



SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN



F1000107331B

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 107331 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

13.07.2001

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

C01C 1/10, B01D 1/00, C02F 1/04

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

19991703

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

11.08.1999

(24) Alkupäivä - Löpdag

11.08.1999

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

12.02.2001

(73) Haltija - Innehavare

1 •Hadwaco Ltd Oy, Hämeentie 135, 00560 Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Ramm-Schmidt, Leif, Drusibackantie 12, 02400 Kirkkonummi, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Laajaniemi, Matti, Torenintie 9 as. 5, 01900 Nurmijärvi, SUOMI - FINLAND, (FI)

3 •Koistinen, Peter, Kavallinpuisto 27, 02710 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

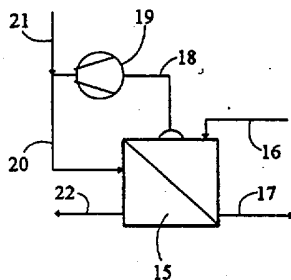
(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ammoniakkipitoisen vesiliuoksen haihduttamiseksi
Förfarande för avdunstning av ammoniakhaltig vattenlösning

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee menetelmää ammoniakkipitoisen vesiliuoksen haihduttamiseksi, jossa syntyvä haihdehöyry lauhdutetaan takaisin nesteeksi. Haihduttamalla käsiteltävät ammoniakkipitoiset liuokset ovat mm. kaatopaikkojen suotovesiä tai maatalouden ja kemian teollisuuden jätevesiä. pH:n ollessa 6 tai korkeampi haihtuu ammoniakki veden mukana ja muodostaa lauhduttimen pinnoilla inertin kaasukerroksen, joka haittaa lauhdutusta. Ongelman ratkaisemiseksi haihdehöyryyn (18, 20) lisätään happoa (21), joka sitoo höyryn sisältämän ammoniakki ammoniumsuolaksi. MVR-haihduttimessa (15), jossa höyry palautetaan kompressorin (19) puristamana takaisin haihduttimeen lämmityshöyryksi, happo voidaan syöttää höyryvirtaan niin, että ammoniumsuolat päätyvät saatavaan lauhteeseen (22). Samoin tapahtuu monivaihehaihduttimessa, jossa happoa syötetään höyryvirtaan perättäisten lämmönvaihainten välillä. Skrubberilla varustetussa haihdutuslaitteistossa skrubberin sumutetulla hapolla sidottu ammoniumsuola on erotettavissa höyryvirrasta siten, että höyrystä saatava lauhde on puhdasta.



Uppfinningen avser ett förfarande för att evaporera en ammoniakhaltig vattenlösning, varvid den indunstade ånga som uppkommer återkondenseras till vätska. Ammoniakhaltiga lösningar som kan behandlas med evaporering är bl.a. filtreringsvatten på avstjälpningsplatser eller avloppsvatten inom lantbruk och kemisk industri. Då pH är 6 eller högre, evaporeras ammoniaken med vattnet och bildar på kondensatyterna ett inert gasskikt som förhindrar kondensering. För att lösa problemet tillsätts syra (21) till den indunstade ångan (18, 20) för att binda den i ångan ingående ammoniaken till ammoniumsalt. I en MVR-evaporator (15), där ångan returneras under kompressorns (19) tryck som uppvärmningsånga till evaporatorn, kan syran tillföras i ångflödet så att ammoniumsalterna till slut når det kondensat (22) som erhålls. Det samma sker i en flerfaseevaporator, där syra tillförs i ångflödet mellan successiva värmeväxlare. I en evaporationssanläggning försedd med en skrubber kan det syrabundna ammoniumsalt som insprutats i skrubbern separeras från ångflödet så att det kondensat som erhålls från ångan är rent.

Menetelmä ammoniakkipitoisen vesiliuoksen haihduttamiseksi

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä ammoniakkipitoisen vesiliuoksen haihduttamiseksi, johon menetelmään kuuluu syntyvän haihdehöyryn lauhdutus nesteeksi.

