

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 761918 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 761918

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
C01B

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **01.07.1976**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **01.07.1976**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **04.01.1977**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

03.07.1975 DE 2529709

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Bayer Aktiengesellschaft, 51368 Leverkusen, SAKSA, (DE)

2 •Metallgesellschaft Aktiengesellschaft, Reuterweg 14, 60323 Frankfurt am Main, SAKSA, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Dörr, Karl-Heinz, BRD, SAKSA, (DE)

2 •Grimm, Hugo, BRD, SAKSA, (DE)

3 •Schmitt, Karl, BRD, SAKSA, (DE)

4 •Schmidt, Georg, BRD, SAKSA, (DE)

5 •Gerken, Rudolf, BRD, SAKSA, (DE)

6 •Feucht, Helmut, BRD, SAKSA, (DE)

7 •Mücke, Christoph, BRD, SAKSA, (DE)

8 •Müller, Wolfgang-Dieter, BRD, SAKSA, (DE)

9 •Wieschen, Hermann, BRD, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä rikkihapon valmistamiseksi

Förfarande för framställning av svavelsyra

1. Bayer Aktiengesellschaft, 509 Leverkusen,
 2. Metallgesellschaft Aktiengesellschaft, Reuterweg 14, 6 Frankfurt am Main,
- Länsi-Saksa

Menetelmä rikkihapon valmistamiseksi - Förfarande för framställning av svavelsyra

Tämä keksintö koskee menetelmää rikkihapon valmistamiseksi SO_2 :n katalyyttisellä muuttamisella SO_3 :ksi kaasuissa, joiden SO_2 -pitoisuus on yli 10 tilavuusprosenttia, jäähdyttämällä, puhdistamalla ja kuivaamalla SO_2 -pitoinen kaasu ennen sen sijoittamista kontaktilaitokseen, kuumentamalla puhdistettu SO_2 -pitoinen kaasu ensimmäisen kontaktihilan toimintalämpötilaan lämmönvaihdossa kuumien SO_3 -pitoisten kaasujen kanssa kontaktihilojen välillä samanaikaisesti jäähdyttämällä SO_3 -pitoinen kaasu seuraavan kontaktihilan toimintalämpötilaan, useiden kontaktihilojen jälkeen ensimmäisessä kontaktiportaassa muodostetun SO_3 :n väliabsorptiolla rikkihappoon korotetussa lämpötilassa, kaksiporaisesti jäähdyttämällä ensimmäisestä kontaktiportaasta tuleva SO_3 -pitoinen kaasu ennen väliabsorptiota jälleenkuumentaa väliabsorptiosta tuleva kaasu seuraavan kontaktihilan toimintalämpötilaan ensimmäisessä jäähdytysportaassa, jäähdyttämällä toisessa kontaktiportaassa valmiiksi katalysoitu kaasu päätelämmönvaihtimessa ottaen talteen lämpö,

jota ei tarvita kontaktijärjestelmässä, ja absorboimalla toisessa kontaktiportaassa tuotettu SO_3 pääteabsorberissa.

Monissa kemiallisissa prosesseissa tulee jätteeksi laimeita rikkihappoja, jotka voivat sisältää myös epäpuhtauksia. Ympäristön suojelun takia täytyy yhä enemmän rajoittaa näiden happojen päästämistä jokiin tai rannikovesiin; lisäksi liittyy tällaiseen jätteen poistamiseen huomattavia kuljetuskustannuksia. Mereen siirrettäessä esiintyy vielä suurempia kuljetuskustannuksia.

Nämä laimeat hapot täytyy siis käsitellä sopivalla tavalla uudelleen käyttökelpoisten ja ei-vahingoittavien tuotteiden tuottamiseksi taikka kuljetuspainon ja kuljetustilavuuden pienentämiseksi. Tämä käsittely tulee yhä pakottavammaksi myös raaka-aineiden takaisinsaannin vuoksi.

Laimeiden happojen käsittely tapahtuu yleensä konsentroimalla ja mahdollisesti termisellä hajottamisella. Molemmissa tapauksissa täytyy suuria määriä vettä poistaa laimeista hapoista, mihin tarvitaan suuria lämpö-
määriä. Nämä tarpeelliset lämpömäärät aiheuttavat huomattavia käyttökustannuksia, erityisesti jos täytyy käyttää kallista primäärienergiaa taikka lämpöenergiaa korkealla lämpötilatasolla, joita energiamuotoja voitaisiin taloudellisesti käyttää myös muihin tarkoituksiin, esim. höyryn kehittämiseen.

Patenttijulkaisusta DT-AS 1 186 838 on tunnettu menetelmä, jossa SO_2 -pitoinen kaasu, jonka SO_2 -pitoisuus on yli 9 %, puhdistamisen ja kuivaamisen ja katalyydin jälkeen ensimmäisessä kontaktiportaassa kuumassa toteutetussa väliabsorptiossa vapautetaan SO_3 :sta, toisessa kontaktiportaassa katalysoidaan valmiiksi ja sitten loppu- SO_3 poistetaan loppuabsorptiossa. SO_3 -pitoiset kaasut jäädytetään kaksiporaisesti ensimmäisen kontaktiportaan jälkeen, jolloin ensimmäisessä jäädytysportaassa lämmitetään väliabsorptiosta tulevat kaasut seuraavan kontaktihilan toimintalämpötilaan. Toisesta jäädytysportaasta tai päätelämmönvaihtimesta voidaan johtaa pois lämpö, jota ei tarvita kontaktijärjestelmässä.

Patenttijulkaisusta DT-PS 1 567 672 on tunnettua samoin kaksiporaisesti jäädyttää kuumana tulevat kaasut, joiden SO_2 -pitoisuus on 8 - 11 %, ennen väliabsorptiota, jolloin toisessa jäädytysportaassa ja päätelämmönvaihtimessa viimeisen kontaktihilan jälkeen voidaan saada lämpöä, jota ei tarvita kontaktijärjestelmässä.

