(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 88364

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 10 03 1995

(51) Kv.lk.5 - Int.cl.5

B 01D 53/36

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 913776

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 09.08.91

(24) Alkupäivä - Löpdag 09.08.91

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 29.01.93

(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 29.01.93

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(71) Hakija - Sökande

1. A. Ahlstrom Corporation, Noormarkku, FI; PL 18, 48601 Karhula, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Hiltunen, Matti, Eskola, FI; 48600 Karhula, (FI)
2. Westerlund, Kurt, Tehtaankatu 34 d D 3, 00150 Helsinki, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: A. Ahlstrom Corporation

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä halogeeniyhdisteitä sisältävien prosessi- tai savukaasujen käsittelemiseksi
Förfarande för behandling av halogenföreningar innehållande process- eller rökgaser

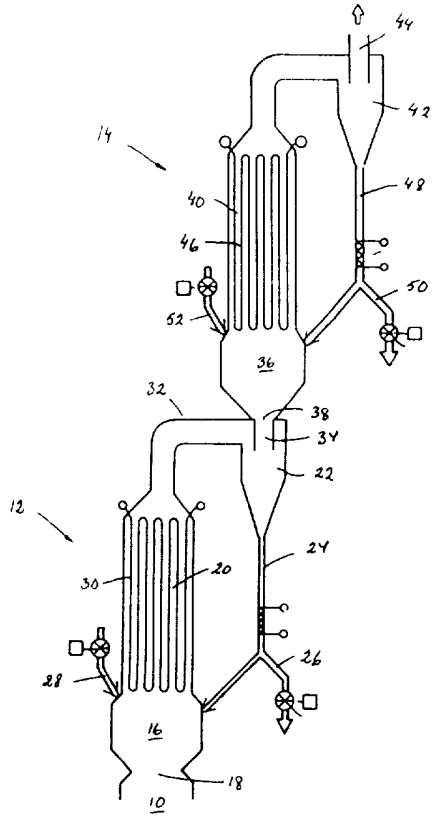
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 4851600 (C 10G 67/06)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä halogeeniyhdisteitä sisältävien kuumien prosessi- tai savukaasujen jäähdyttämiseksi kahdessa peräkkäisessä kiertoleijupetireaktorissa (12,14). Kaasut jäähdytetään ensimmäisessä reaktorissa (12) > 400 C:een lämpötilaan ja toisessa reaktorissa (14) nopeasti lämpötila-alueen 250 - 400 C alapuolelle. Ensimmäisessä reaktorissa (12) kaasut saatetaan kosketukseen polyhalogeeniyhdisteitä tuhoavan katalyyttimateriaalin kanssa. Kaasujen viipymäaika ensimmäisessä reaktorissa (12) on 1-10 sekuntia.

Förfarande för kylning av heta process- eller rökgaser, som innehåller halogenföreningar, i två efter varandra anordnade virvelbäddsreaktorer (12,14) med cirkulerande bädd. Gaserna kyls i den första reaktorn (12) till en temperatur > 400 C och i den andra reaktorn (14) snabbt under temperaturintervallen 250 - 400 C. I den första reaktorn (12) bringas gaserna i kontakt med ett polyhalogenföreningar förstörande katalytmaterial. Gasernas uppehållstid i den första reaktorn (12) är 1-10 sekunder.



MENETELMÄ HALOGEENIYHDISTEITÄ SISÄLTÄVIEN PROSESSI- TAI SAVUKAASUJEN KÄSITTELEMISEKSI
FÖRFARANDE FÖR BEHANDLING AV HALOGENFÖRENINGAR INNEHÅLLANDE PROCESS- ELLER RÖKGASER

Esillä oleva keksintö kohdistuu menetelmään halogeeniyhdisteitä sisältävien prosessi- tai savukaasujen jäähdyttämiseksi kahdessa peräkkäisessa kiertoleijupetireaktorissa, jolloin kuumat kaasut jäähdytetään ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa siten, että kaasujen lämpötila vielä jäähdytyksen jälkeen on yli 400°C, ja toisessa kiertoleijupetireaktorissa siten, että kaasujen lämpötila nopeasti laskee lämpötila-alueen 250 - 400°C alle.