Ammoniakkia (NH_3) sisältävien jätevesien tms. vesiliuosten haihdutuskäsittelyssä pH:n ollessa noin 6 tai sitä korkeampi haihtuu ammoniakki vesihöyryn mukana. Syntyvän ammoniakkipitoisen haihdehöyryn lauhdutus on hankalaa, sillä huonosti veteen liukenevana ammoniakki muodostaa lauhduttimen pinnoilla inertin kaasukerroksen, joka haittaa lämmönsiirtoa. Ammoniakki alkaa häiritä lauhduttimen toimintaa jo noin 300-500 ppm:n pitoisuudessa. Ammoniakkipitoisen höyryn täydellinen lauhdutus vaatii tästä syystä lauhduttimessa huomattavasti suuremman lämpötilaeron kuin puhtaan vesihöyryn lauhdutus.

Ammoniakin huono lauhtuvuus on ongelma haihdutuslaitteistoissa, joiden toiminta perustuu oleellisesti lauhtuvasta höyrystä vapautuvan lämmön hyödyntämiseen prosessissa. Erityisesti höyryn kompressorilla tapahtuvaa puristusta hyödyntävissä MVR-haihduttimissa (MVR = Mechanical Vapor Recompression), joissa käytettävissä oleva lämpötilaero on pieni, tai monivaihehaihduttimissa, joissa käytetään matala-arvoista hukkalämpöä, höyryn korkea ammoniakkipitoisuus voi tyrehtyttää haihduttimen toiminnan kokonaan.

Haihduttamalla käsiteltäviä runsaasti ammoniakkia sisältäviä vesiliuoksia, joissa ongelmiin törmätään, ovat mm. kemian teollisuuden, teurastamoteollisuuden ja maatalouden jätevedet, kaatopaikkojen suotovedet sekä yhteiskuntajäteveden puhdistamoiden lietteiden mädätyksen puristevedet.

Ammoniakki on mahdollista poistaa vesiliuoksesta ennen haihdutuskäsittelyä stripperin ja skrubberin yhdistelmällä, jossa ammoniakin strippaus voi tapahtua inertillä kaasulla. Strippauksessa liuoksen pH:n on oltava vähintään n. 9-10, jonka saavuttamiseksi liuokseen on useimmissa tapauksissa lisättävä lipeää. Likaisia jätevesiä käsiteltäessä lisäongelmana on stripperin tukkeutuminen täytekappaleisiin saostuvan kiintoaineen vuoksi, ja lämpimillä vesillä stripperi aiheuttaa lämpöhäviöitä. Kaikissa tapauksissa stripperi ja skrubberi aiheuttavat ylimääräisiä laite- ja käyttökustannuksia ja tekevät prosessin monimutkaisemmaksi.