Patenttijulkaisusta DT-OS 2 307 973 on tunnettua SO_2 korkean prosenttimäärän sisältävissä kaasuissa sekoittaa kaasujen osavirtaus sillä tavoin happipitoisiin kaasuihin, että seos ensimmäisessä kontaktihilassa voidaan muuttaa tasapainotilaan saakka, ilman että ylitetään katalysaattorille maksimaalisesti sallittua lämpötilaa, ja ensimmäisestä kontaktihilasta tuleva

SO_3 -pitoinen kaasuvirtaus sekoitetaan jäljellä olevaan SO_2 -pitoiseen kaasuun ennen toista kontaktihilaa. Tällöin tulee SO_3 -pitoisuudella seoksessa tasapainosaavutetuksi toisessa kontaktihilassa samoin ennen kuin saavutetaan vahingollinen lämpötila.

Patenttijulkaisusta DT-OS 2 145 546 on tunnettua käsitellä loppukaasua laimealla rikkihapolla SO_3 :n ja rikkihapposumun poistamiseksi, jolloin laimea rikkihappo voi tulla konsentroiduksi ja loppukaasua voidaan lämmittää.

Keksinnön lähtökohtana on tehtävä saada taloudellisella tavalla kontaktijärjestelmästä mahdollisimman paljon ylimääräistä lämpöä laimean rikkihapon konsentroiduksi.

Tämän tehtävän ratkaisu tapahtuu keksinnön mukaisesti seuraavien portaiden yhdistelmällä:

- a) rikkihapon valmistus yhdistetään laimean rikkihapon konsentroiduksi
- b) happipitoisia kaasuja lisätään SO_2 -pitoisten kaasujen osavirtaukseen määrä, joka mahdollistaa seoksen muuttamisen ainakin yhdessä ensimmäisessä kontaktihilassa reaktion $\text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$ tasapainoon saakka ilman että ylitetään katalysaattorille maksimaalisesti sallittua lämpötilaa
- c) kuumennetaan kaasuseos ensimmäisen kontaktihilan toimintalämpötilaan lämmönvaihdolla SO_3 -pitoisten kaasujen kanssa kontaktihilojen välillä
- d) sekoitetaan SO_3 -pitoinen kaasu ainakin ensimmäisestä kontaktihilasta jäljellä olevaan SO_2 -pitoiseen kaasuun ennen ensimmäisen kontaktiportaan muita kontaktihiloja
- e) asetellaan ensimmäiseen kontaktihilaan johdetun SO_2 -pitoisen kaasun osavirtauksen määrä sillä tavoin, että vaiheessa b) tuotettu määrä SO_3 :a vaiheen d) sekoituksen jälkeen antaa suhteen $\text{SO}_2:\text{SO}_3$, joka mahdollistaa muutoksen muissa kontaktihiloissa tasapainoon saakka ilman että ylitetään katalysaattorille maksimaalisesti sallittua lämpötilaa
- f) toteutetaan SO_3 :n väli- ja loppuabsorptio katalyysein kontaktikaasuista lämpöabsorptiolla toimintalämpötiloissa $100 - 200^\circ\text{C}$, edullisesti $110 - 160^\circ\text{C}$.
- g) toteutetaan katalyyysi toisessa kontaktiportaassa vähintään kahdessa kontaktihilassa jäähdyttämällä kaasua kontaktihilojen välillä
- h) poistetaan vettä laimeista rikkihapoista suoralla kosketuksella kuumiin kaasuihin, jotka muodostuvat katalyysein loppukaasusta loppuabsorption jälkeen ja/tai inerteistä vähävetisistä kaasuista
- i) kuumennetaan veden poistamiskaasu ainakin osalla päätelämmönvaihtimesta toisen kontaktiportaan jälkeen tulevalla lämmöllä
- k) kuumennetaan veden poistamiskaasu ainakin osalla katalyyseikaasun jäähdytyksessä vaiheen g) mukaan tulevalla lämmöllä ja/tai ainakin osalla

toisesta jäähdytysportaasta ensimmäisen kontaktiportaan jälkeen ja ennen väliabsorptiota tulevalla lämmöllä.

Kaasuseos happipitoisesta kaasusta ja SO_2 -pitoisesta osavirtauksesta voidaan ennen sekoittamista jäljellä olevaan SO_2 -pitoiseen kaasuun johtaa yhteen tai useampaan peräkkäin kytkettyyn kontaktihilaan. Siinä tapauksessa että se johdetaan läpi useampien kontaktihilojen, tapahtuu jäähdytys kontaktihilojen välillä lämmönvaihdolla SO_2 -pitoisten kaasujen kanssa taikka seoksen kanssa, joka sisältää SO_2 -pitoisia kaasuja ja lisättyjä happipitoisia kaasuja. Happipitoisena kaasuna käytetään yleensä ilmaa taikka hapella rikastettua ilmaa. Edullisesti sekoitetaan kokonaismuuttamiseen tarpeellinen happi SO_2 -pitoisen kaasun osavirtaukseen ennen ensimmäistä kontaktihilaa. On kuitenkin myös mahdollista antaa ensimmäiseen kontaktihilaan vain muutoksen ohjaamiseen välttämätön määrä ja antaa loput myöhempään kohtaan kontaktijärjestelmää. Ensimmäinen kontaktiporras muodostuu 2 - 3 kontaktihilasta, toinen kontaktiporras yleensä kahdesta kontaktihilasta. Kontaktihilojen lukumäärän suurentaminen on tosin mahdollista, mutta ei tuo mukanaan mitään etuja. Kun loppulämmönvaihdin viimeisen kontaktihilan jälkeen on muodostettu yksiportaiseksi, käytetään koko lämmönvaihdinta veden poistamiskaasujen lämmittämiseen; kun se on muodostettu kaksiportaiseksi peräkkäin tai rinnakkain, käytetään toista portaista veden poistamiskaasujen lämmittämiseen. Veden poistamiskaasujen edelleen lämmittäminen tapahtuu joko toisessa jäähdytysportaassa ensimmäisen kontaktiportaan perästä ja ennen väliabsorptiota taikka lämmönvaihtimessa toisen kontaktiportaan kontaktihilojen välissä, jolloin, toimintatavan mukaan, toista lämmönvaihdinta käytetään SO_2 -pitoisten kaasujen ja happipitoisten kaasujen seoksen lämmittämiseen. SO_3 -pitoisten kaasujen jäähdytys ensimmäisestä kontaktiportaasta toisessa jäähdytysportaassa ennen väliabsorptiota tapahtuu edullisesti lämpötilaan $130 - 200^\circ\text{C}$. SO_3 -pitoisen kaasun jäähdytys toisen kontaktiportaan jälkeen ennen sen tuloa loppuabsorberiin tapahtuu edullisesti samoin lämpötilaan $130 - 200^\circ\text{C}$.