Esillä oleva keksintö kohdistuu erikoisesti erilaisten halogenoituja hiilivety-yhdisteitä ja klooria sisältävien aineiden, kuten jätteiden, biolietteiden, metallirikasteiden ja metalliromujen ja -kuonan käsittelyssä, esim. kuparisulattojen yhteydessä, syntyvien kuumien prosessi- tai savukaasujen jäähdyttämiseen menetelmällä, jolla pystytään minimoimaan ympäristöhaitallisten aineiden, kuten dioksiinien ja furaanien päästöt.

Yhdyskuntajätteiden polton yhteydessä, mutta myös teollisuuden biolietteiden poltossa ja sulattoprosesseissa, on poltossa muodostuvat klooripitoiset ympäristömyrkyt todettu ongelmaksi. Supermyrkyiksi luokiteltavia polykloorattuja aromaattisia yhdisteitä, kuten koplanaarista PCB:tä, polykloorattuja dioksiineja ja polykloorattuja furaaneja, on havaittu muodostuvan runsaasti niin kunnallisissa jätteenpolttolaitoksissa kuin teollisissa biomassan polttolaitoksissa. Dioksiineja on todettu myös metallisulattojen savukaasuissa. Nämä klooriyhdisteet ovat eläimille ja ihmisille erittäin myrkyllisiä, aikaansaavat perimävaurioita ja lienevät myös syöpää aiheuttavia. Ympäristöön myrkylliset

yhdisteet leviävät lähinnä lentopölyyn sitoutuneina.

On todettu, että supermyrkkyjä muodostuu sitä enemmän, mitä matalammasssa lämpötilassa ja mitä lyhyemmällä viipymäajalla poltto suoritetaan. Poltto 500 - 700 °C:ssa on todettu erikoisen otolliseksi polykloorattujen dioksiinien ja furaanien muodostumiselle. Tästä onkin vedetty se johtopäätös, että polton olisi tapahduttava korkeammassa lämpötilassa ja pitkällä viipymäajalla supermyrkkyjen hajottamiseksi. Toisaalta on myös esitetty, että jätteet voidaan hävittää turvallisesti polttamalla suhteellisen alhaisissa lämpötiloissa, jos savukaasut jälkipoltetaan niin korkeassa lämpötilassa, että esim. dioksiini- ja furaanimyrkyt hajoavat.

Aina ei kuitenkaan ole mahdollista aikaansaada supermyrkkyjen tuhoamisen kannalta sopivaa lämpötilaa varsinaisessa prosessissa tai jälkipoltossa. Lisäksi supermyrkkyjen on todettu helposti muodostuvan uudelleen prosessin myöhemmissä vaiheissa, myös jälkipolton jälkeen.

Dioksiinit muodostuvat syntetisoitumalla klooriyhdisteistä hiilen, veden ja hapen läsnäollessa otollisissa lämpötiloissa esim. savukaasuissa. Onkin todettu, että suuri osa lentotuhkan dioksiineista muodostuu nk. "de novo" synteesillä vasta polton jälkeen lämmönvaihtimissa ja piipussa koska dioksiinien "de novo" synteesi on suuressa määrin lämpötilasta riippuvainen ja 250 - 400 °C:n lämpötila-alue on synteesille erikoisen otollinen. Mahdollisimman täydellisellä poltolla, korkealla polttolämpötilalla ja pitkällä viipymäajalla on pyritty mahdollisimman hiilettömään lentotuhkaan, jolloin synteesi estyisi. Metallien erotuksella jätteistä on myös pyritty vähentämään polykloorattujen aromaattien määrää savukaasuissa.

Amerikkalaisessa patenttijulkaisussa US 4,762,074 on ehdotettu myrkyllisten dioksiinien ja furaanien esiasteita sisältävien jätteiden polttoa happirikastetulla ilmalla

korkeassa, vähintään 1200°C:n lämpötilassa, myrkkyjen hävittämiseksi. Suurella happiylimäärällä pyritään samalla pitämään korkeissa lämpötiloissa kasvava typpioksidien määrä hyväksyttävällä tasolla.