- Toinen tunnettu menettely haihdutuksen ammoniakkiongelman eliminoimiseksi on liuoksen pH:n alentaminen hapon avulla arvon 5 alapuolelle, jossa ammoniakki on neutraloituneena suolamuotoon. Tässä muodossa ammonium ei haihdu vaan jää haihdutuksessa konsentraattiin. Menettelyn haittoja ovat kuitenkin suuri hapon kulu-
tus varsinkin silloin, kun liuoksen puskurivaikutus on suuri, sekä mahdollinen kar-
bonaateista vapautuva hiilidioksidi, jonka poistaminen vaatii kaasustripperin ennen
haihdutusta. Lisäksi etenkin suolahapon käyttö lisää liuoksen korrosiivisuutta, ja
rikkihapon käyttö puolestaan voi aiheuttaa haitallisia kipsisaostumia, jos liuos sisäl-
tää kalsiumia.
- 10 Ammoniakki voi olla poistettavissa liuksesta myös jollakin biologisella prosessilla, jossa ammoniakin typpi ensin hapettuu nitraatiksi ja sen jälkeen pelkistyy typpikaasuksi. Tällainen prosessi on kuitenkin tyypillisesti herkkä olosuhteille, kuten veden laadulle ja sen sisältämille ravinteille, ja sen toimintavarmuus on sen tähden huono.
- 15 DE-patenttijulkaisusta 3 341 935 tunnetaan kaksivaiheinen prosessi, jonka tarkoituksena on puhtaan veden valmistus jätevedestä ja jonka toisessa vaiheessa ammoniakkipitoinen haihdehöyry ennen sen lauhdutusta pestään happamalla pesuliuksella. Pesu tapahtuu täytekappaleskrubberilla, joka aiheuttaa huomattavan virtausvastuksen ja sen tähden lisää haihdutuksen energiankäyttöä. Pesussa ammoniakki ja emäksiset orgaaniset epäpuhtaudet siirtyvät pesuliukseen ja pestylle ammoniakista
20 vapaalle höyrylle suoritetaan lauhdutus vedeksi.
- Keksinnön tarkoituksena on muodostaa ammoniakkipitoisten vesiliuosten haihdutusongelmaan uusi ratkaisu, jossa edellä kuvatun tunnetun tekniikan epäkohdat on vältetty. Tunnusomaista keksinnön mukaiselle menetelmälle on se, että liuksesta syntyvään haihdehöyryyn lisätään happoa, jolla höyryyn sisältämä ammoniakki sidotaan
25 vesiliukoiseksi ammoniumsuolaksi, joka päättyy saatavaan lauhteeseen.
- Keksinnön mukaisella happolisäyksellä ammoniakki neutraloituu vesiliukoiseen suolamuotoon, jolloin se ei ole enää lauhdutusvaiheessa muodostamassa lauhdutuspinnoille inerttiä kaasukerrosta lämmönsiirron esteeksi. Lisäämällä haihdehöyryyn ammoniakin neutralointireaktiota stökiometrisesti vastaava määrä happoa voidaan
30 inertistä kaasusta johtuva ongelma eliminoida kokonaan.
- Sopivia happoja ammoniakin neutralointiin ovat esim. suola-, rikki- ja fosforihappo. Myös typpihappo sekä jotkin orgaaniset hapot voivat tulla kysymykseen. Hapon lisääminen haihdehöyryyn tapahtuu edullisimmin ruiskuttamalla tai sumuttamalla.

Keksinnön mukainen menetelmä on sovellettavissa moniin erityyppisiin haihdutuslaitteistoihin, jotka voivat olla yksi- tai useampivaiheisia. Erityisen edullinen keksintö on portaittain alenevassa lämpötilassa toimivissa monivaihehaihduttimissa sekä kompressorilla varustetuissa MVR-haihduttimissa, kuten kalvotislaimissa, joissa

5 korkeampaan paineeseen puristettu haihdehöyry johdetaan takaisin haihduttimeen lämmityshöyryksi. Happolisäys tapahtuu näissä edullisesti sumuttamalla sopivaan höyrykanavan kohtaan ennen lauhdutinta, MVR-haihduttimissa joko kompressorin edelle tai sen jälkeen. Lauhduttimen laajat lämmönsiirtopinnat muodostavat kontaktipinnan, joka varmistaa sen, että happo ja ammoniakki reagoivat keskenään täydellisesti.

10

Keksinnön mukaisessa menetelmässä osana lauhdetta saatava ammoniumsuola on tarvittaessa erotettavissa esim. käänteisosmoosilla, ioninvaihdolla, uudella haihdutuksella tai hapettamalla joko taitepistekloorauksella tai otsonilla. Nämä prosessit toimivat luotettavasti, koska lauhde ei ammoniumsuolan lisäksi sisällä muita epäpuhtauksia. On myös mahdollista hyödyntää ammoniumsuolapitoinen lauhde sellaisenaan esim. lannoitteena tai teollisuuden raaka-aineena.

15

Vielä erään keksinnön sovellutuksen mukaan haihdutettavan vesiliuoksen pH:ta kohotetaan emäslisäyksellä siten, että ammoniakki vapautuu ja siirtyy haihdutuksessa haihdehöyryyn. Toisin sanoen keksinnön mukaisesti voidaan käsitellä myös sellaisia

20 alhaisen pH:n omaavia vesiliuoksia, joiden haihdutuskäsittelyssä ammonium ei normaalisti, so. ilman mainittua emäslisäystä, vapautuisi. Koska vapautuva ammoniakki on keksinnön mukaan hallittavissa, muodostaa menettely edullisen ratkaisun liuoksessa olevan ammoniumin talteenottamiseksi ja samalla estää ammoniumin jäämiseen konsentraattiin, jossa se saattaa olla haitallista. Jos esimerkiksi tällainen

25 konsentraatti johdettaisiin kaatopaikan jätepenkereeseen, häiritsisi ammoniakki sen sisäistä biotoimintaa.