Eräs edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että vaiheen d) mukaisesti sekoitetun jäljellä olevan SO_2 -pitoisen kaasun määrä mitoitetaan siten, että sekoituksen jälkeen esiintyy kaasun lämpötila, joka vastaa seuraavan kontaktihilan toimintalämpötilaa. Täten voidaan säästää lämmönvaihdin tästä kohdasta.

Eräs edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että happipitoisen kaasun ennen tuontia kontaktikattilaan erillisesti kuivataan rikkihapolla. Täten on mahdollista johtaa happipitoisen kaasun kuivaamisessa esiintyvä lämpö kaasuihin ja ajaa kuivaajan happokiertoa ilman jäähdytystä. Edelleen

tulee siten kaasuun johdettu lämpö viedyksi kontaktijärjestelmään. On myös mahdollista antaa SO_2 -pitoisten kaasujen osavirtaus happipitoiseen kaasuun ennen tuloa kuivaajaan. Tällöin jää kuitenkin pois edellä kuvattu etu.

Eräs edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että happipitoisen kaasun ja/tai SO_2 -pitoisen kaasun kuivaaminen toteutetaan kuumakuivaamisella ja kaasut poistuvat kuivatuksesta lämpötilassa $60 - 80^\circ\text{C}$, edullisesti lämpötilassa $65 - 70^\circ\text{C}$. Täten tulee lämpö kaasujen mukana johdetuksi kontaktijärjestelmään, happolämpö poistuu korotetulla lämpötilatasolla ja sitä voidaan hyödyllisesti käyttää hyväksi.

Eräs edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että happipitoisen kaasun lisäys SO_2 -pitoisen kaasun osavirtaukseen vaiheen b) mukaan tapahtuu ennen kaasuseosta kuljettavaa puhallinta. Täten voidaan SO_2 -pitoisen kaasun jäljellä olevaa osavirtausta kuljettava puhallin pitää pienenä ja käyttää pienemmällä paineella, mitkä seikat alentavat käyttökustannuksia kaasujen kuljettamisessa kontaktijärjestelmässä.

Eräs edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että happipitoisen kaasun lisääminen SO_2 -pitoisen kaasun osavirtaukseen vaiheen b) mukaan tapahtuu happipitoista kaasua kuljettavan puhaltimen jälkeen. Tässä tapauksessa jää tosin pois edellä kuvattu etu, kuitenkin voidaan molemmat puhaltimet painepuolelta tehdä likimain samanlaisiksi. Täten pienenee puhaltimien hankintahinta, tarpeen on vain yksi raservipuhallin ja varaosavarasto pienenee. Tämä suoritusmuoto valitaan silloin, kun käyttökustannukset ovat vähäisemmät suhteessa kuvattuihin säästöihin.

Eräs edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että laimean rikkihapon konsentrointiin ja/tai esilämmitykseen käytetään kuivatuksen ja/tai väliabsorption ja/tai loppuabsorption happokiertojen lämpöenergiaa. Täten voidaan suuria lämpömääriä lisäksi hyödyllisesti käyttää konsentrointiin.

Eräs edullinen suoritusmuoto perustuu siihen, että kuivaaminen ja/tai väliabsorptio ja/tai loppuabsorptio ainakin osaksi tapahtuu venturiabsorbereissa tasavirtauksena. Täten saavutetaan korkeat poistumislämpötilat kaasuille ja hapoille.

Keksintöä selitetään seuraavassa esimerkkeihin liittyen.

Esimerkki 1

Kuviossa 1 esitetty kontaktilaitos on mitoitettu teholle noin 1000 päivätonnia (tato) SO_3 , jolloin hajotuskaasun koostumuksen perustaksi on otettu noin 28,43 tilavuusprosenttia SO_2 , noin 3,86 tilavuusprosenttia O_2 , loput $\text{N}_2 + \text{CO}_2$.

Johdon 1 kautta johdetaan noin $40\,830\text{ Nm}^3/\text{h}$ SO_2 -kaasua, joka sisältää noin 56 g/Nm^3 vettä, puhaltimella 12a venturin 2, johdon 3, vihmutustornin 3b, suihkuerottimen 4 kautta, missä se kuivataan noin 96 prosenttisella

H_2SO_4 ja johdetaan johdon 11 kautta noin 65°C lämpötilaisena. Kuivaajahappo johdetaan kiertoon johdon 5, jäähdyttimen 6, johdon 7, pumpun 8, johdon 9, johdon 9y kautta suuttimeen 10, johdon 9x kautta suuttimeen 10f.

Johdon 1a kautta imetään noin $54\,170\text{ Nm}^3/\text{h}$ ulkoilmaa, joka sisältää noin 20 g/Nm^3 vettä, puhaltimella 12 venturin 2a, johdon 3a, suihkutuserotimen 4a kautta, missä se kuivataan noin 96 prosenttisella H_2SO_4 :llä ja johdetaan johdon 11b kautta noin 65°C lämpötilaisena. Kuivaajahappo johdetaan kiertoon johdon 5c, pumpun 8c, johdon 9c, johdon 9n kautta suuttimeen 10c.