Ruotsalaisessa patenttijulkaisussa SE 453 777 on esitetty menetelmä, jossa kiinteää jätettä poltetaan reaktorissa kuplivassa leijukerroksessa alle 900°C:ssa. Savukaasujen lämpötila nostetaan reaktorissa varsinaisen leijukerroksen yläpuolella vähintään 950°C:een lisäämällä sekundääri-ilmaa ja eristämällä reaktorin seinät. Savukaasujen lämpötila pidetään yli 950°C:ssa hiilivetyjen ja dioksiinien hajoamisen vaatiman ajan johtamalla savukaasut jäähdyttämättömän kaasukanavan läpi. Kaasut jäähdytetään ennen lämmönvaihtimia johtamalla kaasuihin ilmaa tai savukaasuja.

Amerikkalaisessa patenttijulkaisussa US 4,794,871 on esitetty kaksi- tai kolmivaiheinen menetelmä, jossa jäte ensiksi käsitellään korkeintaan 500°C:ssa pyörivässä rummussa ja näin muodostunut kiinteä jäte käsitellään vähintään 500°C:ssa, edullisesti 500 - 1000°C:ssa, myrkyllisten aineiden hävittämiseksi. Savukaasut molemmista käsittelyvaiheista yhdistetään ja poltetaan niin korkeassa lämpötilassa, että myrkylliset yhdisteet kaasuissa häviävät täydellisesti.

Ruotsalaisessa patenttihakemuksessa SE 8406090-4 on esitetty menetelmä, jonka mukaan ympäristöhaitalliset jätteet, jotka sisältävät kloorattuja hiilivetyjä, poltetaan alistökiometrisesti vähintään 1200°C:ssa. Poltto tapahtuu plasmapoltolla. Patenttihakemuksen mukaan myrkyllisten aineiden uudelleen muodostuminen voidaan estää siten, että savukaasut, jotka on ensiksi jäähdytetty 350 - 700°C:een, johdetaan kosketukseen kalkin kanssa kloorin erottamiseksi kaasuista. Kloorierotus tapahtuu edullisesti siten, että kaasut johdetaan kalkilla täytetyn pystyreaktorin läpi. Matalissa lämpötiloissa polyklooratut aromaatit kuitenkin syntyvät nopeasti ennen kuin kloori on ehtinyt sitoutua

kalkkiin, joten menetelmällä ei päästä toivottuun tulokseen.

Myrkyllisten polyhalogeenien hajottamista kaksivaiheisella katalyyttikäsittelyllä on ehdotettu esim. amerikkalaisessa patenttijulkaisussa US 4,983,366. Menetelmässä kaasut viedään ensiksi hapettavan katalyyttisen krakkausvaiheen läpi ja toiseksi katalyyttisen jälkipolttovaiheen läpi.

Esillä olevan keksinnön tarkoitus on aikaansaada menetelmä polyhalogenoitujen hiilivety-yhdistepäästöjen minimoimiseksi kuumia prosessi- tai savukaasuja muodostavissa laitoksissa.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että
- kuumat prosessi- tai savukaasut, joiden lämpötila on > 700°C, johdetaan leijutuskaasuna ensimmäiseen kiertoleijupetireaktoriin ja jäähdytetään siinä 400 - 700°C:een;
- kaasujen viipymäaika ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa on 1 - 10 sekuntia, ja että
- kaasut saatetaan ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa kosketukseen polyhalogeeniyhdisteitä tuhoavan katalyyttimateriaalin kanssa.

Kuumien kaasujen viipymäaika ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa 400 - 700°C:ssa on edullisesti 2 - 5 sekuntia, jolloin kaasun sisältämät dioxiinit ja furaanit ehtivät tuhoutua katalyyttimateriaalin vaikutuksesta.

