



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

86035

C (45) Patentti myönnetty
Patent mellelagt 10 07 1992

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

B 01D 53/12

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	884769
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	14.10.88
(24) Alkupäivä - Löpdag	14.10.88
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	15.04.89
(44) Nähtävaksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.03.92
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
14.10.87 SE 8704005 P	

(71) Hakija - Sökande

1. Nobel Chematur AB, Knektåsvägen 33, 691 53 Karlskoga, Sverige, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Dingfors, Kent, Guldvingevägen 5, 194 53 Upplands Väsby, Sverige, (SE)
2. Heinegård, Christer, Floravägen 5, 691 36 Karlskoga, Sverige, (SE)
3. Nilsson, Sven, Blomsterslottet 1160, 669 00 Deje, Sverige, (SE)

(74) Asiamies - Ombud: Seppo Laine Ky

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

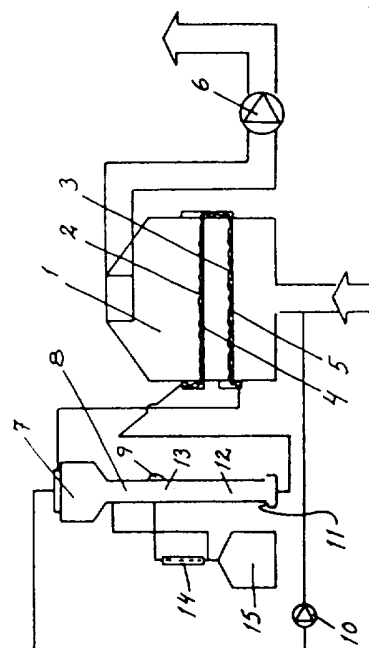
Ilmanpuhdistusmenetelmä
Luftreningsprocess

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä ja laite orgaanisten aineiden, erityisesti liuottimien, erottamiseksi ja talteenottamiseksi näitä aineita sisältävästä teollisuusilmasta. Keksintö perustuu siihen, että likaantunut ilma pakotetaan kulkemaan ainakin yhden makrohuukoista polymeerihiukkasis-ta, jotka adsorboivat liuottimen, koostuvan leijukerroksen (2, 3) läpi. Makrohuukosisia polymeerihiukkasia syötetään jatkuvasti leijukerroksen (2, 3) läpi ja edelleen desorptio-kolooniin (8), jossa liuotin erotetaan adsorptioaineesta lämpimän ilman avulla ja imetään edelleen jäähdyttimeen (14).

Föreliggande uppfinning hänför sig till ett sätt och en anordning för att avskilja och återvinna organiska ämnen främst lösningsmedel från av dessa ämnen förorenad industriventilationsluft. Uppfinningen bygger på att den förorenade luften tvingas passera minst en fluidiserad bädd (2,3) av makroporösa polymerpartiklar vilka adsorberar lösningsmedlen. De makroporösa polymerpartiklarna matas kontinuerligt genom bädden (2,3) och från den vidare mot en desorptionskolonn (8) där lösningsmedlet strippas med hjälp av uppvärmd luft för att därefter dras av i en kylare (14).



Ilmanpuhdistusmenetelmä

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä orgaanisten aineiden, ennen kaikkea liuottimien erottamiseksi ja ottamiseksi talteen näillä aineilla saastuneesta teollisuustuuletusilmasta. Keksintö perustuu siihen, että liuottimet adsorboidaan adsorbentilla, joka koostuu makrohuokoisista polymeerihiukkasista, ilman kulkiessa polymeerihiukkasista koostuvan liikuvan nk. leijukerroksen läpi. Nämä syötetään ilman vaikutuksella yhtäjaksoisesti kerroksen läpi suorassa kulmassa ilmavirran suunnan suhteen. Polymeerihiukkaset syötetään tämän jälkeen yhtäjaksoisesti desorptiokolonniin, jossa liuotin desorboidaan adsorbentista, erotetaan ilman avulla ja poistetaan jäähdyttimeen, jossa liuotin kondensoidaan. Polymeerihiukkaset syötetään yhtäjaksoisesti desorptiokolonnista jäähdyttimen kautta takaisin adsorptiokerrokseen. Keksinnön kohteena on myös laite menetelmän suorittamiseksi.

Keksinnölle on ensisijassa tunnusomaista adsorptiomateriaalin valinnan ja menetelmän muodostamisen yhdistelmä. Tämä yhdistelmä antaa, kuten seuraavasta selityksestä selviää, ainutlaatuisia mahdollisuuksia teollisuustuuletusilman puhdistamisen kannalta.

Kun on puhdistettava orgaanisista aineista koostuva kaasuseos, käytetään tavallisesti adsorptioaineena aktiivihiiltä. Aktiivihiilellä on kuitenkin muutamia vakavia rajoituksia, nimittäin:

- Se on vaikeasti regeneroitavissa. Tarvitaan korkeita lämpötiloja ja määrätyissä tapauksissa adsorboidaan korkeassa lämpötilassa kiehuvat yhdisteet palautumattomasti, mikä saa aikaan sen, että hiili inaktivoidaan.
- Ilmaa ei voida käyttää desorptiokaasuna, koska on vaarana, että hiilikerroksessa syttyy tulipalo sen johdosta, että il-

man happi hapettaa hiilen desorptiossa käytettävissä lämpötiloissa. Normaalisti desorptioon käytetään tästä syystä vesihöyryä tai typpikaasua. Vesihöyryn käyttö saa aikaan sen, että regeneroinnissa saadaan liuottimen ja veden seos, joka ennen kaikkea polaaristen liuottimien kohdalla tuottaa vaikeita fraktiointiongelmia. Typpikaasun käyttö on kallista, ennen kaikkea sen johdosta, että ei voida välttää suhteellisen suuria typpikaasun häviöitä.

- Aktiivihiiltä ei voida myöskään käyttää adsorptioaineena korkeassa suhteellisessa ilmankosteudessa (yli n. 70 %), koska vesi syrjäyttää liuottimen adsorptiossa.

- Aktiivihiili katalysoi edelleen määrätyissä tapauksissa kloorattujen hiilivetyjen hajoamista sekä monomeerien, esim. styreenien polymerointia, mikä saa aikaan adsorbentin inaktivoitumisen.

Liuotinpitoisen ilman puhdistuksen adsorptioprosessit on muodostettu tavallisesti adsorbentin kiinteistä kerroksista, joihin liuotin adsorboidaan sen kulkiessa kerroksen läpi. Kerroksen regenerointi tapahtuu siten, että tuuletusilma katkaistaan ja ohjataan toiseen rinnakkaiseen kerrokseen. Vesihöyrystä tai typpikaasusta koostuva lämmin desorptiokaasu ohjataan tämän jälkeen kerroksen läpi, jolloin liuotin desorboidaan. Desorptioaineen ja liuottimen seos ohjataan sitten edelleen erilliseen jäähdyttimeen liuottimien kondensoimiseksi. Nämä laitteistot toimivat siten keskeytymättä, jolloin jatkuvatoimisessa käytössä on käytettävä kahta rinnakkaista laitteistoa, jotka toimivat vuorotellen adsorptiolla tai desorptiolla. Tämä aiheuttaa sen, että laitteistoista tulee suuria ja kalliita ja ne vaativat suuria energiamääriä desorptiossa.