Johdon 11a kautta sekoitetaan $27\,180\text{ Nm}^3/\text{h}$ 28,43 tilavuusprosenttista SO_2 -kaasua kokonaisilmamäärään. Johdon 11c kautta siirretään $81\,350\text{ Nm}^3/\text{h}$ kaasua, jossa on noin 9,5 tilavuusprosenttia SO_2 , noin 15,14 tilavuusprosenttia O_2 puhaltimella 12 johdon 13, 14, 15, 16, 17, 18 ja 20 kautta kontaktikattilan 21 ensimmäiseen kontaktihilaan 21a. Kaasut esilämmitetään lämmönvaihdossa SO_3 -kaasuihin lämmönvaihtimessa 27 lämpötilasta noin 90°C lämpötilaan noin 200°C ja molemmissa lämmönvaihtimissa 23a ja 23 lämpötilasta noin 200°C lämpötilaan noin 435°C . $13\,650\text{ Nm}^3/\text{h}$ korkeaprocenttista SO_2 -kaasua (noin 28,43 tilavuusprosenttia SO_2 , noin 3,86 tilavuusprosenttia O_2 , loput $\text{N}_2 + \text{CO}_2$) sekoitetaan lämpötilassa noin 85°C johdon 11e kautta, puhaltimella 12a, johdon 13a kautta kontaktihilaan esikatalysoitujen kaasujen kanssa. SO_3 -pitoisen kaasun lämpötila kontaktihilan 21a jälkeen laskee tällöin lämpötilasta noin 617°C lämpötilaan noin 540°C . SO_3 -pitoiset kaasut johdetaan johdon 22, lämmönvaihtimen 23, johdon 24 kautta kontaktihilaan 21b noin 450°C lämpötilassa. Edelleenkatalysoidut kaasut poistuvat kontaktihilasta 21b johdon 22a kautta noin 570°C lämpötilassa, jäähdytetään lämmönvaihtimessa 23a lämpötilaan noin 460°C ja johdetaan johdon 24a kautta kontaktihilaan 21c.

Johdon 25 kautta johdetaan noin $89\,930\text{ Nm}^3/\text{h}$ SO_3 -pitoisia kaasuja lämpötilassa noin 507°C välilämmönvaihtimeen 26, jäähdytetään täällä absorboituilla kaasuilla lämpötilaan noin 280°C (kohta 26a) ja tämän jälkeen lämmönvaihtimessa 27 lämpötilaan noin 190°C ja johdetaan johdon 28 kautta venturi-väliabsorberiin 29. Noin $79\,100\text{ Nm}^3/\text{h}$ SO_3 :sta pitkälti vapautettua kaasua poistuu johdon 30, suihkuerotimen 31, johdon 32 kautta väliabsorptiolaitoksesta lämpötilassa noin 140°C .

Suuresti konsentroitunut absorberihappo (noin 98,5 - 99,0 painoprosenttia H_2SO_4) johdetaan kiertoon johdon 5a, jäähdyttimen 6a, johdon 7a, pumpun 8a, johdon 9a kautta suuttimeen 10a.

Johdon 33 kautta johdetaan kaasut lämpötilassa noin 440°C kontaktihilaan 21d, ne poistuvat kontaktihilasta 21d johdon 34 kautta lämpötilassa noin 482°C . Lämmönvaihtimessa 35 jäähdytetään edelleenkatalysoidut kaasut lämpötilaan noin 420°C ja johdetaan johdon 36 kautta kontaktihilaan 21e.

Johdon 37 kautta poistuu kontaktikattilasta noin $78\,590\text{ Nm}^3/\text{h}$ valmiiksi-katalysoituja kaasuja lämpötilassa noin 422°C , ne jäähdytetään lämmönvaihtimessa 40 lämpötilaan noin 180°C ja johdetaan johdon 41 kautta venturi-loppuabsorberiin 42. Noin $77\,485\text{ Nm}^3/\text{h}$ loppukaasua poistuu loppuabsorberista 42 johdon 43 suihkuerottimen 44 ja johdon 45 kautta.

Suuresti konsentroitua absorberihappo (noin 98,5 - 99,0 painoprosenttia H_2SO_4) johdetaan kiertoa johdon 5b, jäähdyttimen 6b, johdon 7b, pumpun 8b, johdon 9b, johdon 9z kautta suuttimeen 10b. Johdon 9e, 9k, 9d ja 9i kautta vaihdetaan happoja happokierroissa tarpeellisten optimaalisten happokonsentraatioiden asettelemiseksi ja johdon 9f ja 9h kautta annetaan vielä tarpeellinen ohentamisvesi. Johdon 9g kautta poistetaan tuote konsentraatiossa noin 96 painoprosenttia H_2SO_4 .

Käytännöllisesti katsoen vesihöyryttömät loppukaasut esilämmitetään lämpötilasta noin 110°C johdon 45, lämmönvaihtimen 40, johdon 46, lämmönvaihtimen 35 kautta lämpötilaan noin 420°C ja johdetaan johdon 46a kautta esittämättä jätettyyn laimean hapon konsentroidintilaitokseen, missä kaasujen lämpösisältö käytetään laimean hapon konsentroidintilaan.

Esimerkki 2

Kuviossa 2 esitetty kontaktilaitos poikkeaa esimerkin 1 ja kuvion 1 mukaisesta seuraavasti:

a) Kaasujohdon 11a sijoittaminen puhaltimen 12 imupuolelta puhaltimen 12a painepuolelle, niin että puhaltimen 12 täytyy siirtää vain $54\,170\text{ Nm}^3/\text{h}$ kuivattua ilmaa $81\,350\text{ Nm}^3/\text{h}$ seoskaasun sijasta ja puhaltimen 12a $40\,830\text{ Nm}^3/\text{h}$ suuresti konsentroitua SO_2 -kaasua $13\,650\text{ Nm}^3/\text{h}$ suuresti konsentroidun kaasun sijasta.

b) Vain lämmönvaihdinta 40 käytetään loppukaasun esilämmittämiseen. Loppukaasut esilämmitetään lämmönvaihtimessa 40 lämpötilasta noin 110°C lämpötilaan noin 340°C ja johdetaan tämän jälkeen johdon 46 kautta esittämättä jätettyyn laimean hapon konsentroidintilaitokseen.

c) Lämmönvaihdinta 35 käytetään ulkoa otetun ilman esilämmittämiseen. Vesihöyryn kuljettimena esittämättä jätetylle laimean hapon konsentroidintilaitokseen tarpeellinen ilmamäärä noin $62\,285\text{ Nm}^3/\text{h}$ johdetaan johdon 47 kautta lämpötilassa noin 30°C lämmönvaihtimeen 35, esilämmitetään täällä lämpötilaan noin 115°C ja johdetaan johdon 46a kautta esittämättä jätettyyn laimean hapon konsentroidintilaitokseen.