Katalyyttimateriaali on edullisesti metallijauhe, kuten Zn, Cu, Ni, Cr, Fe, Al, Pb, muu metalli tai niiden seos, metallioksidi, kuten ZnO, NiO, Cr_2O_3, CuO, Fe_2O_3, FeO, Fe_3O_4, PbO, CaO, MgO, muu metallioksidi tai niiden seos tai metallisuola, kuten Na_2CO_3, K_2CO_3, $CaCO_3$. Edullisesti katalyyttimateriaali koostuu prosessikaasun mukana tulevasta katalyyttisesti aktiivisesta metalli-, metallioksidi- tai metallisuolapölystä, jonka annetaan ainakin osittain

muodostaa ensimmäisen kiertoleijupetireaktorin petimateriaalin. Kiertoleijupetireaktori voidaan esim. asettaa kupariromusulaton kuilu-uunin jälkeen. Uunista poistuvat kaasut sisältävät mm. romun sisältämiä epäpuhtauksia, kuten ZnO, PbO, SnO, ym. Nämä epäpuhtaudet erottuvat kiertoleijupetireaktorin pölynerotuslaitteessa jääden petimateriaaliksi ja toimivat siten samalla katalyytteinä orgaanisten klooriyhdisteiden hajottamiseksi.

Kiertoleijupetireaktorissa kuumat kaasut, jotka johdetaan siihen leijutuskaasuna, jäähtyvät hyvin nopeasti jo sekoituskammiossa sekoittuessaan kaasua kylmempiin kiertohiukkasiin. Jäähdytysnopeus sekoituskammiossa on yleensä > 500 °C/s, edullisesti yli 1000 °C/s.

Keksinnön erään sovellutusmuodon mukaan metallisulaton jätelämpökattilan säteilykammioon on yhdistetty keksinnön mukainen kaksivaiheinen kaasujen jäähdytyslaitos. Säteilykammiosta tulevat 700 - 1200°C:n lämpötilassa olevat kaasut johdetaan leijutuskaasuna ensimmäiseen kiertoleijupetireaktoriin, jossa kaasut jäähdytetään 400 - 700 °C:een. Petimateriaali muodostuu ainakin osittain metallioksidista, esim. sinkkioksidista, joka toimii katalyyttinä dioksiinien ja furaanien hajoamisreaktioissa. Kaasujen viipymäaika reaktorissa on edullisesti 2 - 5 sekuntia. Kiertoleijupetireaktorista voidaan haluttaessa poistaa tuhkapitoista petimateriaalia. Katalyyttipitoista petimateriaalia lisätään tarpeen mukaan tai petimateriaalimäärä kasvaa sulatusuunin poistokaasussa olevan metallioksidipölyn jäädessä ainakin osittain petimateriaaliksi. Ensimmäisestä kiertoleijupedistä johdetaan katalyytistä pääasiallisesti erotettua kaasua toiseen kiertoleijupetireaktoriin, jossa suoritetaan kaasun loppujäähdytys. Ensimmäisestä reaktorista tulevat kaasut ovat 400 - 700 °C:n lämpötilassa ja jäähdytetään tästä lämpötilasta toisessa reaktorissa erittäin nopeasti dioxiinien ja furaanien "de novo" synteesin kannalta otollisen lämpötila-alueen 250 - 400 °C yli. Jäähdytysnopeus on > 500 °C/s, edullisesti > 1000 °C/s. Kaasut jäähtyvät

näin miltei välittömästi toisen reaktorin sekoituskammioon tullessaan alle 250 °C:n lämpötilaan. Kaasut voidaan toisessa kiertoleijupetireaktorissa haluttaessa jäähdyttää 180 °C:een, jopa allekin, minkä jälkeen kaasut voidaan johtaa esim. letkusuotimelle lopullista puhdistusta varten.

