



SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) KUULUTUSJULKAISU UTLÄGKNINGSSKRIFT 65714

C (45) Patentti myönnetty 10 07 1984
Patent meddelat
(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ B 01 J 8/36, 8/28, F 27 B 15/02

(21) Patentihakemus — Patentansöknings 760341
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag 12.02.76
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag 12.02.76
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig 16.08.76
(44) Nähtävöksiannon ja kuul.julkaisun pvm. —
Ansökan utlagd och utskriften publicerad 30.03.84
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet 15.02.75
02.05.75 Saksan Liittotasavalta-Föbunds-
republiken Tyskland(DE) P 2506394.9,
P 2519669.4

- (71) Bergwerksverband G.m.b.H., Frillendorfer Strasse 351, Essen,
Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (72) Günther Gappa, Gelsenkirchen-Buer, Harald Jüntgen, Essen, Jürgen Klein,
Essen, Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Pyörrekerrosreaktori kuormitettujen adsorptioaineiden termiseksi elvyttä-
miseksi - Virvelskiktreaktor för termisk regenerering av belastade adsorp-
tionsmedel

Keksinnön kohteena on pyörrekierrosreaktori kuormitettujen ad-
sorptioaineiden termiseksi elvyttämiseksi kuumennuksen ja kaasutus-
aineen kanssa tapahtuvan reaktion avulla suorakulmaisessa, pitkänomai-
sessa pyörrekerrosreaktorissa, jonka pituuden suhde leveyteen on suu-
rempi kuin 2:1 ja jossa on adsorptioaineen virtausuuntaan nähden kohti-
suorat, pystysuunnassa aseteltavat upotusseinät yhteisen virtauspohjan
yläpuolella, mistä johtuen kaasutila pyörrekerroksen yläpuolella ja-
kautuu erillisiin kammioihin.

Kuormitusaineen adsorptioaineen terminen elvytys suoritetaan
yleensä kerros- tai kiertoputkiuneissa, jolloin adsorptioaine juoksee
yhtämittaisesti regenerointiuunin läpi. Adsorptioaineen varovaisen kä-
sittelyn ohella täytyy regenerointiuunien mahdollistaa myös lämmön-
ja aineenvaihto sekä kapea pitoaikaspektri. Merkittävä parannus ker-
ros- ja kiertoputkiuneilla saavutetaan lämmön- ja aineenvaihtoon voi-

daan saada käyttämällä pyörrekerrosuunia. Niitä käytetään jo suurimit-
taisesti juomaveden sisältämien aineiden kuormittaman aktiivihii-
len elvytykseen.

Tunnetaan termisen elvytyksen suoritus pyörrekerrosreaktoreissa,
joissa on useita päällekkäin järjestettyjä, erillisiä pyörrekerroksia,
joihin elvytettävä aktiivihiihi ja käyttökaasu sekä kaasutusaine joh-
detaan vastavirtaan. Aktiivihiihi kulkee sitten yhtäjaksoisesti tämän
moniaasteisen pyörrekerroksen läpi ylhäältä alaspäin. Osoitettujen
etujen ohella on moniaasteisella pyörrekerroksella useita painavia
haittoja, esimerkiksi suhteellisen suuri reaktioutilavuus ja se tosi-
seikka, että erilliset asteet täytyy yhdistää keskenään laskuputkilla,
joiden läpi aktiivihiihi ylijuoksupadon yliettyään joutuu seuraavaan
alempaan olevaan asteeseen (DE-patenttijulkaisu 951 864).

Edelleen on tunnettua kapeikollisten, pystysuorien seinien jär-
jestäminen suorakulmaiseen, pitkänomaiseen pyörrekerrosreaktoriin vir-
tauspohjalle poikittain kiinteiden aineiden virtaussuuntaa vastaan.
Nämä kapeikot voivat muodostua myös pystysuorissa väliseinissä olevis-
ta aukoista. Täten on määrä saada aikaan yksittäisten kiinteiden aine-
osasten yhtäläinen käsittely, esim. hiilipitoisia aineita vesihöyryl-
lä tai aktivointikaasuilla punahehkulämpötilassa elvytettäessä (DE-
patenttijulkaisu 971 417). Tämän kaltaiset rakenteet eivät ole kuiten-
kaan osoittautuneet hyviksi aktiivihiihielen elvytyksessä, koska osa ak-
tiivihiihielen osasista yliaktivoituu ja aiheuttaa siten aktiivihiihielen
häviön.