Useita aktiivihiilestä koostuviin kiinteisiin kerroksiin liittyviä haittoja on ratkaistu siten, että työskennellään hiilihiukkasista koostuvalla leijukerroksella, jossa hiili-

hiukkaset regeneroidaan vesihöyryllä tai inertillä typpikaasulla erillisessä desorptioyksikössä. Hiilihiukkaset, jotka ovat erityisesti muodostettuja pallomaisia hiukkasia, kuljetetaan yhtäjaksoisesti adsorptiokerroksen läpi desorptioyksikköön ja takaisin jälleen adsorptiokerrokseen. Tällä tavalla vähennetään energiankulutusta verrattuna kiinteisiin kerroksiin. Tämän lisäksi laitteistosta tulee mekaanisesti yksinkertaisempi sen ansiosta, että ei tarvitse enää jakaa vuorotellen ilmaa kerroksesta toiseen. Pääasiallisina haittoina on, että adsorbentin suhteellisen korkean ominaispainon ja suhteellisen hitaan adsorptiokinetiikan johdosta on työskenneltävä suhteellisen ohuilla adsorptiokerroksilla (25 - 50 mm), mikä aiheuttaa sen, että kohtuullisen puhdistusvaikutuksen aikaansaamiseksi on työskenneltävä suhteellisen suurella kerrosmäärällä sarjassa. Desorption on myös tässä tapauksessa tapahduttava vesihöyryllä tai inertillä kaasulla, kuten typpikaasulla. Kondensoitu liuotin sisältää vettä myös silloin, kun käytetään typpikaasua, koska hiilihiukkaset adsorboivat liuottimen lisäksi vettä tuuletusilmasta.

Tämän keksinnön päätehtävänä on saada aikaan menetelmä kaasuseosten puhdistamiseksi, jossa menetelmässä ei ole yllä mainittuja haittoja ja joka mahdollistaa useiden kaasuseokseen kuuluvien liuotinkomponenttien suoran talteenoton desorption yhteydessä, jotka komponentit ovat myös vapaita vedestä. Tämä saadaan aikaan adsorptioaineen valinnan ja menetelmän muodostamisen yhdistelmällä.

Adsorboiva materiaali, jota käytetään tämän keksinnön mukaisesti, koostuu makrohuukoista polymeerihiukkasista, jotka ovat silloitettua aromaattista homo- tai sekapolymeeriä, jonka hiukkaskoko on 0,1 - 0,8 mm, ja polymeerihiukkasten tiheys on 0,4 - 0,6 kg/dm³. Tämä voi sisältää myös funktionaalisia ryhmiä, jotta polymeerihiukkaset saavat halutun affiniteetin kussakin erityisessä tapauksessa kyseessä olevan liuottimen suhteen. Ruotsalaisessa patentissa 82.00537-3 esitetään, miten tällaisia makrohuukoista polymeerihiukkasia voidaan käyttää kaasujen ja nesteiden erottamiseksi.

Käytettyjen makrohuokoisten polymeerihiukkasten etuina verrattuna tavanomaisiin adsorbentteihin, kuten aktiivihilleen ilman puhdistamiseksi on ennen kaikkea se, että polymeerihiukkaset voidaan räätälöidä suuressa määrin käyttöaluettaan varten. Siten fysikaalisia parametrejä, kuten hiukkaskokoa, hiukkaskokojakaantumaa, huokoskokoa, huokoskokojakaantumaa, tiheyttä ja ominaispinta-alaa voidaan ohjata polymerointiprosessin prosessiparametrien avulla. Adsorboivan pinnan kemiallisia ominaisuuksia voidaan ohjata monomeerien valinnan avulla tai käsittelemällä polymeerihiukkaset kemiallisesti.

Tämän keksinnön perustana on se, että optimoimalla adsorptiomateriaali on mahdollista suunnitella yhtäjaksoinen ilmanpuhdistusmenetelmä, joka ratkaisee ne ongelmat, joita on ollut mahdotonta tai hyvin kallista ratkaista tavanomaisella tekniikalla.

Polymeerimateriaalin ne ominaisuudet, jotka ovat osoittautuneet olennaisimmiksi yhtäjaksoiselle menetelmällä, ovat:

- Huokoskoko ja huokoskokojakaantuma. Nämä ovat kriittisiä kinetiikalle (nopeudelle) sekä adsorption että desorption kulussa, joka on paljon olennaisempi jatkuvatoimisessa kerroksessa kuin kiinteässä kerroksessa. Huokoskokojakaantuman tulee olla aina mahdollisimman tasainen, mutta huokoskokoolla on optimiarvo, koska liian suuret huokokset johtavat pienempään ominaispinta-alaan ja siten vähentyneeseen adsorptiokapasiteettiin, kun taas liian pienet huokokset johtavat liian hitaaseen adsorptio- tai vastaavasti desorptionopeuteen, jotta yhtäjaksoinen kerros olisi sopiva.

- Ilman happi ei saa hapettaa polymeerimateriaalia missään lämpötilassa, joka voi esiintyä menetelmässä. Tämä saa aikaan sen, että ilmaa voidaan yleisesti käyttää desorptiossa, mikä on ainutlaatuista ja suo useita etuja erityisesti laitteistojen investointi- ja käyttökustannusten kannalta.

- Polymeerimateriaalin tiheyden tulee olla sovitettu leijukerrosmenetelmään.
- Polymeerimateriaalilla tulee olla suuri mekaaninen lujuus, jotta se kestää sen kulutuksen, joka esiintyy pyörrekerroksessa hiukkasten liikkeen johdosta. Tämä on kriittinen adsorbentin kestoikä.
- Polymeerihiukkasten hydrofobisuus valitaan siten, että veden imeytyminen ilmasta on olematonta. Tämä saa aikaan osittain sen, että puhdistusvaikutuksesta tulee riippumaton ilman kosteudesta, osittain sen, että voidaan ottaa talteen käytännöllisesti katsoen vedetön liuotin.

Tässä keksinnössä ehdotetun menetelmän periaatteellinen virtauskaavio on esitetty kuviossa 1.

Adsorbentti, makrohuokoiset polymeerihiukkaset "virtaavat" adsorptioyksikön 1 läpi yhdessä tai useammassa kerroksessa. Kuviossa 1 on esitetty kaksi kerrosta 2 ja 3, jotka molemmat on varustettu erityisesti muotoilluilla leijupohjilla 4, 5. Kun päätuuletin 6 on käynnissä, puhdistettava ilma pakotetaan adsorptioyksikön läpi. Kun päätuuletin 6 pysäytetään, pysähtyy myös prosessi.

Desorptioyksikkö koostuu puskurivarastosta 7 adsorbentin varastoitumiseksi ja se on järjestetty erotusyksikön 8 yläpuolelle, joka muodostuu erityisesti muotoilluista lämmönvaihdimista (höyrylämmitys), joissa on kaasunpoistolaatikko 9.

Kun adsorbentti liikkuu erottimen läpi, se lämmitetään sellaiseen lämpötilaan, että liuotin voi poistua adsorbentista ympäröivään erottimen ilmaan. Puskurivarastossa 7 säiliön yläosassa pidetään alipaine kuljetustuulettimen 10 avulla. Tämä alipaine saa aikaan sen, että erotinilma vedetään erottimen 8 pohjassa olevasta ilmanottoaukosta 11 ja ylöspäin alaspäin kulkevan adsorbentin läpi. Kun erotinilma on kulke-

nut erottimen pohjajäähdyttimen 12 ja lämpöpatterin 13 läpi, se kulkee poistolaatikon 9 kautta lauhduttimen 14 läpi ja edelleen takaisin erottimeen 8 sen ylemmän lämmittimen yläpuolelle. Lauhduttimesta 14 liuotin valuu alas säiliöön 15.

Polymeerien kuljetus desorptio- tai adsorptioyksikköjen välillä tapahtuu ilmalla joko adsorptio- tai vastaavasti desorptioyksikössä 8 vallitsevien paine-erojen avulla tai siten, että adsorbentti kuljetetaan puhaltamalla molempien yksikköjen välillä.

Adsorbenttivirtaa prosessin läpi ohjataan säätämällä desorberista tulevaa virtaa.

Adsorptioyksikön adsorbentin määrä säädetään "tasonpitolevyillä" leijupohjien 4 ja 5 lopussa.