Nopealla jäähdyttämisellä alle esim. dioksiinisynteesille otollisen lämpötilavyöhykkeen 250 - 600 °C, minimoidaan näiden polyhalogeeniaromaattisten yhdisteiden syntyminen. Ensimmäisen tai toisen reaktorin kiertomassaan voidaan lisäksi lisätä aineita, jotka joko reagoivat savukaasujen sisältämien kloori-, fluori- ja rikkiyhdisteiden kanssa tai absorboivat näitä yhdisteitä, niiden poistamiseksi kaasuista. Samalla voidaan erottaa huomattava osa savukaasuissa olevista alhaisissa lämpötiloissa sulavista ja höyrystyvistä raskasmetalleista, kuten Hg, As, Zn, Cd, Pb ja Sn, ja niiden yhdisteistä kondensoimalla ne jäähdytysreaktoreissa kiertomassaan. Partikkeleita voidaan poistaa joko jatkuvasti tai aika ajoin jäähdytysreaktorin kierrosta haitallisten tai talteenotettavien aineiden poistamiseksi kierrosta. Uusia partikkeleita lisätään vastaavasti kiertomassan ylläpitämiseksi.

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin viittaamalla oheiseen kaaviolliseen piirustukseen.

Kuviossa on esitetty metallisulaton jätelämpökattilan säteilyosaan 10 yhdistettyä kaksivaiheista kaasun jäähdytyslaitosta, joka käsittää ensimmäisen ja toisen kiertoleijupetireaktorin 12 ja 14.

Ensimmäisen reaktorin 12 sekoituskammio 16 on alaosastaan yhdistetty säteilyosan 10 kaasun poistoaukkoon 18, josta kuumat prosessikaasut virtaavat leijutuskaasuna sekoituskammioon. Ensimmäisen kiertoleijupetireaktorin petimateriaali muodostuu ainakin osittain metallioksidipitoisesta katalyyttimateriaalista, joka katalysoi dioxiinien ja furaanien

hajoamista.

Dioxiinit ja furaanit tuhoutuvat metallioksidipinnoilla katalyyttisesti 120 - 500 °C:n lämpötilassa 1 - 4 sekunnin viipymäajassa. Keksinnön mukaan kaasun lämpötila alennetaan ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa 400 - 700 °C:een, ja ylläpidetään tässä 1 - 10 sekuntia, edullisesti 2 - 5 sekuntia, jolloin katalyyttivaikutusta voidaan käyttää hyväksi.

Kaasut virtaavat sekoituskammiosta 16 nousuosan 20 läpi hiukkaserottimeen 22, jossa petimateriaalihiukkaset erotetaan kaasusta. Erotetut hiukkaset johdetaan paluuputkessa 24 takaisin sekoituskammioon. Osa erotetuista hiukkasista voidaan poistaa kiertosysteemistä yhteellä 26, jolloin kiertosysteemistä saadaan poistettua siihen kaasusta eronneita hiukkasia tai käytettyä katalyyttia. Uutta katalyytimateriaalia voidaan lisätä yhteen 28 kautta. Kiertopetimateriaali jäähdytetään nousuosaan sovitetuilla lämmönsiirtopinnoilla 30.

Katalyyttimateriaali on hiukkaskooltaan edullisesti tarpeeksi pienikokoista kulkemaan kaasun mukana nousuosan yläosaan ja siitä edelleen yhteellä 32 hiukkaserottimeen 22, mutta kuitenkin tarpeeksi karkeata erottumaan kaasusta hiukkaserottimessa.

Hiukkaserottimen kaasunpoistoyhde 34 on yhdistetty toisen kiertoleijupetireaktorin 14 sekoituskammion 36 sisääntuloaukkoon 38. Ensimmäisessä reaktorissa katalyytin vaikutuksesta myrkyllisistä polyhalogeeniyhdisteistä puhdistuneet kaasut virtaavat leijutuskaasuna toisen reaktorin sekoituskammioon ja jäähtyvät kiertomateriaalin vaikutuksesta välittömästi alle "de novo" synteesille otollisen lämpötila-alueen.