Esimerkki 3

Kuviossa 3 esitetty kontaktilaitos on laskettu teholla noin 1000 päivätunnin SO_3 , jolloin laskelmien pohjaksi on asetettu hajotettava kaasu, jonka koostumus on noin 17,0 tilavuusprosenttia SO_2 , noin 1,50 tilavuusprosenttia O_2 , loput $\text{N}_2 + \text{CO}_2$.

Johdon 11e kautta imetään puhaltimella 12a noin $67\,430\text{ Nm}^3/\text{h}$ kuivattua SO_2 -kaasua, jonka konsentraatio on noin 17,0 tilavuusprosenttia ja lämpötila noin 65°C . Johdon 11c kautta imetään puhaltimella 12 noin $63\,570\text{ Nm}^3/\text{h}$ kuivattua ilmaa lämpötilassa noin 65°C . Johdon 11a sekoitetaan noin $53\,900\text{ Nm}^3/\text{h}$ noin 17,0 tilavuusprosenttista SO_2 -kaasua kokonaisilmamäärään, niin että kaikkiaan $117\,470\text{ Nm}^3/\text{h}$ kaasua, jonka SO_2 -konsentraatio on noin 7,8 tilavuusprosenttia SO_2 , tulee johtojen 13, 14, 15, 16, 17, 18 ja 20 johdetuksi kontaktikattilan 21 ensimmäiseen kontaktihilaan 21a. Nämä kaasut esilämmitetään lämmönvaihdossa SO_3 -kaasuihin lämmönvaihtimessa 40 lämpötilasta noin 90°C lämpötilaan noin 260°C ja molemmissa lämmönvaihtimissa 23 ja 35 lämpötilasta noin 260°C lämpötilaan noin 440°C . $13\,530\text{ Nm}^3/\text{h}$ noin 17,0 tilavuusprosenttista SO_2 -kaasua lämpötilassa noin 90°C sekoitetaan johdon 13a kautta kontaktihilan 21a jälkeen esikatalysoituihin kaasuihin. SO_3 -pitoisen kaasun lämpötila laskee täten lämpötilasta 610°C lämpötilaan noin 550°C . SO_3 -pitoiset kaasut johdetaan johdon 22, lämmönvaihtimen 23, johdon 24 kautta kontaktihilaan 21b lämpötilassa noin 450°C .

Johdon 25 kautta johdetaan noin $126\,240\text{ Nm}^3/\text{h}$ SO_3 -pitoisia kaasuja lämpötilassa noin 527°C välilämmönvaihtimeen 26, missä ne lämmönvaihdossa absorboituihin kaasuihin jäähdytetään lämpötilaan noin 277°C (kohta 26a) ja tämän jälkeen lämmönvaihtimessa 27 lämpötilaan noin 185°C ja johdetaan johdon 28 kautta venturi-väliabsorberiin 29, missä johdon 9g ja suuttimen 10a kautta vihmotetaan absorberihappoa. Noin $116\,570\text{ Nm}^3/\text{h}$ SO_3 :sta pitkälti vapautettuja kaasuja poistuu väliabsorptiolaitoksesta johdon 30, suihkutuserottimen 31, johdon 32 kautta lämpötilassa noin 140°C ja johdetaan tämän jälkeen johdon 33 kautta lämpötilassa noin 430°C kontaktihilaan 21d. Johdon 34 kautta poistuvat kaasut kontaktihilasta 21d lämpötilassa noin 470°C ja jäähdytetään lämmönvaihtimessa 35 lämpötilaan noin 420°C ja johdetaan johdon 36 kautta kontaktihilaan 21e. Johdon 37 kautta poistuu kontaktikattilasta noin $115\,820\text{ Nm}^3/\text{h}$ valmiiksikatalysoituja kaasuja lämpötilassa noin 422°C , jäähdytetään lämmönvaihtimessa 40 lämpötilaan noin 255°C , johdetaan johdon 37a kautta lämmönvaihtimeen 40a, missä kaasut jäähdytetään lämpötilaan noin 180°C . Johdon 41 kautta johdetaan kaasut loppuabsorberiin.

Johdon 45 kautta esilämmitetään noin $50\,000\text{ Nm}^3/\text{h}$ ulkoilmaa lämpötilasta noin 30°C lämpötilaan noin 210°C ja johdetaan johdon 46 kautta esittämättä jätettyyn laimean hapon konsentrointiportaaseen. Johdon 47 kautta esilämmitetään noin $100\,000\text{ Nm}^3/\text{h}$ ulkoilmaa lämpötilasta noin 30°C lämpötilaan noin 160°C ja johdetaan johdon 46a kautta esittämättä jätettyyn laimean hapon konsentrointiportaaseen.