Keksinnön mukainen menetelmä liuottimien puhdistamiseksi sisältää useita erillisiä ainutlaatuisia osaratkaisuja, jotka mahdollistetaan räätälöidyn adsorbentin ja yksittäisten prosessivaiheiden ratkaisujen yhdistelmällä, nimittäin:

1. Leijukerroksen muodostus yhdessä polymeerisen materiaalin tiheyden (tiheys $(0,4 - 0,6 \text{ kg/dm}^3)$ sekä hiukkaskoon (läpimitta $0,1 - 0,8 \text{ mm}$) kanssa saa aikaan sen, että voidaan käyttää suhteellisen paksuja kerroksia, $100 - 250 \text{ mm}$, tiheästi pakatussa tilassa. Tämä puolestaan saa aikaan sen, että normaalisti puhdistettavan ilman tarvitsee kulkea ai-noastaan $1 - 3$ sarjaankytketyn kerroksen läpi hyvän puhdistuksen aikaansaamiseksi. Leijukerroksen muodostusta selitetään yksityiskohtaisemmin myöhemmin.

2. Desorptio ilmalla ja tämän järjestelmän muodostus. Koska erotinilma liuottimen jäähdyttämisen jälkeen palautetaan desorptioyksikön yläosaan, ilmassa jäljellä oleva liuotin adsorboidaan saapuvalla "kylmällä" adsorbentilla. Liuottimen konsentraatio erotinilmassa kasvaa tällöin, mikä saa aikaan

sen, että jäähtyminen lauhduttimessa lisääntyy, kunnes sen tasapaino saavutetaan. Tällä tavalla desorptioyksikkö on itsesäätyvä liuotinkoostumusten, lämpötilan ja jäähdytinvä-
den lämpötilan muutosten suhteen.

3. Desorptioyksikkö muodostetaan siten, että liuotinseosten yhteydessä, jotka koostuvat erilaisen kiehumispisteen omaa-
vista seoksista, on mahdollista poistaa liuotin fraktioissa, jotka sisältävät alhaisessa tai vastaavasti korkeassa lämpö-
tilassa kiehuvia liuottimia. Tämä on useissa tapauksissa hy-
vin tärkeää, jotta voidaan käyttää jälleen liuotinta ilman, että on käytettävä erillistä jakotislausta tai erottelua kalvon avulla. Tämä saadaan aikaan jakamalla erotin useiksi alueiksi, jolloin jokaisen alueen jälkeen on järjestetty erotinilman poisto ja liuottimien jäähdytys. Tekniikka pe-
rustuu siihen, että ensimmäisellä alueella desorboidaan pää-
asiassa alhaisessa lämpötilassa kiehuvat liuottimet pitämäl-
lä suhteellisen alhainen lämpötila, kun taas seuraavalla alueella (alueilla) lämpötilaa lisätään korkeammassa lämpö-
tilassa kiehuvien fraktioiden poistamiseksi. Seuraavassa se-
litetään tällaista laitetta.

Yllä esitetyn tyyppisen "vaeltavan" leijukerroksen ja sen teollisuusilman puhdistamiseksi tapahtuvan käytön pääajatuksena on siten se, että puhdistettavaa liuottimia sisältävää ilmaa käytetään leijukerroksen muodostamiseksi ja ylläpitä-
miseksi sekä adsorbenttimateriaalin syöttämiseksi kerroksen läpi. Leijukerroksesta adsorbentti syötetään sitten edelleen desorptioasemalle, jossa adsorboitu liuotin erotetaan adsor-
bentista ja otetaan talteen jäähdyttämällä. Ilma, jota käy-
tetään leijukerroksen muodostamiseksi, on pääasiassa täysin vapaa liuottimista sen kuljettua kerroksen läpi.

Yllä esitetyn tyyppisten leijukerrosten vaikeutena on saada aikaan hiukkasmaisen adsorbenttimateriaalin tasainen mielui-
ten säädettävä syöttönopeus kerroksen läpi. Missään tapauk-
sessa ei voida sallia epästabiiliutta kerroksessa eikä sel-

laisia pyörreliikkeitä tässä, jotka aiheuttavat epätasaisia viipymäaikoja. Toivomuksena on siis rauhallinen virtaus kerroksen läpi siinä tahdissa, joka vaaditaan kerroksen muodostavan ilman moitteetonta puhdistusta varten.

Tämän keksinnön mukaisesti tämä on saatu aikaan siten, että leijukerros jaetaan useiksi yhdensuuntaisiksi väyliksi, joista jokainen on muodostettu kerroksen syöttösuunnassa kulkevan kulmakiskon yläpuolelle, jossa on V-muotoinen tai kaareva (esim. sinimuotoinen) poikkileikkaus ja joka on varustettu syvimässä osassaan mahdollisesti säädettävällä puhdistettavan ilman tuloraolla ja joka samanaikaisesti muodostaa leijukerroksen.

Oheisissa piirustuksissa 3 ja 4 esitetään kaksi erilaista muunnelmää siitä, miten erilaiset väylät keksinnön mukaisessa leijukerroksessa voidaan järjestää joko vierekkäin tai päällekkäin.

Kuvio 2 esittää poikkileikkauskuvaa keksinnön mukaisen leijukerroksen siitä muunnelmasta, jossa väylät on järjestetty vierekkäin, kun taas kuvio 3 esittää pitkittäisleikkauskuvaa samasta laitteesta. Kuvio 4 esittää poikkileikkauskuvaa keksinnön mukaisen leijukerroksen muunnelmasta, jossa väylät on järjestetty päällekkäin.

Kuvioissa 2 ja 3 esitetty laite käsittää tulokammion 16, joka on varustettu puhdistettavan ilman tuloputkella 17, sekä leijukammion 18. Leijukammion 18 on varustettu puhdistetun ilman poistoputkella 19.

Tulo- ja leijukammio erotetaan toisistaan vinoilla, toistensa suhteen kulmittain olevilla pelleillä 20, 21, jotka muodostava pareittain syviä kouruja, joista jokainen vastaa leijukerroksen eri väyliä. Näiden kourujen pohjassa on rako-levydeltään mahdollisesti säädettävä rako 22 leijuilman syöttämiseksi ennalta määrätyllä nopeudella kammiosta 16,

jossa ylläpidetään siis korkeampaa painetta kuin leijukammiossa 18.

Kuvioissa ei ole esitetty, miten hiukkasmainen adsorbenttimateriaali syötetään leijukerrokseen tämän tulosivulla ja otetaan talteen tämän poistosivulla. Sitä vastoin nuoli A esittää adsorbenttimateriaalin liikesuuntaa kammion läpi. Myös ilman liike on merkitty nuolilla. Raot 22 ovat laajemat kuin adsorbenttimateriaalin läpimitta. Tästä syystä tarvitaan erityistoimenpiteitä, jotta tämä ei vyöry kammioon 16 toiminnan mahdollisesti keskeytyessä. Keksinnön erään suoritustemuodon mukaisesti järjestetään tästä syystä pitkänomaisia kulmittain olevia kouruja 23 vastaavien rakojen 22 alapuolelle. Toiminnan mahdollisesti keskeytyessä tämän järjestelyn avulla muodostetaan hiukkassulku, joka koostuu adsorbenttimateriaalista, joka täyttää täysin raon 22 ja myös osittain kourun 23, mutta joka puhalletaan puhtaaksi heti, kun uutta leijuilmaa syötetään kammioon 16.

Keksinnön mukaiset väylät voidaan järjestää myös päällekkäin kuviossa 4 esitetyllä tavalla. Tämä laite on esitetty ai-noastaan poikkileikkauskuvana.

