partikelfraskillelse ved hjælp af elektrofilter, er det muligt at opnå en effektiv fjernelse af kviksølv ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen.

30 E K S E M P E L 3

I dette Eksempel vises fremgangsmådens evne til drastisk at reducerer mængden af skadeligt organisk materiale, specielt dichlorbenzo-dioxiner og -furaner i røg fra forbrændingsanlæg.

35 Forsøgene i dette Eksempel blev udført på et pilotanlæg som det i fig. 2 viste.

Røggas fra et forbrændingsanlæg blev tilført gennem kanal 1 i en mængde på 300 N m₃/h. Flyveaskeindholdet i røggassen var 2 g/N m³, og temperaturen varierede mellem 230 og 300°C.

5 Posefilteret 13 var af pulse jet-typen.

Yderligere parametre fra forsøgene og de ved disse opnåede resultater fremgår af nedenstående Tabel 3, hvori de for POM anførte værdier betegner mængden af chlorerede dibenzo-dioxiner plus mængden af chlorerede benzo-furaner.

T A B E L 3

	Forsøg 11	Forsøg 12	Forsøg 13
15 Temperatur efter spray absorptions kammeret (7)	110°C	110°C	140°C
20 Aktivt kul indblæst mg/N m ³	50-67	0	50-67
POM i gas i kanal (1)	0,77µg/Nm ³	0,43µg/Nm ³	0,38µg/Nm ³
Pom i gas efter pose- filte (13)	<0,01µg/Nm ³	0,1µg/Nm ³	0,01µg/Nm ³
30 Fjernelse af POM	<99%	77%	97%

Det fremgår af Tabel 3, at der ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen en særdeles effektiv fjernelse af chlordibenzo-dioxiner og chlordibenzo-furaner.

Selv om der kun blev foretaget en bestemmelse af formindskelsen af indholdet af chlordibenzo-dioxiner og chlordibenzo-furaner, er det muligt på basis af ovenstående resultater, sammenholdt med almindelig viden med hensyn til absorptionsegenskaberne af andre skadelige organiske stoffer, at slutte, at fremgangsmåden ifølge opfindelsen vil have generel anvendelighed til formindskelse af indholdet af skadelig POM i røggas fra forbrændingsanlæg.

E K S E M P E L 4

De i dette Eksempel udførte forsøg blev foretaget under anvendelse af et industrielt anlæg af den i fig. 1 gengivne type, i hvilket der blev behandlet en strøm af røggas fra et forbrændingsanlæg i en mængde på 50 - 70.000 N m³ /h.

Også i dette Eksempel blev forsøgene udført med henblik på at vise adsorption af POM.

Røggassens temperatur før behandlingen var 240 - 280°C.

Resultaterne fremgår af nedenstående Tabel 4.

30

35

T A B E L 4

	Forsøg 14	Forsøg 15	Forsøg 15
5			
Temperatur efter absorp tionskammeret (7)	110°C	110°C	140°C
10			
Indblæst aktivt kul mh/N m ³	40-50	0	40-50
15			
POM i gas i kanal (1) µg/N m ³	0,46	0,42	0,37
20			
POM i gas efter elektrofilter (10)	0,03	0,2	0,06
Fjernelse af POM	93%	48%	84%

25 Resultaterne i Tabel 4 viser, at også i et indu-
strielt anlæg, baseret på det i fig. 1 viste princip
under anvendelse af et elektrofilter er det muligt at
opnå en væsentlig reduktion af mængden af skadeligt or-
ganisk materiale ved fremgangsmåden ifølge opfindel-
30 sen.

E K S E M P E L 5

35 Dette Eksempel viser den omhandlede fremgangsmå-
des evne til at formindske mængden af nitrogenoxider i
røggas fra forbrændingsanlæg.

Forsøgene 17, 18 og 19 blev udført under anvendelse af et industrielt anlæg som det i fig. 1 illustrerede, medens forsøg 20 blev udført i et anlæg af den i fig. 2 viste art.

5 Røggas fra et forbrændingsanlæg blev tilført i en mængde på ca. 60.000 - 100.000 N m³/h ved en temperatur på ca. 240-280°C.