Keksintöä selostetaan seuraavassa yksityiskohtaisemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

- 30 kuvio 1 esittää kaksivaihehaihdutinta, jossa happoa lisätään vaiheiden väliseen höyrykanavaan,
- kuvio 2 esittää MVR-haihdutinta, jossa happoa syötetään höyrykanavaan kompressorin jälkeen, ja
- kuvio 3 esittää haihdutinta, jossa hapon syöttö on järjestetty rinnakkaisten lämmönsiirtoelementtien yläpuolelle.

Esimerkkinä monivaihehaihdutuksesta, johon esillä olevaa keksintöä on sovellettu, on kuviossa 1 esitetty kaksivaihehaihdutin, jossa haihdutettavaa ammoniakkipitoista vesiliuosta syötetään ensimmäiseen lämmönvaihtimeen 1 kanavasta 2. Lämmitysväliaineena on kanavasta 3 syötetty primäärihöyry, josta muodostuva primäärilauhde poistuu kanavaan 4. Haihdutuksessa muodostuva höyry johdetaan kanavan 5 kautta toiseen lämmönvaihtimeen 6 toisen haihdutusvaiheen lämmityshöyryksi. Mainittu haihdehöyry sisältää vesihöyryn ohella kaasuuntunutta ammoniakkaa. Höyrykanavaan 5 syötetään kanavasta 7 väkevää happoa, kuten suola- tai rikkihappoa ammoniumin sitomiseksi ammoniumsuolaksi, mainittuja happoja käytettäessä ammoniumkloridiksi tai -sulfaatiksi. Ensimmäisen lämmönvaihtimen 1 haihdutusjäynnös siirretään kanavan 8 kautta toiseen lämmönvaihtimeen 6 haihdutettavaksi kanavasta 5 tulevalla höyryllä, josta syntyvä, liuenneen ammoniumsuolan sisältävä lauhde poistuu kanavaan 9. Toisen haihdutusvaiheen höyry siirtyy kanavan 10 kautta lauhduttimeen 11, jossa jäähdytysvesikierto 12 tiivistää sen lauhteeksi, joka poistuu kanavaan 13. Toisesta haihdutusvaiheesta jäljelle jäävä konsentraatti poistuu kanavaan 14.

Kuviossa 2 esitetty yksivaiheinen MVR-haihdutin 15 voi olla esim. rinnakkaisia muovikalvoa olevia pussimaisia lämmönsiirtoelementtejä käsittävä kalvotislain. Haihduttimeen syötetään haihdutettavaa ammoniakkipitoista vesiliuosta kanavasta 16, ja haihdutuksesta jäljelle jäävä konsentraatti poistuu kanavaan 17. Haihdutuksessa muodostuva höyry johdetaan kanavaa 18 myöten kompressoriin 19, joka puristaa höyryn korkeampaan paineeseen ja lämpötilaan. Puristettu höyry palaa kanavan 20 kautta lämmityshöyryksi haihduttimeen, ja tähän höyryvirtaan syötetään kanavasta 21 happoa höyryn mukana olevan ammoniakkin sitomiseksi ammoniumsuolaksi. Höyry tiivistyy haihduttimessa kanavaan 22 poistuvaksi lauhteeksi, joka sisältää liuenneena syntyneen ammoniumsuolan.

Kuvion 2 mukainen laitteisto olisi muunnettavissa siten, että hapon syöttö kanavasta 21 tapahtuu höyrykanavaan 18 kompressorin 19 edelle. Prosessin lopputulos on sama kuin edellä esitetty, eli muodostuva ammoniumsuola päättyy haihduttimesta 15 poistuvaan lauhteeseen 22.