Kuviossa 4 esitetyssä keksinnön mukaisen laitteen muunnelmassa väylät muodostetaan toistensa suhteen vinoista pel-leistä 24 ja 25 ja tulorakoa on merkitty numerolla 26 ja toiminnan katkaisusuoja on merkitty numerolla 27. Tämä vii-meksi mainittu muodostuu tässä pitkittäisestä reunasta. Ku-vioihin on merkitty ilmanvirtaus tämän reunan ohi. Ilmantu-loputkella 17 varustetulla tulokammioilla 16 on samat viite-merkinnät kuin kuvioissa 2 ja 3, koska niillä on täysin sama toiminta. Sitä vastoin tämän muunnelman mukaiset leijuker-rokset ovat kokonaan vastaavien peltien 24 ja 25 muodosta-missa kouruissa, jotka päätyvät yhteiseen poistokammioon 18, joka on varustettu pääpoistoputkella 19.

Patenttivaatimuksissa on esitetty keksinnön erityiset tun-nusmerkit, mitä tulee leijukerroksen muodostamiseen.

Keksintöä selitetään seuraavassa lopuksi lähemmin esimerkiksi viitaten kuvion 5 piirustukseen. Esimerkki koskee ilman puhdistusta, joka sisältää erilaiset kiehumispisteet omaavien kahden liuottimen seoksen. Esimerkki havainnollistaa, miten seoksen liuottimien fraktiointi voidaan suorittaa.

Keksinnön erityistä muunnelmaa, jossa puhdistetaan teollisuusiilmaa, joka sisältää erilaiset kiehumispisteet omaavien kahden erilaisen liuottimen seosta, selitetään nyt lähemmin kuviossa 5 yleisesti esitetyn laitteen avulla.

Tämä laite käsittää astian 24, johon syötetään nuolen 25 kohdalla tuuletusilmaa, joka sisältää kahta liuotinta, esimerkiksi automaalamon laitteistosta. Astia 24 käsittää kaksi leijukerrosta 26, 27, jotka koostuvat adsorbenttina mainituille liuottimille toimivasta makrohuokoisesta, hiukkasmaisesta polymeerimateriaalista. Kerrosten leijuva polymeerimateriaali voidaan saattaa sinänsä tunnetulla tavalla kulkemaan nuolien 28 ja 29 suunnassa, jolloin materiaali siirretään ylemmästä kerroksesta alempaan läpikulun 30 kautta. Alemmasta kerroksesta 26 voidaan ottaa jatkuvasti materiaalia poistoputkesta 31, joka materiaali regeneroinnin jälkeen palautetaan ylempään kerrokseen 27 tuloputkesta 32.

Tuuletusilma saatetaan kulkemaan astian 24 läpi tuulettimella 33 aikaansaadun alipaineen johdosta. Tuuletin 33 luovuttaa poistoaukostaan 34 kerrosten 26 ja 27 läpikulussa puhdistettua ilmaa.

Liuottimella osittain kyllästetty adsorptiomateriaali syötetään poistoputkesta 31 putken 35 kautta vastaanottotaskuun tai puskurivarastoon 36, josta materiaali syötetään käsittelykanavaan 37. Kanava 37 on jaettu esilämmitysalueeseen 38 ja kahteen desorptioalueeseen 39 ja 40 sekä jäähdytysalueeseen 41. Jokainen alueista 38, 39, 40 käsittää levylämmönvaihtimen materiaalin lämmittämiseksi jokaisella alueella haluttuun lämpötilaan. Polymeerimateriaali syötetään tällöin

levyvaihdinten väliin, joihin syötetään haluttua lämpöväliainetta vastaavan tulonuolen kohdalla, joka otetaan pois vastaavan poistonuolen kohdalla. Jäähdytysalue 41 käsittää vastaavalla tavalla muodostetut jäähdyttimet.

Sopivan esilämmityksen jälkeen alueella 38 polymeerimateriaali syötetään ensimmäiselle desorptioalueelle 39, jossa se lämmitetään lämpötilaan, joka on riittävä alhaisimman kiehumispisteen omaavan liuottimen desorboimiseksi. Saatu liuotinhöyry kulkee tällöin putken 42 kautta kondensointilaitteeseen 43, jossa höyry jäähdytetään mainitun liuottimen kondensoimiseksi ja talteenottamiseksi, joka liuotin kerätään säiliöön 44. Kondensointilaitteen 43 jäähdytysaineen tulo ja poisto esitetään laitteeseen tai vastaavasti laitteesta suunnattujen nuolien avulla. Höyry, jota ei kondensoida laitteessa 43, ohjataan takaisin kuristuksen 45 kautta käsittelykanavaan 37 vastavirtaan esilämmittimen ympärille, jotta se saatetaan osallistumaan uudelleen desorptioprosessiin. Tällä tavalla taataan, että olennaisesti kaikki liuotin otetaan talteen ja olennaisesti mitään liuotinta ei vuoda ympäristöön.

Alueelta 39 polymeerimateriaali kulkee toiselle desorptioalueelle 40, jossa sitä lämmitetään edelleen lämpötilaan, joka mahdollistaa kerätyn korkeimman kiehumispisteen omaavan liuottimen desorption. Kuten vaiheessa 39 kehittynyt liuotinhöyry poistuu putken 46 kautta kondensointilaitteeseen 47, jossa höyry jäähdytetään liuottimen jäähdyttämiseksi ja talteenottamiseksi säiliöön 48. Kondensoitumaton höyry palautetaan kuten edellä kuristuksen 25 kautta käsittelykanavaan vastavirtaan esilämmittimen 38 ympärille.

Desorptioalueiden 39 ja 40 läpikulussa regeneroitu ja jäähdytysalueella 41 jäähdytetty polymeerimateriaali kerätään säiliöön 50 ja palautetaan ylemmän leijukerroksen 27 tuloputkeen 32 putken 51 kautta.

Prosessissa tarvittava ilma otetaan käsittelykanavan 37 suusta säiliössä 50, kuten on esitetty nuolilla 52. Numerolla 53 on merkitty pumppua vuotoilman palauttamiseksi puskurivarastosta 36 leijukammioon 24. Siten estetään vuoto ympäristöön desorptiolaitteistosta 36, 37.

Kuten selityksestä selviää, käyttämällä keksintöä saadaan aikaan tuuletusilmassa esiintyvien liuottimien jako fraktioihin. Menetelmä parantaa olennaisesti mahdollisuuksia suoraan uudelleenkäyttöön varsinaisessa valmistusprosessissa ilman erillisen fraktioinnin tarvetta.

Eräs alue, jolla yllä esitetyn tyyppisellä prosessilla on ilmeisiä etuja, on esim. silloin, kun tällaisesta laitteistosta peräisin oleva tuuletusilma sisältää sekä alhaisessa että korkeassa lämpötilassa kiehuvia esim. etyyliasetaattia ja ksyleeniä. Niiden kiehumispisteet ovat n. 75°C ja 145°C ja näitä liuottimia sisältävä tuuletusilma sopii hyvin puhdistettavaksi keksinnön mukaisessa laitteistossa, jossa otetaan samanaikaisesti jälleen käyttöön molemmat liuotinkomponentit.