Kaasut virtaavat sekoituskammiosta 36 nousuosan 40 kautta toiseen hiukkaserottimeen 42 ja poistuvat sieltä hiukkasista

puhdistettuna kaasunpoistoyhteen 44 kautta. Nousuosassa kaasut ja hiukkaset jäähdytetään lämmönsiirtopinnoilla 46 Erotetut hiukkaset palautuvat pääosiltaan sekoituskammioon palautusputken 48 kautta. Osa erotetuista hiukkasista voidaan poistaa kiertosysteemistä yhteellä 50 ja voidaan haluttaessa ohjata ensimmäiseen reaktoriin tai pääprosessiin poltettavaksi. Uutta kiertomateriaalia voidaan lisätä yhteellä 52.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä halogeeniyhdisteitä sisältävien kuumien prosessi- tai savukaasujen jäähdyttämiseksi kahdessa peräkkäisessä kiertoleijupetireaktorissa, jolloin kuumat kaasut jäähdytetään ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa siten, että kaasujen lämpötila vielä jäähdytyksen jälkeen on yli 400°C, ja toisessa kiertoleijupetireaktorissa siten, että kaasujen lämpötila nopeasti laskee lämpötila-alueen 250-400 °C alle, tunnettu siitä, että

- kuumat prosessi- tai savukaasut, joiden lämpötila on > 700°C, johdetaan leijutuskaasuna ensimmäiseen kiertoleijupetireaktoriin ja jäähdytetään siinä 400 - 700°C:een,
- kaasujen viipymäaika ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa on 1 - 10 sekuntia, ja että
- kaasut saatetaan ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa kosketukseen polyhalogeeniyhdisteitä tuhoavan katalyyttimateriaalin kanssa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kuumien kaasujen viipymäaika 400 - 700°C:ssa on 2 - 5 sekuntia.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että katalyyttimateriaali ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa muodostuu ainakin osittain metallioksideista.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että katalyyttimateriaali muodostuu jostakin seuraavista oksideista sinkkioksidi, lyijyoksidi, rautaoksidi, kuparioksidi, nikkelioksidi, aluminioksidi tai piioksidi.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että katalyyttimateriaali muodostuu sinkkioksidista tai sinkki- ja lyijyoksidin seoksesta.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu

siitä, että kuumat kaasut jäähdytetään ensimmäisen kiertoleijupetireaktorin sekoituskammiossa 400 - 700°C:een.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että jäähdytysnopeudeksi toisessa kiertoleijupetireaktorissa säädetään > 500°C/s.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että katalyyttimateriaali ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa muodostuu ainakin osittain metallisuolasta.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että katalyyttimateriaali ensimmäisessä kiertoleijupetireaktorissa muodostuu ainakin osittain metallijauheesta.

Patentkrav

1. Förfarande för kylning av heta process- eller rökgaser innehållande halogenföreningar i två efter varandra anordnade virvelbäddsreaktorer med cirkulerande bädd, varvid de heta gaserna i den första virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd kyls så, att gasernas temperatur ännu efter kylningen är över 400 °C och i den andra virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd så, att gasernas temperatur snabbt sjunker under temperaturområdet 250 - 400 °C, kännetecknat därav, att
- de heta process- eller rökgaserna, vilkas temperatur är > 700 °C leds som fluidiseringsgas till den första virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd och kyls där till 400 - 700 °C,
- gasernas uppehållstid i den första virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd är 1 - 10 sekunder, och att
- gaserna i den första virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd bringas i kontakt med ett polyhalogenföreningar förstörande katalytmaterial.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat därav, att de heta gasernas uppehållstid i 400 - 700 °C är 2 - 5 sekunder.

3. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat därav, att katalytmaterialet i den första virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd åtminstone delvis består av metalloxider.

4. Förfarande enligt patentkravet 3, kännetecknat därav, att katalytmaterialet består av någon av följande oxider: zinkoxid, blyoxid, järnoxid, kopparoxid, nickeloxid, aluminiumoxid eller kiseloxid.