Keksinnön tehtävänä on nyt välttämällä moniaasteisen pyörreker-
roksen haitat parantaa yksi- tai moniaasteisen pyörrekerroksen pitoai-
kaspektriä niin, että samalla saavutetaan tuoreen adsorptioaineen ad-
sorptiokykyä vastaava adsorptiokyky ja että aktiivihiihiltä käytettäes-
sä häviö pidetään pienempänä kuin 3 % elvytystä kohden.

Tähänon päästy keksinnön mukaisella reaktorilla, joka on tunnet-
tu siitä, että pyörrekerrosreaktoriin on sovitettu pyörrekerros ja
tämä pyörrekerros on yhteydessä sen yläpuolelle sovitettuun pyörreker-
rokseen, jossa on yksi tai useampia upotusseiniä, josta kerroksesta
adsorptioainetta virtaa ylijuoksupadon kautta alempaan pyörrekerrok-
seen.

Keksinnön mukainen pyörrekerrosreaktori on merkittävästi yksin-
kertaisemmin rakennettu kuin moniaasteinen pyörrekerrosreaktori, jossa

on useita päällekkäin järjestettyjä virtauspohjia. Upotusseiniä voidaan säätää korkeussuunnassa niin, että keksinnön pääetuna on se, että adsorptioaineen pitoajan sovitus jäteveden sisältämien aineiden lajin tai pitoisuuden muutosten johdosta tarpeelliseksi tulevaan käyttötilan muutokseen on mahdollista. Upotusseiniä upotussyvyys on noin 40-80 % pyörrekerrosreaktorin adsorptioaineen täyttökorkeudesta. Tällöin upotussyvyyden tulee kasvaa adsorptioaineen lähtökanavaan päin.

Keksinnön lisäetuna on se, että elvytys voidaan suorittaa yksitai kaksiasteisessa pyörrekerrosreaktorissa, jolloin saadaan sellainen tuotteen laatu ja tuotos, joka oli aikaisemmin mahdollista vain moniasteisia pyörrekerrosreaktoreita käyttämällä. Säädettävien upotusseiniä avulla voidaan nimittäin vaikuttaa adsorptioaineen tulokanavasta adsorptioaineen lähtökanavaan kulkevaan ainevirtaan niin, että pyörrekerrosreaktoriin saadaan hyvin tasainen adsorptioaineen pitoaika. Seurauksena yhtenäistetyistä pitoajasta on se, että elvytetylle adsorptioaineelle on luonteenomaista sen kaikkien osasten lähes yhtenäinen aktivoitumistila, joka voidaan havaita adsorptiotehosta. Yksittäisten osasten yhtenäisestä pitoajasta on vielä seurauksena aktiivihiilen elvytyksen hyvin suuri tuotos niin, että häviö on elvytystä kohden yleensä 3 %:n alapuolella. Lisäksi jyväspektri säilyy yhtenäisen reaktivoitumisasteen ansiosta suurin piirtein muuttumattomana niin, että elvytetyn adsorptioaineen tärypaino on keskimäärin sama kuin tuoreen adsorptioaineen tärypaino.

Adsorptioaineapanoksen kerroskorkeus saa olla enintään $d_H = \frac{4 F}{u}$, jossa F on kammion poikkileikkauspinta ja u sen kehä. Adsorptioaine on yleensä 20-100 mm korkeana kerroksena, joka on kvartsihiekkää tai korundihelemiä, joiden raekoko on 1-2 mm, kerroksena, jonka ansiosta saadaan aikaan adsorptioaineen pyörrereaktion parantuminen. Pyörrekerroskorkeus puolestaan voidaan asettaa ylijuoksupadon avulla.

Keksinnön mukaista pyörrereaktoria sekä sen toimintatapaa kuvataan tarkemmin piirustuksen avulla, jossa on:

kuviossa 1 pyörrekerrosreaktorin kaaviollisen kokonaiskuvan pitkittäinen leikkaus;

kuviossa 2 kuvion 1 mukainen reaktori ylhäältä nähtynä,

kuviossa 3 kaksiosaisen pyörrekerrosreaktorin kaaviollisen kokonaiskuvan pitkittäinen leikkaus ja

kuviossa 4 leikkaus kuvion 3 viivaa 4-4 pitkin.