Yllä on esitetty keksinnön periaatetta kaaviomaisesti esitetyn laitteiston yhteydessä. Tätä voidaan kuitenkin, kuten alan ammattihenkilölle on selvää, muunnella monessa suhteessa poikkeamatta keksinnöllisestä ajatuksesta.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä orgaanisten aineiden, ennen kaikkea liuottimien erottamiseksi ja ottamiseksi talteen epäpuhtaasta teollisuustuuletusilmasta, josta mainitut liuottimet adsorboidaan niiden kulkiessa liikkuvan, nk. leijukerroksen tai pyörrekerroksen läpi hiukkasmaisella regeneroitavalla adsorbentilla, jonka hiukkaskoko, huokostilavuus ja tiheys on valittu ottaen huomioon leijukerroksen muotoilu, kun taas hiukkasten huokoskoko, huokoskokojakaantuma ja ominaispinta-ala sekä pinta-alan kemialliset ominaisuudet on valittu ottaen huomioon ne orgaaniset aineet, jotka sen on adsorboitava, ja jolloin mainittu adsorbentti syötetään sen jälkeen, kun se on ollut kosketuksissa teollisuustuuletusilman kanssa, mahdollisen puskurivaraston jälkeen edelleen erottimeen, jossa adsorbentti regeneroidaan syöttämällä lämpöä ja josta tällöin luovutettu liuotin kondensoidaan ja otetaan talteen, t u n n e t t u siitä, että adsorbentiksi valitaan hiukkasmaisen makrohuokoinen polymeeri, jota kierrätetään kiertokulussa leijukerroksen, jossa liuotin adsorboidaan teollisuustuuletusilmasta, ja erottimen välillä, jossa makrohuokoinen polymeeri desorboidaan syötettäessä se tämän läpi syöttämällä peräkkäisesti lämpöä, kun taas tällöin luovutetut liuotinhöyryt poistetaan yhdessä ilman kanssa, joka syötetään vastavirtaan polymeerin suhteen erottimen läpi ja jolloin tällöin saatu liuottimia sisältävä ilma poistetaan erottimesta sitten, kun tämä on kulkenut yhden tai useamman eri alueen läpi, joissa makrohuokoiseen polymeeriin on syötetty niin paljon lämpöä, että se on saavuttanut lämpötilat, jotka vastaavat erilaiset kiehumispisteet omaavien liuottimien desorptiota ja jolloin vastaavilta alueilta poistettu liuottimia sisältävä ilma syötetään niiden kulloinkin kyseessä oleviin jäähdyttimiin, joissa liuotinhöyryt kondensoidaan ja liuottimet otetaan talteen, kun taas ilma jäljellä olevien mahdollisesti kondensoitumattomien liuotinhöyryjen kanssa palautetaan erottimeen kohdassa, jossa adsorbentti on edelleen kylmä ja jolloin se ilma, joka syötetään erottimeen

kuljetusväliaineeksi liuotinhöyryjä varten, imetään sisään erottimen poistoputken kautta siinä desorboituja polymeerihiukkasia varten, minkä johdosta ilma jäähdyttää polymeerihiukkaset, jotka poistuvat erottimesta valmiina niiden palauttamiseksi leijukerrokseen samalla, kun itse ilma lämmitetään peräkkäisesti.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että polymeerihiukkasten ja ilman lämmitys erottimessa saadaan aikaan siten, että polymeerihiukkaset ja ilma saatetaan vastavirtaan kulkemaan levylämminvaihtimen lämmitettyjen pintojen välissä.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puhdas ja saastunut ilma sekä liuotinhöyryt imetään leijukerroksen ja erottimen läpi.

4. Laite orgaanisten aineiden, etenkin liuottimien erottamiseksi ja ottamiseksi talteen epäpuhtaasta teollisuustuuletusilmasta patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukaisesti, t u n n e t t u siitä, että se käsittää adsorptiokammion tai astian (24), joka käsittää yhden tai useamman sarjaan järjestetyn leijukerroksen (26, 27), joissa puhdistettavaa epäpuhdasta teollisuusilmaa käytetään käyttöväliaineena ja jossa se saatetaan kosketuksiin kyseessä olevan leijukerroksen muodostavan hiukkasmaisen makrohuokoisen polymeerimateriaalin kanssa, joka pystyy adsorboimaan kyseessä olevat ilman saastuttavat liuottimet ja jolloin mainittu leijukerros on muodostettu siten, että polymeerimateriaali syötetään sen läpi poikittain epäpuhtaan ilman syöttösuunnan suhteen ja jolloin mainittu adsorptiokammio on varustettu osittain puhdistetun ilman poistolla (34), osittain polymeerihiukkasten poistolla (31), jolloin viimeksi mainittu poisto on yhteydessä vapaan erotinyksikön kanssa polymeerimateriaalin desorboimiseksi, jolloin erotinyksikkö käsittää ylemmän puskurivaraston (36) desorboitavia polymeerihiukkasia varten sekä useita alapuolelle peräkkäin järjestettyjä desorptiokammioi-

ta (39 - 40), joista jokainen koostuu levylämmönvaihtimesta, jotka on varustettu erillisen lämpöväliaineen syötöllä sekä levylämmönvaihtimien väliin järjestetyillä raoilla polymeerimateriaalin läpikulkea varten ja jolloin alaspäin desorptiokammioista polymeerihiukkasten liikesuunnassa katsottuna on tuloaukko ilmaa varten, joka imetää kammioiden läpi puskurivarastoon yhdistetyn tuulettimen (33) kautta, kun taas jokaisen desorptiokammion jälkeen on poistoaukko (42, 46) polymeerihiukkasista luovutetun liuottimen kanssa sekoittuneen ilman poistamiseksi, jotka kumpikin on yhdistetty jäähdyttimeen (43, 47) liuottimen kondensoimiseksi ja ottamiseksi talteen ja jolloin kulloinkin kyseessä oleva jäähdytin on varustettu poistolla ilman kuljettamiseksi jälleen erottimeen vastavirtaan mainitusta poistosta polymeerihiukkasten virtaussuunnassa katsottuna, kun taas erotin on varustettu myötävirtaan desorptiokammioista (39 - 40) jäähdytyskammiolla (41) desorboituja polymeerihiukkasia varten ja lopuksi poistolla polymeerihiukkasia varten, joka puolestaan on yhdistetty leijukerroksiin (26 - 27).

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että ilman tuloaukko erottimeen on järjestetty myötävirtaan desorboitujen polymeerihiukkasten jäähdytyskammiosta ja jolloin se tuuletin, joka imee ilmaa erottimen läpi poistosivullaan, on yhdistetty epäpuhtaasta teollisuustuuletuksilman leijukerroksiin tulevaan tuloaukkoon (25).

6. Patenttivaatimuksen 3, 4 tai 5 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että adsorbenttina käytetään hiukkasmaista makrohuokoista polymeeriä, jonka tiheys on $0,4 - 0,6 \text{ kg/dm}^3$, hiukkaskoko $0,1 - 0,8 \text{ mm}$ sekä huokoisuus $50 - 70 \%$.

7. Patenttivaatimuksen 4, 5 tai 6 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että se käsittää ensimmäisen kammion (1, 18), johon puhdistettava epäpuhtas teollisuusilma saatetaan virtaamaan ilman virtaussuunnassa laajenevien rakojen (22, 26) kautta ja kammiossa muodostetaan leijukerros (26, 27)

hiukkasmaisesta makrohuokoisesta polymeerimateriaalista, joka pystyy adsorboimaan mainitut liuottimet ja joka syötetään kammioon (1, 18) ja syötetään tämän läpi poikittain ilman virtaussuunnan suhteen ja jolloin kammio on varustettu poistoaukolla puhdistettua ilmaa varten leijukerroksen yläpuolella sekä kohtaan (32) ja polymeerimateriaalin poistolla (31) ja jolloin poisto (31) on yhteydessä puskurivarastoon (7, 36), joka on järjestetty lämmityselimellä varustetun desorptiokammion (8, 38 - 40) yläpuolelle, jonka läpi polymeerimateriaali kuljetetaan painovoiman avulla lämmityselinten väliin ja kohtaa tässä ylöspäin suunnatun ilmavirran ja lämmitetään sopivaan poistolämpötilaan liuotinta varten ja jolloin tällöin saatu liuotinhöyry syötetään yhdessä ilman kanssa tätä varten järjestetyn poiston (9, 42, 46) kautta jäähdyttimeen (14, 43, 47), jossa liuotin kondensoidaan ja otetaan talteen, kun taas polymeerimateriaali palautetaan ensimmäiseen kammioon mainitun tuloputken kautta.

