



SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 57445

C (45) Patentti myönnetty 11.03.1980
Patent meddelat

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ C 22 B 43/00

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	479/72
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	23.02.72
(23) Alkuperäpäivä — Giltighetsdag	23.02.72
(41) Tuliut julkiseksi — Blivit offentlig	24.08.72
(44) Nähtäväksi panon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.04.80
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	23.02.71
Ruotsi-Sverige(SE) 2300/71	

- (71) Boliden Aktiebolag, Sturegatan 22, Stockholm, Ruotsi-Sverige(SE)
(72) Torkel Allgulin, Skelleftehamn, Ruotsi-Sverige(SE)
(74) Oy Kolster Ab
(54) Sellaisten kaasujen puhdistus, jotka sisältävät elohopeahöyryä -
Rening av gaser innehållande kvicksilverånga

Esillä oleva keksintö koskee menetelmää sellaisten kaasujen puhdistamiseksi, jotka sisältävät kaasumaista alkuaineen muodossa olevaa elohopeaa Hg⁰. Menetelmä sopii erikoisesti elohopeahöyryn poistamiseksi sellaisista pasutuskaasuista, jotka on saatu elohopeayhdisteitä sisältäviä sulfidimalmeja pasutettaessa. Samaa menetelmää voidaan kuitenkin käyttää edullisesti myös elohopean poistamiseksi muista kaasuista.

Erikoisesti viimevuosina on osoittautunut, että elohopean esiintyminen teollisuusprosesseissa aiheuttaa emissiovaaroja kaasujen ja muiden jäteaineiden vuotamisen johdosta ja että valmistetussa tuotteessa voi olla epäpuhtautena elohopeaa. Tällä probleemilla on luonnollisesti erittäin suuri merkitys sellaisten tuotteiden kuin lannoitusaineiden ja ravintoaineiden yhteydessä. Koska rikkihappoa käytetään erittäin suurissa määrissä kemiallisessa teollisuudessa, on alhaisen elohopeapitoisuuden vaatimus valmistetussa rikkihapossa täten yhä voimistunut.

Aikaisemmin on tunnettua poistaa alkuaineen muodossa oleva elohopea absorboimalla ja hapettamalla liuoksissa, joista esimerkkinä voidaan mainita, että

pH-arvossa 4,5-9 on elohopeapitoisia kaasuja johdettu hypokloriittiliuokseen. Katso esim. neuvostoliittolaista patenttijulkaisua 165 900 ja amerikkalaista patenttijulkaisua 3 476 552. Edelleen voidaan mainita, että kaliumpermanganaattiliuoksia on käytetty alkuaine-elohopean absorboimiseen erikoisesti analysoimistarkoituksessa. Katso esim. Amer. Ind. Hyg. Assoc. J. 17, 418-20 (1956).

On olemassa myös useita menetelmiä alkuaineen muodossa olevan absorboimiseksi kaasuista kiinteisiin materiaaleihin, kuten hiileen ja muihin kantaja-aineisiin, jotka ovat esim. kyllästetyt sulfideilla (katso esim. saksalaista patenttijulkaisua 1 075 953 ja amerikkalaista patenttijulkaisua 3 194 629).

Alkuaineen muodossa olevaa elohopeaa sisältäviä kaasuja muodostuu elohopeapitoisten mineraalien pasutuksen ohella myös esim. kloori-alkali-menetelmissä ja regeneroitaessa määrättyjä elohopeapitoisia katalysaattoreita, joita on käytetty orgaanisissa synteeseissä.