Procesparametrene og de opnåede resultater fremgår af nedenstående Tabel 5, hvori koncentrationen af
10 nitrogenoxider er beregnet som NO₂.

T A B E L 5

	Forsøg 17	Forsøg 18	Forsøg 19	Forsøg 20
15 Temperatur efter spray absorptions- kammer	110°C	130°C	155°C	135°C
20 Aktivt kul indblæst mg/N m ³	50	0	250	400
25 NO _x i gas i kanal 1 mh/N m ³	560	237	225	330
30 NO _x i gas fra elektrofilter 10, (forsøg 17, 18 og 19) eller posefilter 13 (forsøg 20) mg/N M ³	330	221	105	205
Fjernelse af NO _x	41%	7%	53%	38%

Det antages, at den forøgede fjernelse af NO_x , som iagttages, når der er aktivt kul til stede, skyldes at en del af det i gassen værende NO oxideres til NO_2 som følge af den katalytiske virkning af det aktive kul, muligvis i forening med en adsorption af nitrogenoxiderne af carbonpulveret. Det ved oxidationen dannede NO_2 reagerer med den basiske absorbent og fjernes derved fra gassen.

10

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåde til nedbringelse af indholdet af kviksølv damp og/eller dampe af skadelige organiske forbindelser og/eller nitrogenoxider i en strøm af varm røggas fra et forbrændingsanlæg og eventuelt indeholdende flyveaske, forenet med en samtidig nedbringelse af indholdet af sure komponenter i røggassen ved at lede strømmen ved en temperatur på $135-400^\circ\text{C}$ ind i et spray absorptionskammer, hvori en vandig suspension af en basisk absorbent forstøves til afkøling af røggassen til en temperatur mellem 180 og 90°C til absorption af sure komponenter fra røggassen og til samtidig fordampning af vandet i nævnte vandige suspension under dannelse af et partikelformet materiale indeholdende reaktionsprodukter mellem den basiske absorbent og sure komponenter i røggassen samt ikke omsat absorbent, hvilket partikelformet materiale sammen med eventuel flyveaske adskilles fra røggassen i en partikelseparator nedenstrøms for spray absorptionskammeret, k e n - d e t e g n e t ved, at man indblæser findelt pulverformet aktivt kul i en mængde på $1-800$ mg pr. N m^3 røggas i strømmen af røggas på i det mindste ét sted valgt blandt steder ovenstrøms for spray absorptionskammeret, steder i spray absorptionskammeret og steder nedenstrøms for spray absorptionskammeret, men ovenstrøms for partikelseparatoren, og fraskiller det pulverformede carbon i partikelseparatoren sammen med

35

nævnte partikelformede materiale.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at det pulverformede carbon indblæses
i strømmen af røggas på et sted nedenstrøms for spray
5 absorptionskammeret.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, k e n -
d e t e g n e t ved, at nævnte partikelformede mate-
riale og det pulverformede carbon såvel som eventuel
flyveaske adskilles fra røggassen ved hjælp af et pose-
10 filter.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at det pulverformede carbon indblæses
i røggasstrømmen på et sted valgt blandt steder oven-
strøms for spray absorptionskammeret og steder i dette
15 kammer.

5. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 4, k e n -
d e t e g n e t ved, at nævnte partikelformede mate-
riale og det pulverformede carbon såvel som eventuel
flyveaske adskilles fra røggassen ved hjælp af et elek-
20 trofilter.

6. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e -
t e g n e t ved, at den basiske absorbent er calcium-
hydroxid (læsket kalk, hydratkalk), eller kalksten.

7. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e -
25 t e g n e t ved, at der anvendes et pulverformet ak-
tivt kul med en partikelstørrelse, som muliggør passage
af mindst 40 vægt% deraf ved vådsigtning gennem en sig-
te med åbninger på 44 mikron.

8. Fremgangsmåde ifølge krav 1, navnlig til
30 nedbringelse af indholdet af kviksølv damp og/eller dam-
pe af skadelige organiske forbindelser, k e n d e -
t e g n e t ved, at det pulverformede carbon indblæses
i røggassen i en mængde på fra 5 til 100 mg/N m³.

9. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e -
35

t e g n e t ved, at gassen afkøles til 100-150°C i spray absorptionstrinnet.

10. Fremgangsmåde ifølge krav 1, navnlig til nedbringelse af indholdet af nitrogenoxider, k e n -
5 d e t e g n e t ved, at det pulverformede carbon indblæses i røggassen i en mængde på fra 100-500 mg pr. N m³.

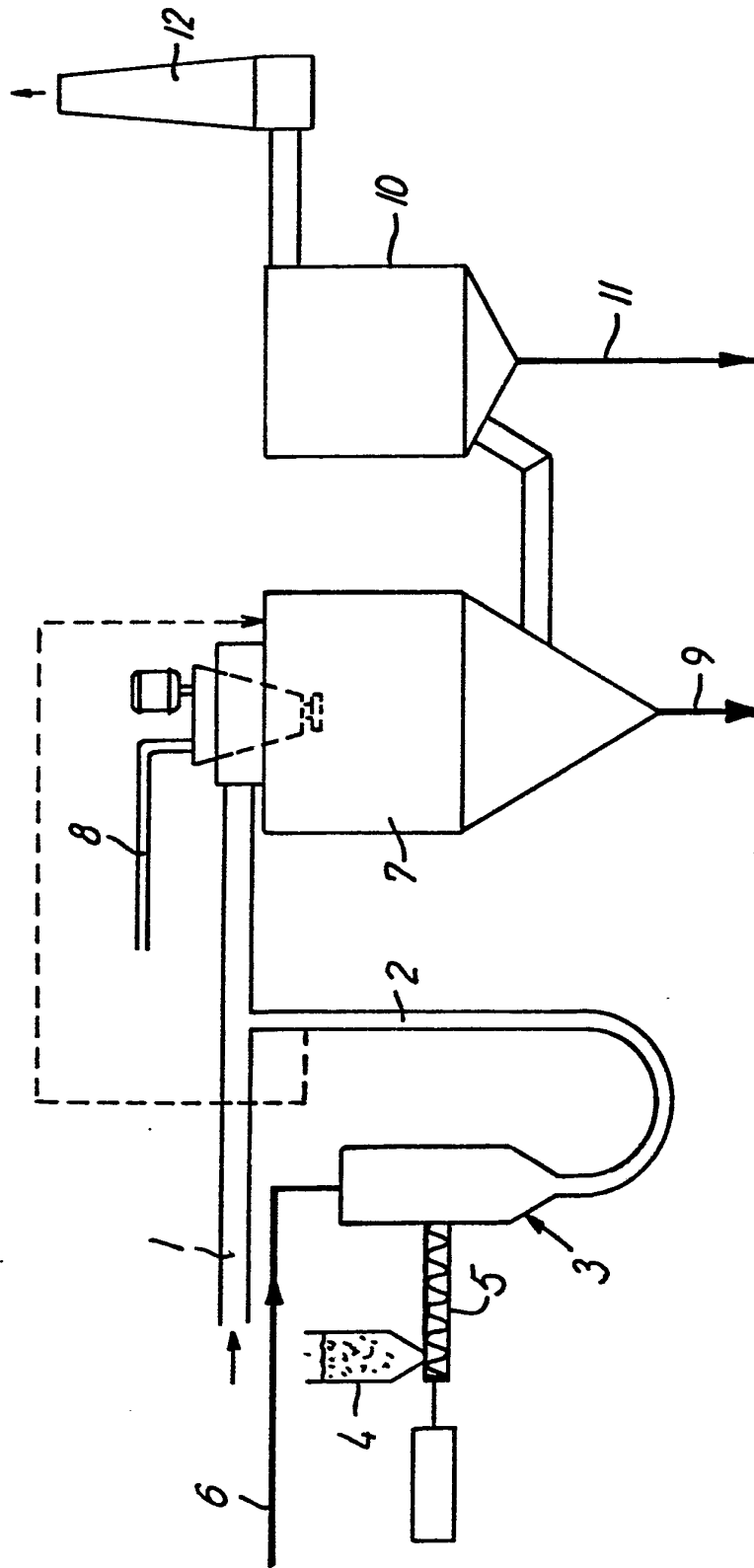


FIG. 1

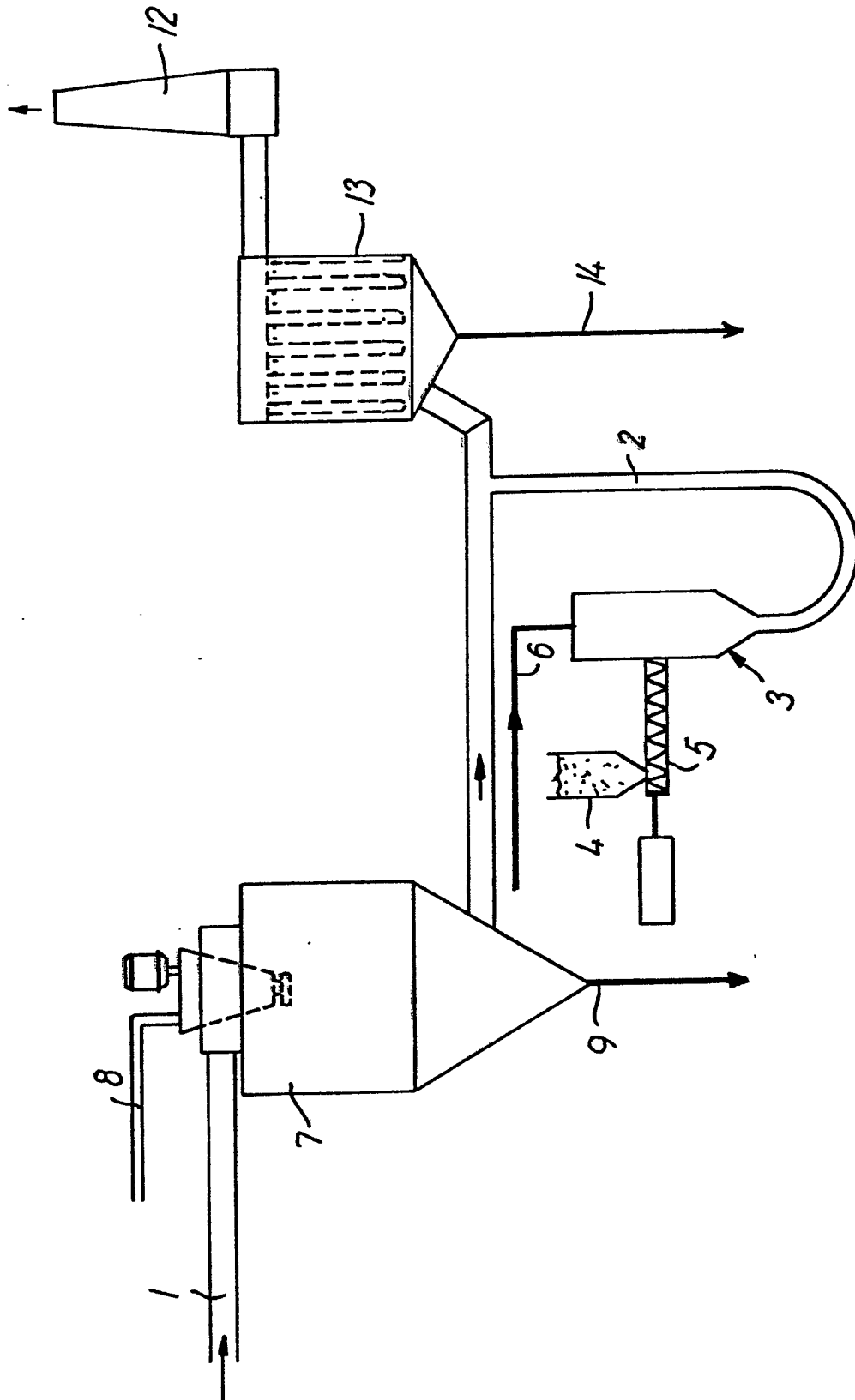


FIG.2