Patentkrav:

1. Sätt att avskilja och återvinna organiska ämnen främst lösningsmedel ur förorenad industriventilationsluft ur vilken nämnda organiska ämnen vid passage genom en rörlig s k, fluidiserad bädd eller virvelbädd adsorberas av en partikelformig regenererbar adsorbent vars partikelstorlek, porvolym och densitet valts med hänsyn till den fluidiserade bäddens utformning medan partiklarnas porstorlek, porstorleksfördelning och specifika yta samt ytans kemiska egenskaper valts med hänsyn till de organiska ämnen den är avsedd att adsorbera och varvid nämnda adsorbent efter kontakten med industriventilationsluften via en eventuell buffertlagring matas vidare till en stripper i vilken adsorbenten regenereras genom tillförsel av värme och från vilken därvid avgiven lösningsmedelsånga matas vidare mot kylare där lösningsmedlet kondenseras och tillvaratas k ä n n e t e c k n a t d ä r a v, att som adsorbent väljes en partikelformig makroporös polymer vilken matas i ett kretslopp mellan den fluidiserade bädden för adsorption av lösningsmedel ur industriventilationsluften och en stripper i vilken den makroporösa polymeren desorberas medan den matas genom densamma under successiv tillförsel av värme medan därvid avgivna lösningsmedelsångor avlägsnas tillsammans med luft som motströms polymeren matas genom strippern och varvid därvid erhåller lösningsmedelsblandad luft avdrages ur strippern sedan denna passerat en eller flera olika zoner inom vilka den makroporösa polymerer tillförts så mycket värme att den uppnått temperaturer motsvarande desorptionen för lösningsmedel med olika kokpunkter och varvid från respektive zoner avdragen lösningsmedelsblandad luft matas till var sina

kylare där lösningsmedelsångorna kondenseras och lösningsmedlen tillvaratas medan luften med resterande eventuella ej kondenserad lösningsmedelsångor återförs till strippern vid en punkt där adsorbenten fortfarande är kall och varvid den luft som tillförs strippern som transportmedium för lösningsmedelsångorna sugas in genom stripperns utlopp för de i densamma desorberade polymerpartiklarna varigenom luften kyler polymerpartiklarna som lämnar strippern färdiga att återföras till den fluidiserade bädden samtidigt som luften själv successivt uppvärms.

2. Sätt enligt krav 1 k ä n n e t e c k n a t d ä r a v att uppvärmningen av polymerpartiklarna och luften i strippern uppnås genom att polymerpartiklarna och luften motströms bringas att passera mellan de uppvärmda ytorna i plattvärmeväxlare.

3. Sätt enligt krav 1 eller 2 k ä n n e t e c k n a t d ä r a v att ren och förorenad luft samt lösningsmedelsångorna sugas genom den fluidiserade bädden och strippern.

4. Anordning för att avskilja och återvinna organiska ämnen främst lösningsmedel ur förorenad industriventilationsluft i enlighet med sättet enligt krav 1, 2 eller 3 k ä n n e t e c k n a d d ä r a v att den innefattar en adsorptionskammare eller ett kärl (24) inbegripande en eller flera i serie anordnade fluidiserade bäddar (26,27) i vilka den förorenade industriluft som skall renas utnyttjas som drivmedium och där bringas i kontakt med ett respektive fluidiserade bädd bildande partikelformigt makroporöst polymermaterial med förmåga att adsorbera aktuella luften förorenande lösningsmedel och varvid nämnda fluidiserade bädd är så inrättad att att polymermaterialet matas genom densamma tvärs den förorenade luftens matningsriktning och varvid nämnda adsorptionskammare är försedd med dels ett utlopp (34) för renad luft dels ett

utlopp (31) för polymerpartiklarna varvid det senare utloppet (31) står i förbindelse med en fristående stripperenhet för desorption av polymermaterialet varvid nämnda stripperenhet innefattar ett övre buffertlager (36) för de polymerpartiklar som skall desorberas samt ett antal därunder efter varandra anordnade desorptionskammare (39-40) vardera bestående av plattvärmeväxlare med tillförsel av separat värmemedium samt mellan nämnda plattvärmeväxlare anordnade spalter för passage av polymermaterialet och varvid det nedströms desorptionskamrarna i polymerpartiklarnas rörelseriktning sett finns inlopp för luft som suges genom kamrarna via en med buffertlagret förbunden fläkt (33) medan det efter varje desorptionskammare finns utlopp (42, 46) för avtappning av luft blandad med från polymerpartiklarna avgivet lösningsmedel förbundna med var sina kylare (43, 47) för kondensering och tillvaratagande av lösningsmedel och varvid respektive kylare är försedd med utlopp för återtransport av luften till strippern uppströms nämnda utlopp sett i polymerpartiklarnas strömningsriktning medan strippern nedströms desorptionskamrarna (39-40) är försedd med en kylkammare (41) för de desorberade polymerpartiklarna och slutligen ett utlopp för polymerpartiklar vilket i sin tur är förbundet med de fluidiserade bäddarna (26-27).

5. Anordning enligt krav 4 k ä n n e t e c k n a d d ä r a v att luftinloppet till strippern är anordnat nedströms kylkammaren för de desorberade polymerpartiklarna och varvid den fläkt som suger luft genom strippern på sin utloppssida är förbunden med inloppet (25) för förorenad industriventilationsluft till de fluidiserade bäddarna.

6. Anordning enligt krav 3, 4 eller 5 k ä n n e t e c k n a d d ä r a v att som adsorbent ingår en partikelformig makroporös polymer med en densitet om 0,4-0,6 kg/dm³, en partikelstorlek om 0,1-0,8 mm samt en porositet mellan 50 och 70 %.

7. Anordning enligt krav 4, 5 eller 6 k ä n n e -
t e c k n a d d ä r a v att den innefattar en första
kammare (1, 18) in i vilken den förorenade industriluf-
ten som skall renas bringas att strömma ut genom i luf-
tens strömningsriktning sig vidgande spalter (22, 26)
och i kammaren bilda en fluidiserad bädd (26, 27) av ett
partikelformigt makroporöst polymermaterial, som har
förmågan att adsorbera nämnda lösningsmedel och som
tillförs kammaren (1, 18) och matas genom denna tvärt
luftens strömningsriktning och varvid nämnda kammare är
försedd för ett utlopp (19) för den renade luften ovan-
för den fluidiserade bädden samt till (32) och avlopp
(31) för polymermaterialiet och varvid nämnda avlopp (31)
står i förbindelse med ett buffertlager (7, 36) anordnat
över en med uppvärmningsorgan försedd desorptionskammare
(8, 38-40) genom vilken polymermaterialiet medelst gravi-
tation transporteras mellan uppvärmningsorganen och där
m ter en uppåt riktad luftström och uppvärms till lämp-
lig avdrivningstemperatur för lösningsmedlet och varvid
därvid erhållen lösningsmedelsånga tillsammans med luften
via därför avsedda utlopp (9, 42, 46) tillförs en kylare
(14, 43, 47) i vilken lösningsmedlet kondenseras och
tillvaratages medan polymermaterialiet returneras till den
första kammaren via nämnda tillopp.