Kostea elvytettävä adsorptioaine johdetaan kuvion 1 mukaisesti syöttöputkella 1 pyörrekerrosreaktoriin 2. Syöttöputki 1 on varustettu kartiomaisella sisärakenteella 3, jonka kautta peittynyt adsorptioaine joutuu yhtäläisesti jakautuneena pyörrekerrokseen 4. Virtauspohjalla 5 voi olla kerros kvartsihiekkää tai korundihelmiä sillä olevan adsorptioainepanoksen pyörrereaktion parantamiseksi ja jotta pyörrekerrosreaktorissa olevan adsorptioaineen tilavuutta voitaisiin säätää ylijuoksupadon 8 korkeutta muuttamalla. Pyörrekerrosreaktorin 2 pituudelle jaetut upotusseinät 6 sulkevat pyörrekerroksessa 4 olevan adsorptioaineen suoran tien adsorptioaineen poistokanavaan 7. Upotusseinät 6, joiden upotussyvyys lisääntyy adsorptioaineen poistokanavaan 7 päin, on työnnetty pyörrekerrokseen 4 vähimmäisetäisyydelle, jonka tulee vastata adsorptioaineen täyttökorkeutta. Elvytetty adsorptioaine jäädytetään suoraan vedellä säiliössä 9, joka toimii samalla kaasusulkuna. Kostutettu adsorptioaine voidaan sitten välittömästi siirtää hydraulisesti adsorptioreaktoriin.

Poistokaasu johdetaan elvytettävän adsorptioaineen kulkusuunnassa ensimmäiseen upotusseinään 6 saakka ulottuvasta ensimmäisestä kammiosta kaasukuvun 16 läpi lauhdutukseen, kun taas toisesta, ylijuoksupatoon 8 saakka ulottuvasta kammiosta poistokaasut johdetaan kaasukuvun 17 avulla jälkipolttoon.

Yksiasteisen pyörrekerrosreaktorin toiminta tapahtuu esim. seuraavasti:

Koksausveden, jonka TOC-pitoisuus on 1200 mg/l (TOC = totaalinen orgaaninen hiili) ja määrä $30 \text{ m}^3/\text{h}$, puhdistamiseen tarvitaan aktiivihiiltä $0,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Jos TOC-pitoisuus nousee arvoon 1800 mg/l, kasvaa aktiivihiilen tarve arvoon $0,55 \text{ m}^3/\text{h}$.

Jäteveden sisältämien aineiden kuormittaman aktiivihiilen elvytys tapahtuu 2,8 m pitkässä ja 0,7 m leveässä pyörrekerrosreaktorissa. Pyörrekerrosreaktorin pituudelle on järjestetty 0,7 m:n välein 3 upotusseinää, joiden upotussyvyyttä voidaan muuttaa aktiivihiilen syöttökohdasta poistokanavaan päin välillä 0,1 - 0,36 m. Ylijuoksupadon korkeutta voidaan säätää portaattomasti välillä 0 - 0,45 m. Se voidaan asettaa esimerkiksi 0,33 m korkeaksi. Jos elvytys tapahtuu niin, että aktiivihiilen poistumiosan lämpötila on 820°C ja hiilen pitoaika keskimäärin 30 min, on aktiivihiilen häviö ilman upotusseinä

15 %. Jos käytetään kolmea upotusseiniä ja niiden upotussyvyys säädetään niin, että tulokanavasta laskettuna ensimmäisenä olevan upotusseiniänapotussyvyys on 40 %, toisen 60 % ja kolmannen, aktiivihii-
 poistokanavan edessä olevan upotusseiniänapotussyvyys 80 % aktiivihii-
 likeroksen korkeudesta, eli ne ovat 0,13, 0,20 ja 0,26 m:n syvyydes-
 sä, pienenee häviö muuten samanlaisissa olosuhteissa arvoon 2,6 % el-
 vyytystä kohden. Jos aktiivihii-
 len läpäisymäärä lisätään arvosta 0,4
 m^3/h arvoon 0,55 m^3/h , täytyy ylijouksupadon korkeus muuttaa 0,33
 m:stä 0,45 m:iin ja upotusseiniänapotussyvyiksi täytyy muuttaa vas-
 taavalla prosenttimäärällä häviön pitämiseksi alhaisessa, 2,5 %:n ar-
 vossa. Ellei läpäisymäärä lisättäessä ylijouksupadon korkeutta noste-
 ta, saadaan lyhyempi pitoaika 22 min, joka on riittävän elvytysasteen
 saamiseksi kompensoitava kohottamalla aktiivihii-
 len lämpötila arvoon 860°C. Tällöin tulee aktiivihii-
 len häviö olemaan
 noin 2,8 % elvytystä kohden. Elvytetyllä aktiivihii-
 len suhteen sama adsorptioteho kuin tuoreella aktiivihii-
 len.