Keksinnön edut perustuvat pääasiallisesti siihen, että on mahdollista taloudellisella tavalla käyttää laimeiden rikkihappojen konsentrointiin liikalämpöä kontaktijärjestelmästä sekä sellaista lämpöä, joka tulee suhteellisen alhaisella lämpötilatasolla. Täten voidaan välttää tai vähentää kalliin primäärienergian käyttöä taikka korkean lämpötilatason omaavan lämmön mukaan tuontia.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä rikkihapon valmistamiseksi SO_2 :n katalyyttisellä muuttamisella SO_3 :ksi kaasuissa, joiden SO_2 -pitoisuus on yli 10 tilavuusprosenttia, jäähdyttämällä, puhdistamalla ja kuivaamalla SO_2 -pitoiset kaasut ennen niiden vientiä kontaktilaitokseen, kuumentamalla puhdistetut SO_2 -pitoiset kaasut ensimmäisen kontaktihilan toimintalämpötilaan lämmönvaihdossa kuumien SO_3 -pitoisten kaasujen kanssa kontaktihilojen välissä samanaikaisesti jäähdyttämällä SO_3 -pitoiset kaasut seuraavan kontaktihilan toimintalämpötilaan, useiden kontaktihilojen jälkeen ensimmäisessä kontaktiportaassa muodostetun SO_3 :n väliabsorptiolla rikkihappoon korotetussa lämpötilassa, ensimmäisestä kontaktiportaasta tulevien SO_3 -pitoisten kaasujen kaksiporaisella jäähdytyksellä ennen väliabsorptiota jälleenuumentaan väliabsorptiosta tulevat kaasut seuraavan kontaktihilan toimintalämpötilaan ensimmäisessä jäähdytysportaassa, jäähdyttämällä toisessa kontaktiportaassa valmiiksi katalysoidut kaasut päätelämmönvaihtimessa ottaen talteen lämpö, jota kontaktijärjestelmässä ei tarvita ja toisessa kontaktiportaassa tuotetun SO_3 :n absorptiolla pääteabsorberissa, t u n n e t t u siitä, että

a) yhdistetään rikkihapon valmistus laimean rikkihapon konsentrintiin

b) lisätään happipitoisia kaasuja SO_2 -pitoisen kaasun osavirtaukseen määrä, joka mahdollistaa kaasuseoksen muuttumisen ainakin ensimmäisessä kontaktihilassa tasapainotilaan saakka reaktion $\text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$ mukaisesti ilman että ylitetään katalysaattorille maksimaalisesti sallittua lämpötilaa

c) kuumennetaan kaasuseos ensimmäisen kontaktihilan toimintalämpötilaan lämmönvaihdossa kuumien SO_3 -pitoisten kaasujen kanssa kontaktihilojen välillä

d) sekoitetaan SO_3 -pitoinen kaasu ainakin ensimmäisestä kontaktihilasta jäljellä olevaan SO_2 -pitoiseen kaasuun ennen ensimmäisen kontaktiportaan muuta kontaktihilaa

e) säädetään ensimmäiseen kontaktihilaan johdetun SO_2 -pitoisen kaasun osavirtauksen määrä sillä tavoin, että vaiheessa b) tuotettu määrä SO_3 :a vaiheen d) mukaisen sekoittamisen jälkeen antaa suhteen $\text{SO}_2:\text{SO}_3$, joka mahdollistaa muuttamisen muissa kontaktihiloissa tasapainotilaan saakka ilman että ylitetään katalysaattorille maksimaalisesti sallittua lämpötilaa

f) toteutetaan SO_3 :n väli- ja loppuabsorptio katalyyysin kontaktikaasuista kuuma-absorptiona toimintalämpötiloissa $100-200^\circ\text{C}$, edullisesti $110-160^\circ\text{C}$

g) toteutetaan katalyyysi toisessa kontaktiportaassa vähintään kahdessa kontaktihilassa jäähdyttämällä kaasuja kontaktihilojen välillä

h) poistetaan vettä laimeista rikkihapoista suoralla kosketuksella kuumiin kaasuihin, jotka muodostuvat katalyyysin loppukaasusta loppuabsorption jälkeen ja/tai inerteistä vähävetisistä kaasuista

i) kuumennetaan veden poistamiskaasua ainakin osalla loppulämmönvaihtimes-

ta toisen kontaktiportaan jälkeen jäännökseksi jäävällä lämmöllä

k) kuumennetaan veden poistamiskaasua ainakin osalla katalyyssikaasun jäähtytyksessä vaiheen g) mukaisesti tulevalla lämmöllä ja/tai ainakin osalla toisesta jäähdytysportaasta ensimmäisen kontaktiportaan jälkeen ja ennen väliabsorptiota tulevalla lämmöllä ja

1) kuivatuksessa ja/tai väliabsorptiossa ja/tai loppuabsorptiossa hapon kierrätyksen lämpöenergia siirretään epäsuorasti laimean rikkihapon konsentroidiin ja/tai esilämmitykseen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheen d) mukaisesti sekoitetun jäljellä olevan SO_2 -pitoisen kaasun määrä mitoitetaan siten, että sekoittamisen jälkeen kaasulämpötila on sellainen, joka vastaa seuraavan kontaktihilan toimintalämpötilaa.

3. Patenttivaatimusten 1 ja 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että happipitoiset kaasut ennen niiden tuontia kontaktikattilaan erikseen kuivataan rikkihapolla.

4. Patenttivaatimusten 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että happipitoisten kaasujen ja/tai SO_2 -pitoisten kaasujen kuivaaminen toteutetaan kuumakuivaamisella ja kaasut poistuvat kuivatuksesta lämpötilassa $60-80^{\circ}C$, edullisesti $65-70^{\circ}C$.

5. Patenttivaatimusten 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että happipitoisten kaasujen lisääminen SO_2 -pitoisten kaasujen osavirtaukseen vaiheen b) mukaisesti tapahtuu ennen kaasuseosta kuljettavaa puhallinta.

6. Patenttivaatimusten 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että happipitoisten kaasujen lisääminen SO_2 -pitoisten kaasujen osavirtaukseen vaiheen b) mukaisesti tapahtuu happipitoisia kaasuja kuljettavan puhaltimen jälkeen.

7. Patenttivaatimusten 1-6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kuivatus ja/tai väliabsorptio ja/tai loppuabsorptio ainakin osittain tapahtuu venturiabsorbereissa tasavirtauksessa.