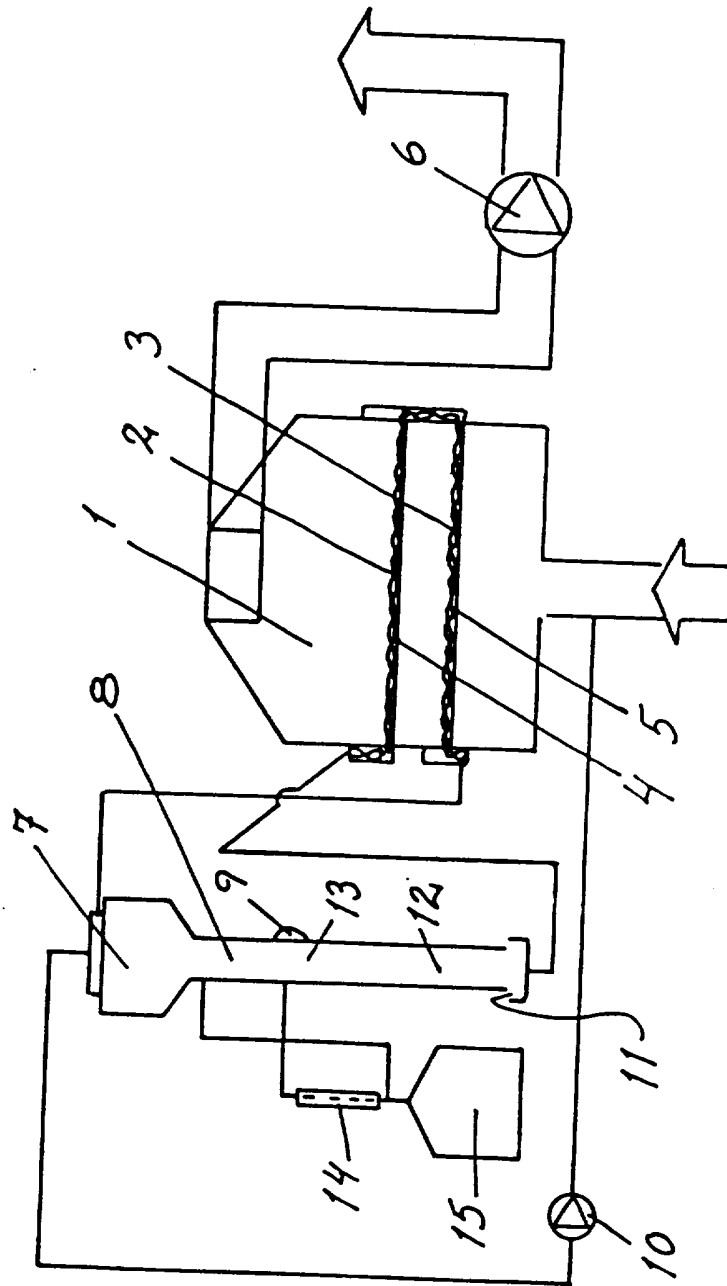
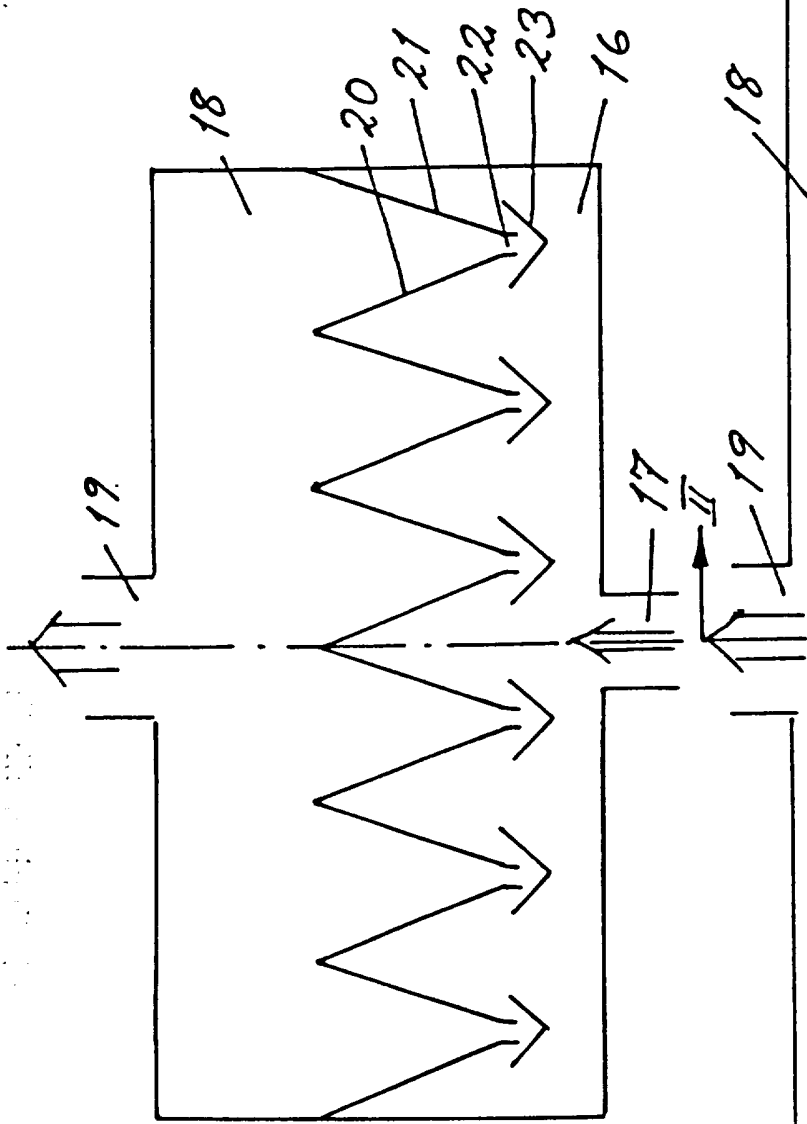