Ensimmäisen kammion kaasumäärä on noin 900 m^3/h ja se sisältää
 noin 20 kg/h fenolia, kun käsiteltävän jäteveden fenolipitoisuus on
 1000 mg/l, ja fenoli saadaan takaisin tässä esittämättä jätetyssä ja-
 kolauhdutuksessa. Jäljelle jäänyt kaasumäärä, 1800 m^3/h , johdetaan
 jälkipolttoon.

Kuvion 3 mukaisessa pyörrekerrosreaktorissa 2 on kuvatun pyörre-
 kaamion päälle järjestetty toinen pyörrekammio 11. Kosteaa, elvytettävä
 aktiivihii-
 len johdetaan syöttöputken 1 ja kartiomaisen sisärakenteen
 3 avulla ensiksi pyörrekerrosreaktion 2 ylempään pyörrekerrokseen 11.
 Upotussulun 12 ja säädettävän ylijouksupadon 13 ohitettuaan aktiivi-
 hii-
 len menee laskujohdon 14 läpi pyörrekerrokseen 4, jossa aktiivihii-
 len kulku jatkuu kuten kuvion 1 yhteydessä on selitetty. Tällä taval-
 la erotetaan desorptiovyöhyke ja elvytysvyöhyke toisistaan. Pyörrekaa-
 sut kehitetään polttokammiossa 15. Kaasut virtaavat ensiksi virtaus-
 pohjan 5 ja pyörrekerroksen 4 läpi ja sitten virtauspohjan 10 ja pyör-
 rekerroksen 11 läpi. Myös tässä tapauksessa johdetaan poistokaasut
 kaasukuvun 16 avulla lauhdutukseen ja kaasukuvun 17 avulla jälkipolt-
 toon.

Keksinnön mukaisen yksiasteisen pyörrekerrosreaktorin toiminta-
 tapa on Al_2O_3 :a adsorptioaineena käytettäessä seuraava:

210 m³/h suuruisen selluloosajätevesimäärän (TOC = 450 g/m³) puhdistukseen tarvitaan noin 800 kg/h alumiinioksidia, jonka raekoko on 1,5 - 2,5 mm. Kuormittamalla alumiinioksidin elvytys tapahtuu 3,2 m pitkässä ja 0,8 m leveässä pyörrekerrosreaktorissa. Pyörrekerrosreaktorin pituudelle on järjestetty 0,7 m:n välein kolme upotusseiniä joiden upotussyvyys voi muuttua alumiinioksidin syöttökohdasta poistokanavaan päin arvojen 0,1 ja 0,4 m välillä. Ylijuoksupadon korkeutta voidaan säätää välillä 0 ja 0,5 m portaattomasti. Se voidaan asettaa esimerkiksi 0,3 m:n korkeudelle. Kun käytetään kolme upotusseiniä, jotka on asetettu niin, että tulokanavasta katsottuna ensimmäisenä olevan upotusseinin upotussyvyys on 40 %, toisen upotussyvyys 60 % ja kolmannen, poistokanavan edessä olevan, upotusseinin upotussyvyys 80 % alumiinioksidikerroksen korkeudesta, saadaan tuote, jonka aktiiviteetti on lähes yhtäsuuri kuin tuoreen alumiinioksidin aktiiviteetti ja ominaisuuksien hajonta on erittäin vähäinen. Koko kaasumäärä on noin 6000 m³_n/h ja sen happipitoisuus on noin 10 tilavuusprosenttia. Kaasu kehitetään polttamalla kaupunkikaasua ylimääräisen ilman kanssa.