Kuviossa 3 nähdään keksinnön sovellutus, jossa hapon syöttö ammoniakkipitoiseen haihdehöyryyn tapahtuu lämmönvaihtimessa rinnakkaisten lämmönsiirtoelementtien yläpuolella. Ratkaisu on sovellettavissa monivaihehaihduttimissa, kuten esim. kuvion 1 mukaisen kaksivaihehaihduttimen toisessa lämmönvaihtimessa 6, ja kuviossa 3 on täten käytetty kuvion 1 mukaista viitenumerointia. Lämmönvaihtimen 6 sisään johdettu hapon syöttökanava on merkitty viitenumerolla 23 ja rinnakkaiset lämmönsiirtoelementit viitenumerolla 24. Kuvion mukaan lämmönvaihtimessa on mahdoli-

suus kierrättää haihdutettavaa konsentraattia, ensimmäisestä haihdutusvaiheesta tulevan konsentraatin 8 syötön tapahtuessa kierrätyslinjaan 25.

- 5 Kuvion 3 mukainen hapon syöttöjärjestely on sovellettavissa vastaavalla tavalla myös kuvion 2 mukaisessa MVR-haihduttimessa. Hapon syöttö kompressorin puristamaan höyryyn tapahtuisi haihduttimen lauhdepuolella rinnakkaisten lämmönsiirtoelementtien syöttöyhteisiin tai yhteiseen höyrytilaan välittömästi elementtien yläpuolelle.

Esimerkki

- 10 Ammoniakkipitoisia vesiliuoksia haihdutettiin haihduttimella, joka oli periaatteeltaan kuvion 2 mukainen MVR-haihdutin, joka oli varustettu konsentraatin kierrätyksellä. Muovikalvoa olevien lämmönsiirtoelementtien lämmönvaihtopinta oli n. 100 m². Haihdutettavan liuoksen syöttö tapahtui lisäämällä se kierrossa olevaan liuokseen. Väkevää 97 % rikkihappoa, kierrätetyllä lauhdevedellä n. 5,5-7 % konsentraatioon laimennettuna, syötettiin haihdehöyryyn kompressorina toimivan puhaltimen painepuolelle ammoniakkin neutraloimiseksi sekä tulistuksen estoa varten. Haihduttimesta poistettiin lauhdepumpulla saatu ammoniumsuolapitoinen lauhde sekä tyhjöpumpulla lauhtumattomat kaasut.
- 20 Haihduttimen toimintalämpötila mitattuna haihdehöyrystä ennen kompressoria oli 60 °C ja toimintapaine vastaavasti noin 200 mbar. Paine-ero haihde- ja lauhdepuolten välillä oli 22 mbar ja vastaava lämpötilaero oli 2,2 °C. Haihdutettavaa liuosta syötettiin haihduttimeen siten, että vesi siirtyi kokonaisuudessaan lauhteeksi. Liuoksen kierrätysvirtaus haihdutuksessa oli 30 m³/h, väkevää rikkihappoa syötettiin n. 5-6 kg/h, ja lauhdevettä kierrätettiin rikkihapon laimentamiseksi 1,5 l/min. Rikkihap-
25 polisäyksellä lauhteen pH pidettiin jatkuvasti arvon 4 alapuolella.
- Haihdutusta seurattiin mittaamalla haihduttimen kapasiteettia osoittava poistuvan lauhdevirtauksen määrä sekä lauhteen NH₄-pitoisuus. Kokeen alussa syötön ammoniakkipitoisuus oli 0, minkä jälkeen ammoniakkin määrää liuoksessa kasvatettiin asteittain. Tämä näkyy NH₄-pitoisuuden kasvuna lauhteessa. Ammoniakin määrää lauhtumattomassa kaasussa ei mitattu. Saadut tulokset ilmenevät seuraavasta taulukosta.
30

Taulukko

	Lauhteen NH^4 -pitoisuus (mg/l)	Lauhteen määrä (m^3/d)
	0	17,1
5	566	16,7
	2249	16,3
	2262	16,4
	2822	16,6

10 Tulosten mukaan haihduttimen kapasiteetin lasku liuoksessa olevan ammoniakkin johdosta oli vähäinen, suuruusluokkaa 2-5 %. Kun kokeen lopussa syötön ammoniakkipitoisuuden ollessa n. 4000 ppm rikkihapon lisäys haihdehöyryyn keskeytettiin, oli välittömänä seurauksena haihduttimen kapasiteetin putoaminen nolnaan.