761918

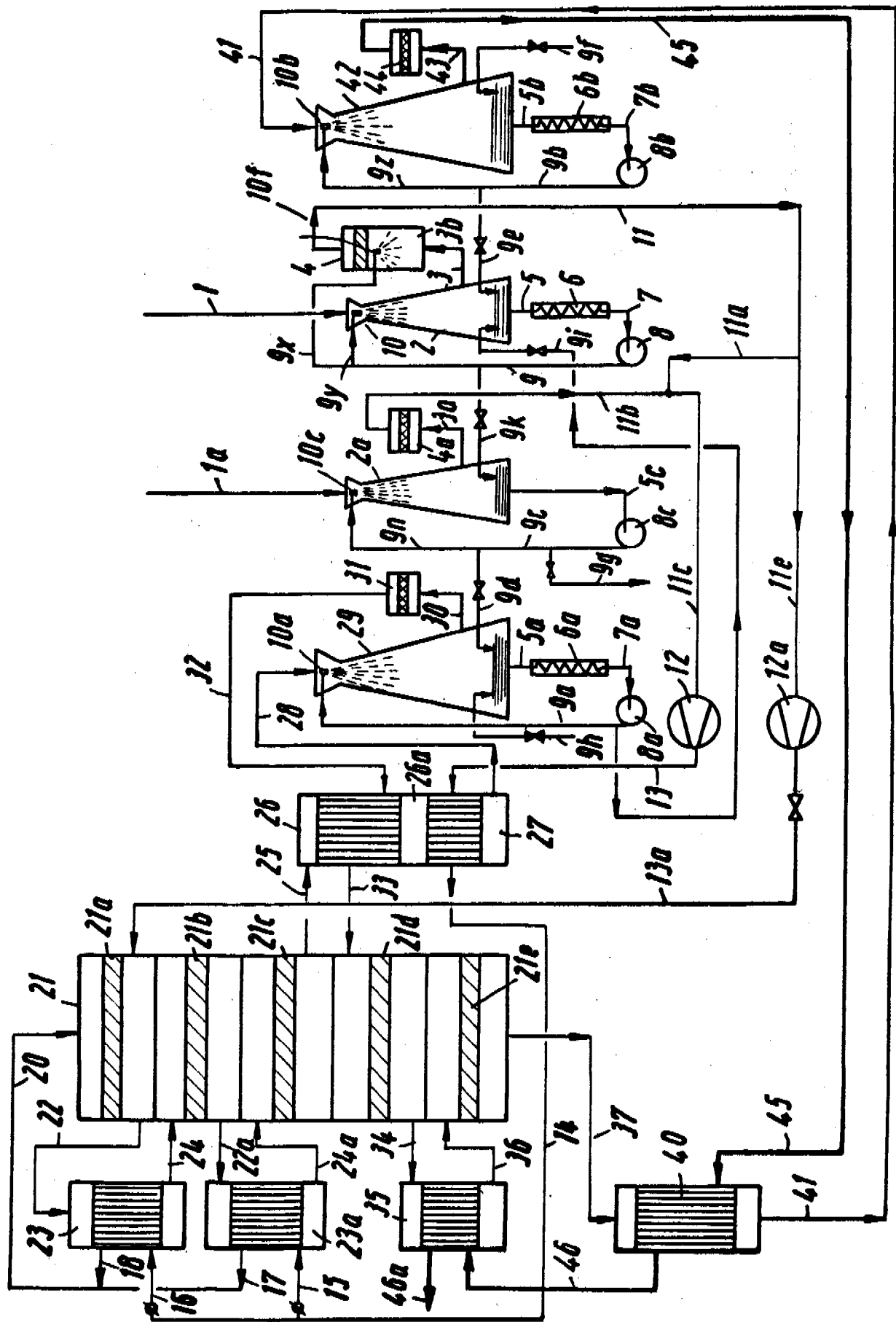
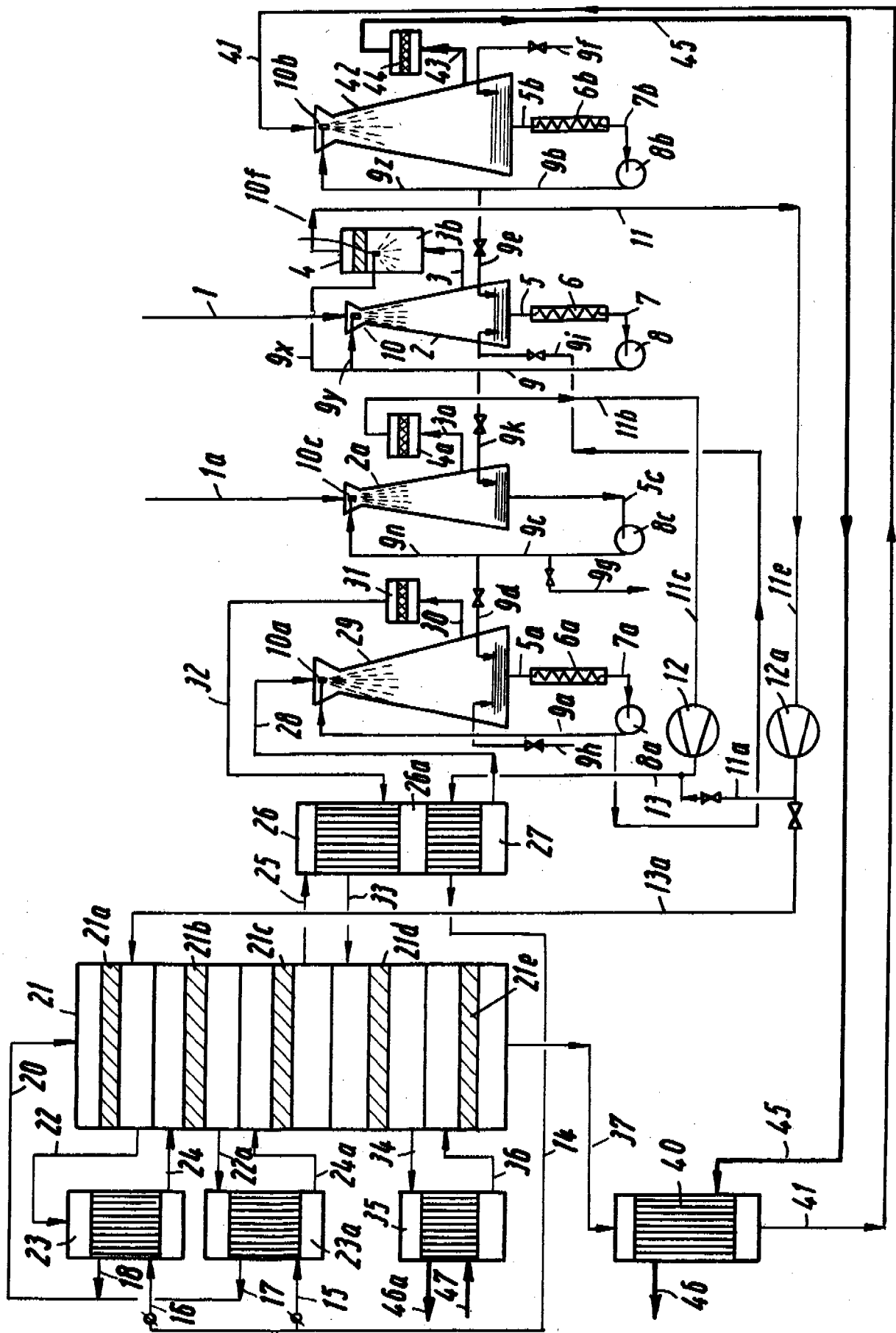