Keksinnön mukaisen, kaksiasteisen pyörrekerrosreaktorin toiminta tapahtuu esimerkiksi seuraavasti:

Esimerkissä 1 selitetyn koksajäteveden puhdistusta varten täydennetään jäteveden puhdistuslaitetta sen päälle järjestetyllä, 1,35 m pitkällä ja 0,55 m leveällä pyörrekammiolla. Ylijuoksupadon eli aktiivihiihkerroksen korkeus on 0,10 m ja upotusseinä uppoaa tähän pyörrekerrokseen 0,06 m. Syötetyllä aktiivihiihimäärällä, 0,4 m³/h on keskimääräinen aktiivihiihen pitoaika ylimmässä pyörrekerroksessa (desorptiovyöhykkeessä) 12 min. Alimman pyörrekerroksen (reaktiivointivyöhykkeen) pituus on 2,0 m ja leveys 0,55 m. Ylijuoksupato on asetettu 0,11 m:n korkeudelle, jotta alimman pyörrekerroksen pitoajaksi tulisi 18 min. Alimpaan pyörrekerrokseen on järjestetty 0,5 m:n välein kolme upotusseiniä. Niiden upotussyvyys on aktiivihiihen tulokanavasta alkaen 40 %, 60 % ja 80 % aktiivihiihkerroksen korkeudesta, eli ne uppoavat siihen 0,04, 0,07 ja 0,09 m. Tarvittava pyörrekaasumäärä on 1500 m³_n/h. Kaasun lämpötila säädetään niin, että reaktiivointivyöhykkeen lämpötila on keskimäärin 820°C. Kun poistokaasu on läpäissyt nämä vyöhykkeet, jäädytetään sitä vettä suihkuttamalla niin paljon, että desorptiovyöhykkeen lämpötila on aktiivihiihen tulosegmentissä

noin 180°C ja aktiivihiilen poistosegmentissä noin 350°C. Viimeksi mainitusta segmentistä poistokaasu (n. 700 m³_n/h) johdetaan lauhdutuslaitteeseen. Kaasu sisältää, kun käsiteltävän jäteveden fenolipitoisuus on 1000 mg/l, noin 35 kg/h fenolia, joka otetaan talteen. Jäljelle jäänyt kaasumäärä, 800 m³/h johdetaan jälkipolttoon. Aktiivihiilen häviö on noin 2,4 % ja elvytetyn aktiivihiilen adsorptio-ominaisuudet ovat samat kuin tuoreen aktiivihiilen ominaisuudet.

Patenttivaatimukset

1. Pyörrekierrosreaktori kuormitettujen adsorptioaineiden termiseksi elvyttämiseksi kuumennuksen ja kaasutusaineen kanssa tapahtuvan reaktion avulla suorakulmaisessa, pitkänomaisessa pyörrekerrosreaktorissa, jonka pituuden suhde leveyteen on suurempi kuin 2:1 jossa on adsorptioaineen virtausuuntaan nähden kohtisuorat, pysytsuunnassa aseteltavat upotusseinät yhteisen virtauspohjan yläpuolella, mistä johtuen kaasutila pyörrekerroksen yläpuolella jakautuu erillisiin kamioihin, t u n n e t t u siitä, että pyörrekerrosreaktoriin (2) on sovitettu pyörrekerros (4) ja tämä pyörrekerros (4) on yhteydessä sen yläpuolelle sovitettuun pyörrekerrokseen (11), jossa on yksi tai useampia upotusseiniä (12), josta kerroksesta adsorptioainetta virtaa ylijuoksupadon (13) kautta alempaan pyörrekerrokseen (4).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että upotusseiniä (6) ja/tai (12) upotussyvyys on 40-80 % adsorptioaineen täyttökorkeudesta pyörrekerrosreaktorissa.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että upotusseiniä (6) ja/tai (12) upotussyvyys kasvaa adsorptioainevirtauksen (7) tai (14) suunnassa.

4. Patenttivaatimusten 1-3 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että ylijuoksupatojen (8) ja (13) korkeutta voidaan säätää.

Patentkrav

1. Virvelskiktreaktor för termisk regenerering av belastade adsorptionsmedel genom uppvärmning och reaktion med ett förgasningsmedel i en rektangulär, långsträckt virvelskiktreaktor, vari förhållandet längd till bredd är större än 2:1 och vilken uppvisar i förhållande till adsorptionsmedlets strömningsriktning rätvinkligt anordnade, i vertikalriktningen inställbara doppningsväggar ovanför en gemensam motströmningsbotten, varför gasrummet ovanför virvelskiktet uppdelas i separata rum, k ä n n e t e c k n a d därav, att i virvelskiktreaktorn (2) anordnats ett virvelskikt (4) och att detta virvelskikt (4) står i förbindelse med ett över detsamma beläget virvelskikt (11), vilket omfattar en eller flere doppningsväggar (12), ur vilket skikt adsorptionsmedel strömmar via en överströmningsdamm (13) till det undre virvelskiktet (4).