15 Lisäksi samalla haihduttimella suoritetuissa vertailukokeissa havaittiin, että mikäli happoa ei lisätä, jo lauhteen ammoniumpitoisuudessa 300 ppm haihduttimen kapasiteetti alkaa nopeasti laskea ja ammoniakkipitoisuudella 1000 ppm haihdutus on lopunut kokonaan.

20 Alan ammattimiehelle on selvää, että keksinnön sovellutukset eivät rajoitu edellä kuvattuihin esimerkkeihin vaan voivat vaihdella seuraavien patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä ammoniakkipitoisen vesiliuoksen haihduttamiseksi, johon menetelmään kuuluu syntyvän haihdehöyryn lauhdutus nesteeksi, **tunnettu** siitä, että haihdehöyryyn (5, 18, 20) lisätään happoa (7, 21, 23), jolla höyryn sisältämä ammoniakki sidotaan vesiliukoiseksi ammoniumsuolaksi, joka päätyy saatavaan lauhteeseen (9, 22).
5
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että haihdehöyryyn lisätään neutralointireaktiota stökiometrisesti vastaava määrä happoa.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että happona
10 käytetään suola-, rikki- tai fosforihappoa.
4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että hapon (7, 21, 23) lisäys haihdehöyryyn tapahtuu ruiskuttamalla tai sumuttamalla.
5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että liuoksen (2, 16) haihdutus ja haihdehöyryn (5, 18, 20) lauhdutus tapahtuvat yhdessä
15 tai useammassa lämmönvaihtimessa (1, 6, 15).
6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että haihdehöyry (18) puristetaan kompressorilla (19) korkeampaan paineeseen ja palautetaan haihduttimena toimivaan lämmönvaihtimeen (15) lämmityshöyryksi, jolloin happolisäys (21) tapahtuu höyryvirtaan (18, 20) joko ennen kompressoria tai kompressorin jäl-
20 keen.
7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että haihdutin on muovikalvoa olevia pussimaisia lämmönsiirtoelementtejä käsittävä kalvotislain.
8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että haihdutettava ammoniakkipitoinen vesiliuos on maatalouden tai kemian teollisuuden
25 jätevettä, kaatopaikan suotovettä tai jätevesilietteen mädättämön puristevettä.
9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että haihdutettavan vesiliuoksen pH:ta kohotetaan emäslisäyksellä ammoniakin vapauttamiseksi suoloistaan ja siirtämiseksi haihdutuksessa haihdehöyryyn.

Patentkrav

1. Förfarande för att indunsta en ammoniakhaltig vattenlösning, innefattande kondensering av den indunstade ånga som uppkommer till vätska, **kännetecknat** av att syra (7, 21, 23) tillsätts den indunstade ångan (5, 18, 20) för att binda den i ångan ingående ammoniak till vattenlösligt ammoniumsalt, som slutligen hamnar i det kondensat (9, 22) som erhålls.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att till den indunstade ångan tillsätts en mängd syra som stökiometriskt motsvarar neutraliseringsreaktionen.
3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** av att salt-, svavel- eller fosforsyra används som syra.
4. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, **kännetecknat** av att syratillsatsen (7, 21, 23) till den indunstade ångan sker genom att spruta eller atomisera.
5. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, **kännetecknat** av att indunstningen av lösningen (2, 16) och kondenseringen av den indunstade ångan (5, 18, 20) sker i en eller flera värmeväxlare (1, 6, 15).
6. Förfarande enligt patentkrav 5, **kännetecknat** av att den indunstade ångan (18) komprimeras med en kompressor (19) till högre tryck och återförs som värmeånga till den som evaporator fungerande värmeväxlaren (15), varvid syratillsatsen (21) görs till ångflödet (18, 20), antingen före eller efter kompressorn.
7. Förfarande enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att evaporatorn är en filmdestillator innefattande påslika värmeöverföringselement av plastfilm.
8. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, **kännetecknat** av att den ammoniakhaltiga vattenlösning som skall indunstas är avloppsvatten från jordbruk eller kemisk industri, filtreringsvatten från en avstjälningsplats eller pressvatten från ett rötverk för avloppsslam.
9. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, **kännetecknat** av att pH-värdet hos den vattenlösning som skall indunstas höjs med en bastillsats för att befria ammoniak från salter och överföra den till den indunstade ångan vid indunstningen.