Fig. 1

Fig. 2



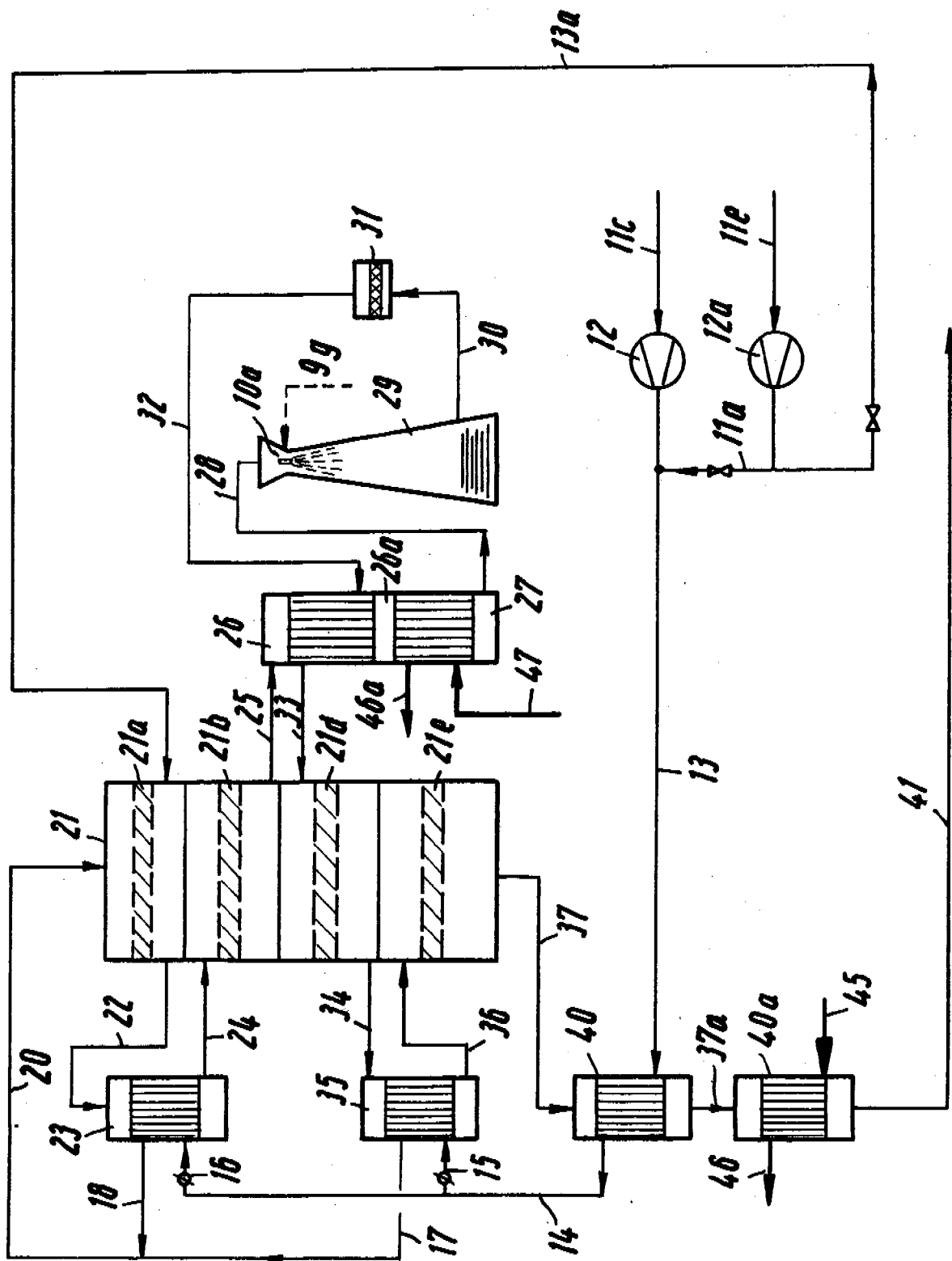


Fig. 3

Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar:

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer, utläggnings- och patentskrifter:

Suomi - Finland _____

Iso-Britannia - Storbritannien _____

Norja - Norge _____

Ranska - Frankrike _____

Ruotsi - Sverige _____

Saksa - BRD - Tyskland H 2.145.546 (C 016 17/90)

Sveitsi - Schweiz _____

Tanska - Danmark _____

USA _____

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.

2/2-821 RL
Allekirjoitus