2. Reaktor enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att doppningsväggarnas (6) och/eller (12) doppningsdjup uppgår till mellan 40 och 80 % av fyllhöjden för adsorptionsmedlet i virvelskiktreaktorn.

3. Reaktor enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att doppningsväggarnas (6) och/eller (12) doppningsdjup tilltar i adsorptionsmedelsströmningens (7) eller (14) riktning.

4. Reaktor enligt patentkravet 1-3, k ä n n e t e c k n a d därav, att överströmningsdammarnas (8) och (13) höjd är reglerbar.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 139 465 (F 26 b 3/10).
Kuulususjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Norja-Norge(NO) 126 242 (F 27 b 15/00).
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 971 419. USA(US) 2 529 366 (263-21), 2 419 245 (252-417).

FIG. 1

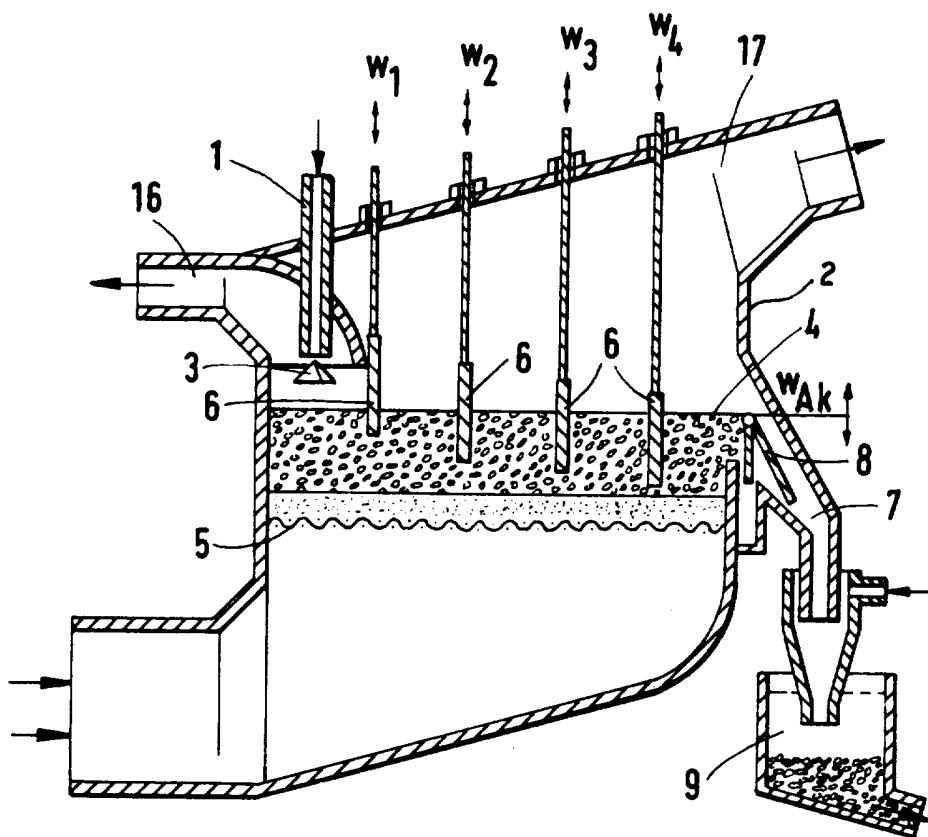


FIG. 2

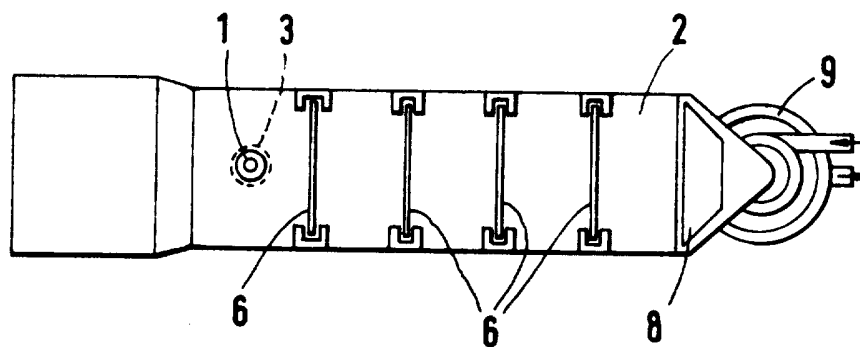


FIG. 3

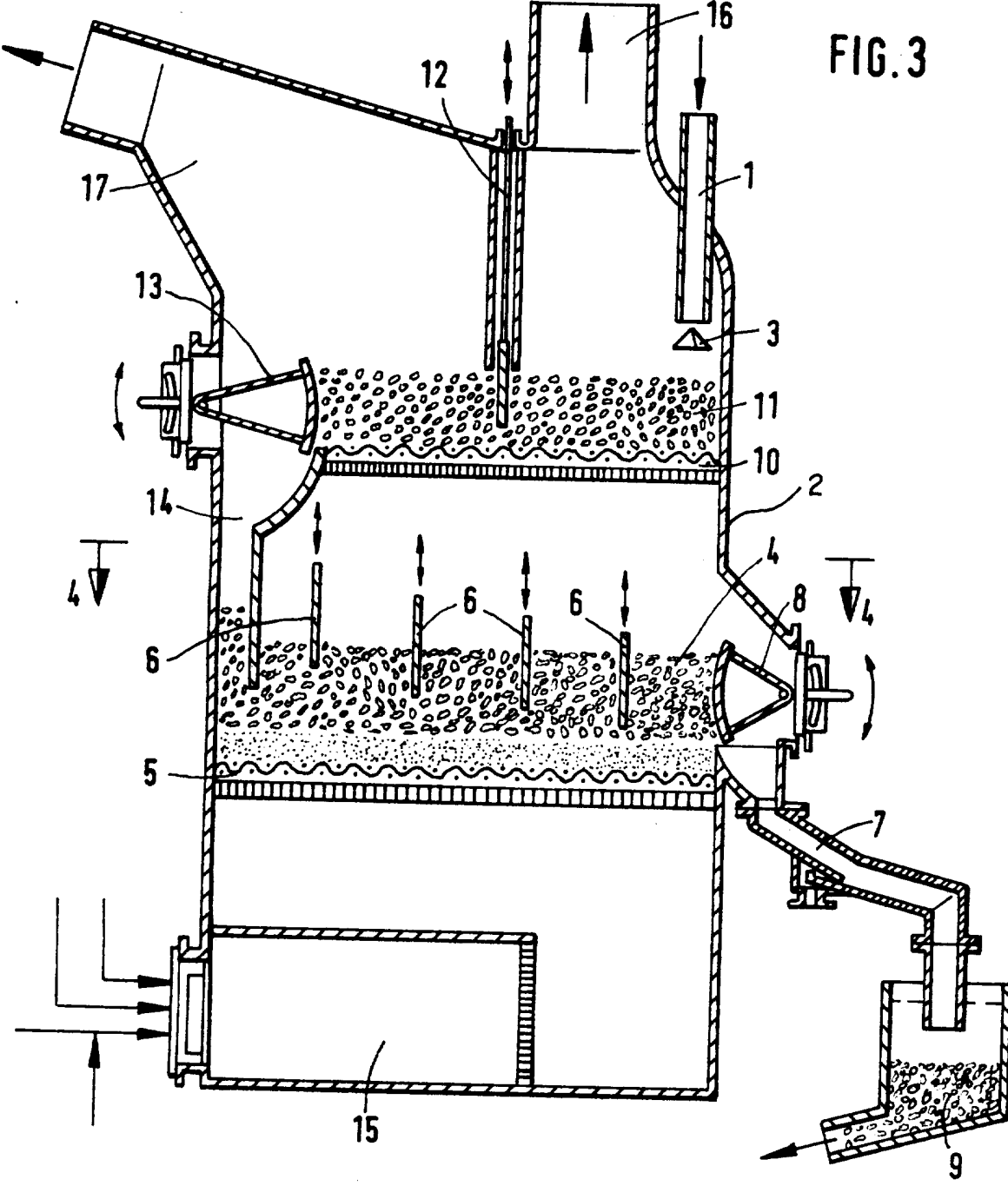


FIG. 4