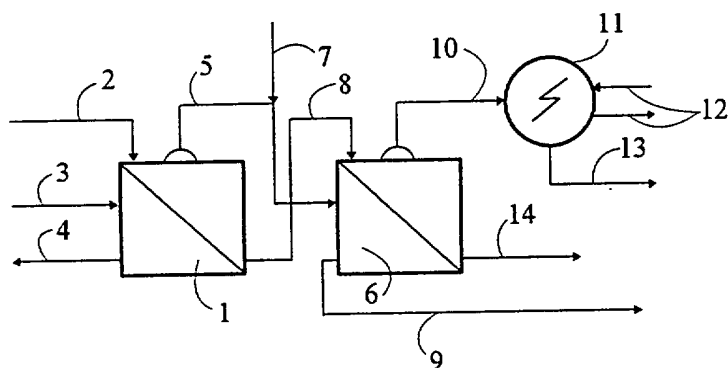


Fig. 1

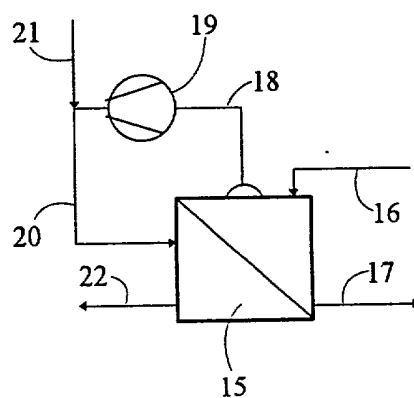


Fig. 2

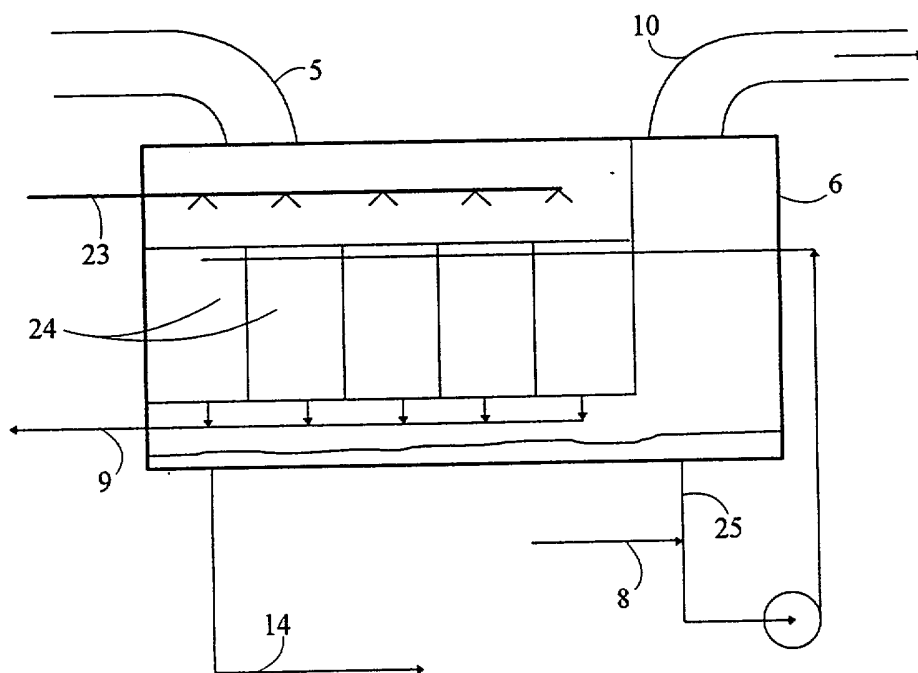


Fig. 3