Fig. 1



Ag. 2

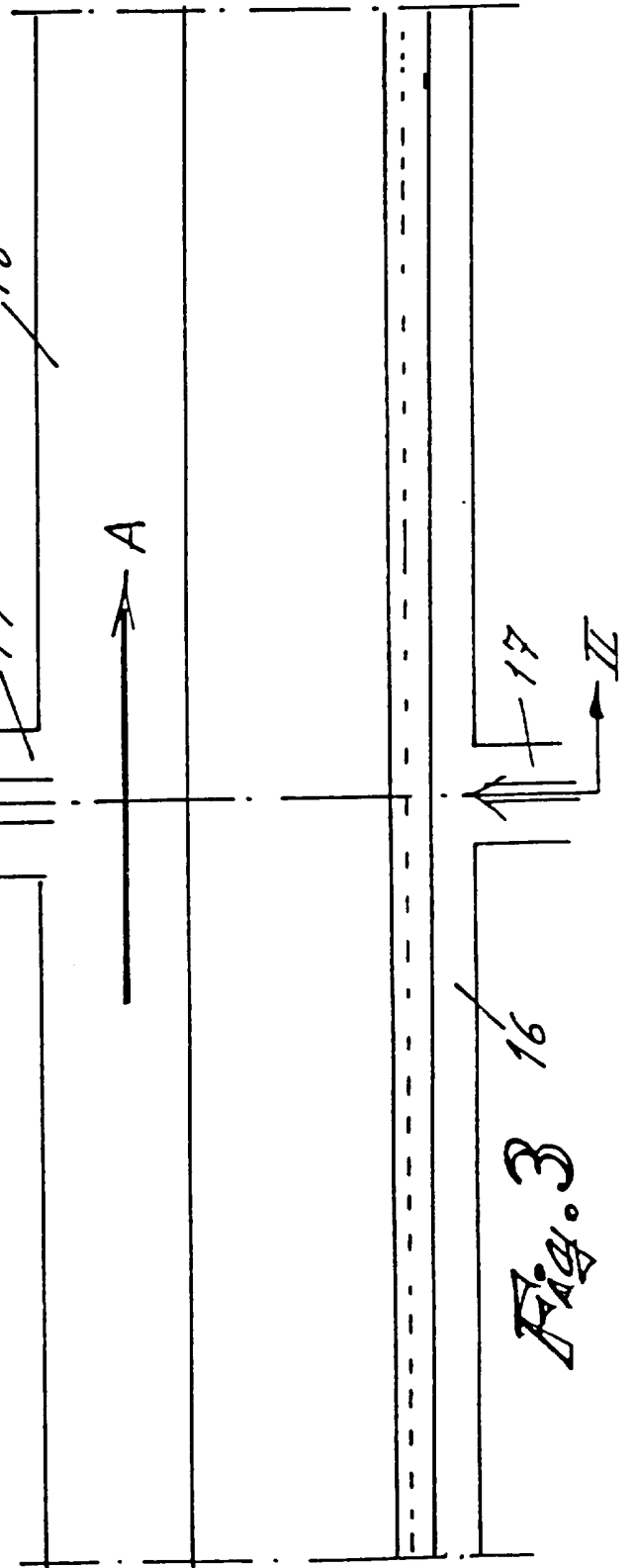
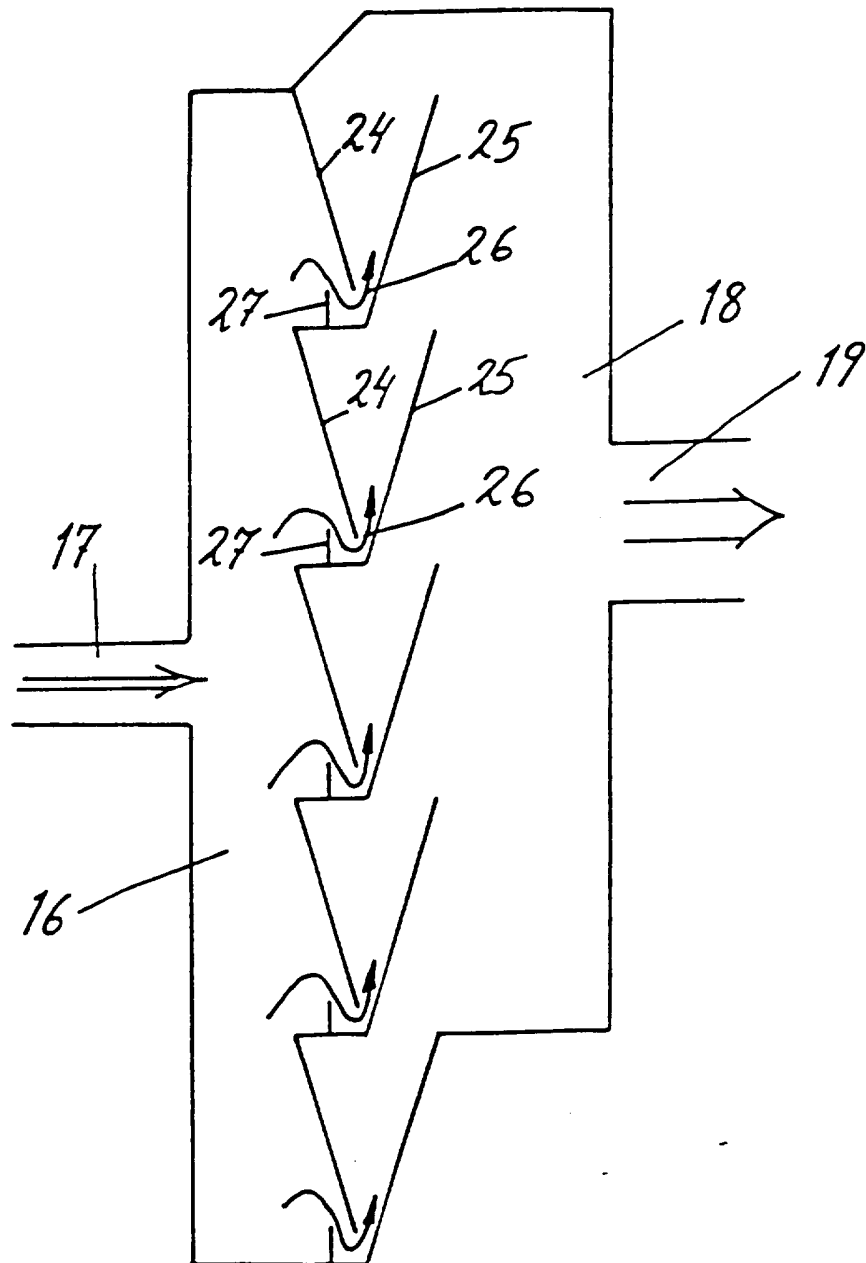


Fig. 3

*Fig. 4*

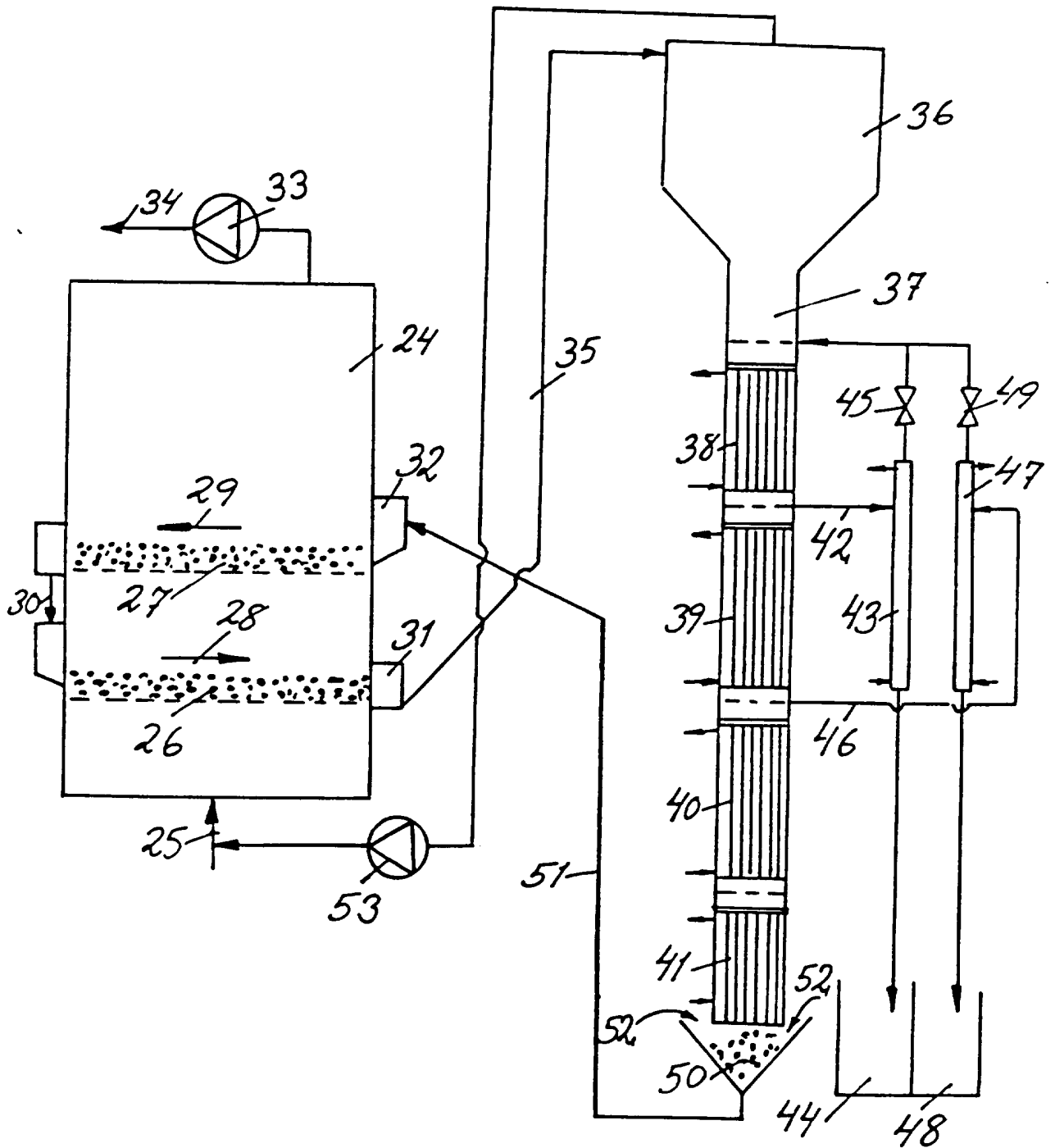


Fig. 5