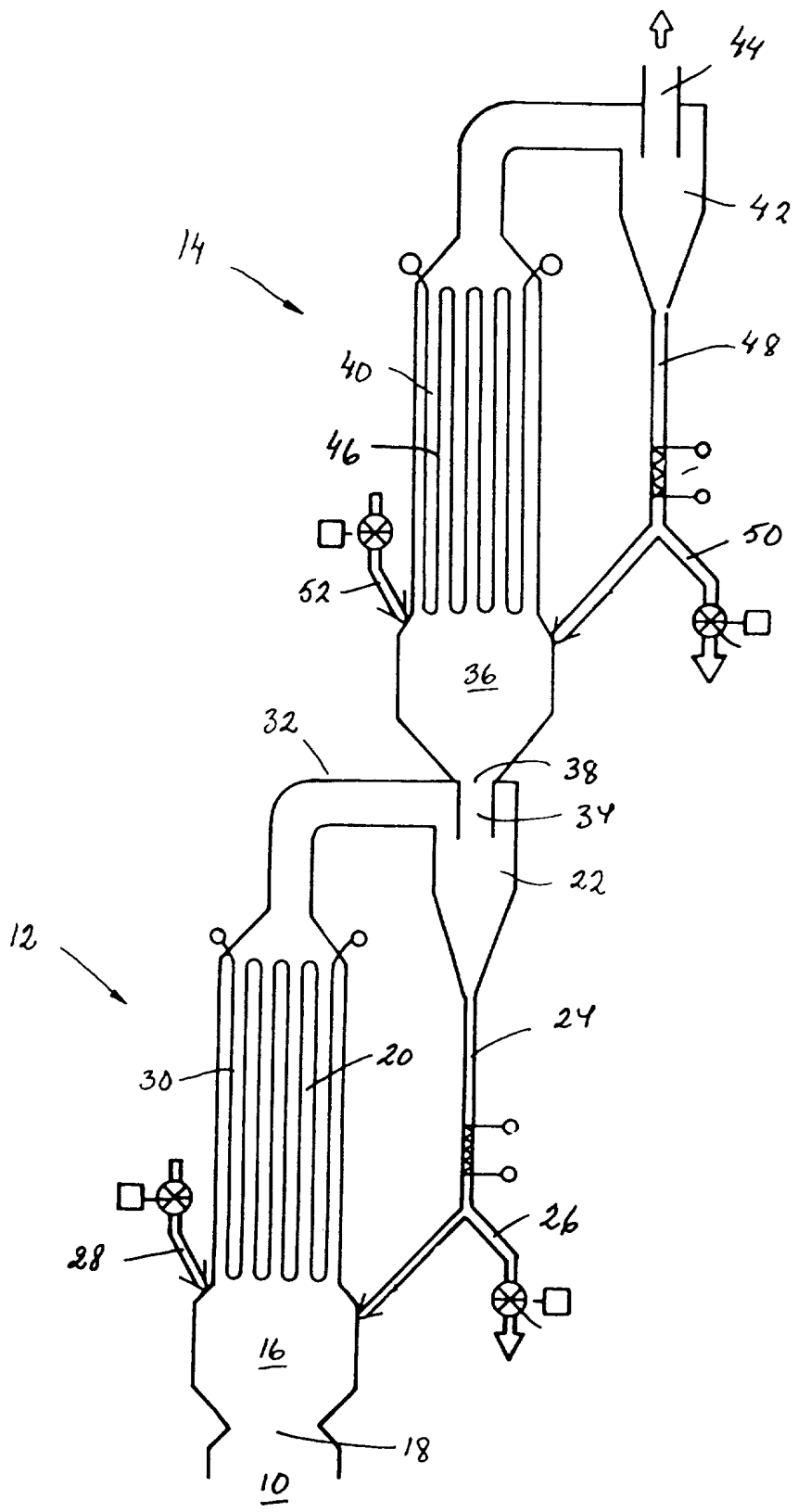
5. Förfarande enligt patentkravet 4, kännetecknat därav, att katalytmaterialet består av zinkoxid eller en blandning av zink- och blyoxid.

6. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat därav, att de heta gaserna i den första virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd kyls i en blandningskammare till 400-700 °C.

7. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat därav, att kylningshastigheten i den andra virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd regleras till > 500 °C/s.

8. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat därav, att katalytmaterialet i den första virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd åtminstone delvis består av metallsalt.

9. Förfarande enligt patentkravet 1, kännetecknat därav, att katalytmaterialet i den första virvelbäddsreaktorn med cirkulerande bädd åtminstone delvis består av metallpulver.


44
42
14
48
40
46
50
52
36
32
38
34
22
12
24
30
20
26
28
16
18
10