Pasutettaessa elohopeayhdisteitä sisältäviä sulfidipitoisia mineraaleja voidaan suurin osa esiintyvistä elohopeasta erottaa kaasusta osasten muodossa olevina yhdisteinä käyttäen tavanomaisia kaasun puhdistusmenetelmiä. Kuitenkaan ei ole mahdollista ohjata pasutusprosessia siten, että kiinteistä aineista puhdistettuun kaasuun aikaansaadaan riittävän alhaiset alkuaineen muodossa olevan, kaasumaisen elohopean pitoisuudet. Mitään vaikeuksia poistaa elohopeayhdisteet pasutus tuotteesta ei esiinny ja materiaalissa esiintyvä elohopea joutuu tämän johdosta tavallisesti suureksi osaksi pasutuskaasuun elohopeayhdisteinä tai alkuaineen muodossa olevana elohopeana osasten tai kaasumaisessa muodossa. Käytännössä voidaan tavanomaisen kiinteän aineen puhdistuksen avulla poistaa osasten muodossa oleva elohopea, kun taas elohopeahöyry kulkee kaasun mukana läpi rikkihapon koko valmistusprosessin aina lopputuote-rikkihappoon asti ja tekee tämän epäpuhtaaksi.

Pasutettaessa sulfidimalmeja saadaan täten rikkidioksidipitoinen pasutuskaasu, jonka rikkidioksidipitoisuus on tavallisesti 4-16 %, ja joka riippuen malmin kokoomuksesta on enemmän tai vähemmän haihtuvien yhdisteiden likaamaa. Tavallisia epäpuhtauksia tässä yhteydessä ovat esim. arsenikin, lyijyn ja antimonin sekä elohopean aiheuttamat epäpuhtaudet vapaassa tai kemiallisesti sidotussa muodossa. Saatua rikkidioksidipitoista pasutuskaasua käytetään tavallisesti rikkihapon ja rikkitrioksidin sekä juoksevan rikkidioksidin valmistamiseksi. Rikkihapon, rikkitrioksidin ja juoksevan rikkidioksidin valmistus vaatii erittäin puhdasta raaka-ainetta rikkidioksidikaasun muodossa koska kaasun sisältämät epäpuhtaudet vaikuttavat määrättyissä tapauksissa epäsuotuisasti reaktion kulkuun valmistettaessa rikkihappoa ja rikkitrioksidia ja voivat osaksi liata lopputuotteen ja lopullisen poistokaasun.

Sulfidimateriaalin pasutuksessa muodostuneet pasutuskaasut johdetaan pasutusuunista esim. sykloniin, jossa kaasut puhdistetaan mukana seuraavasta pölystä tavanomaisella tavalla. Tämän jälkeen kaasut jäähdytetään ja kuivapuhdistetaan esim. sähkösuodattimen avulla. Kaasun loppupuhdistus suoritetaan esim. pesemällä pesutornissa, jota seuraa kostea sähkösuodatin. Näillä puhdistusmenetelmillä ei kuitenkaan ole ollut mahdollista poistaa halutussa määrässä alkuaineen muodossa olevaa kaasumaista elohopeaa.

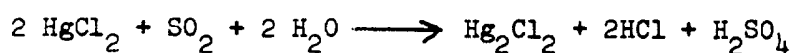
Nyt on osoittautunut, että kaasujen sisältämä kaasun muodossa oleva alkuaine-elohopea voidaan poistaa erittäin hyvin tuloksin kaasuista jos tämä pestään sellaisella pesuliuksella, jossa ylläpidetään elohopea (II)ionien pitoisuus arvossa 0,02 g/l aina kyllästettyyn liuokseen asti, ja että pesuliuksessa ylläpidetään yhden tai useamman sellaisen anionin pitoisuutta, jotka on valittu ryhmästä Cl^- , Br^- , J^- ja SO_4^{2-} , jotka muodostavat vaikealiukoisia Hg(I) -suoloja, että muodostunut Hg(I) voidaan saostaa ja korkeintaan sellaisessa määrässä, että vastaava Hg(I) -suola ei ole epäsuhteessa yhdisteiden Hg(II) ja Hg^0 suhteen, sekä että mahdollisesti esiintyvien pelkistävien kaasukomponenttien ei anneta pelkistää Hg(II) sitomalla Hg(II) kompleksiksi Cl^- , Br^- ja/tai J^- -ionien kanssa (katso faasikaavioita 9, 10 ja 11).

Pesunesteen lämpötila on pesun aikana pidettävä välillä 0 ja 70°C. Erittäin edullista on käyttää lämpötilaa alle noin 35°C. Menetelmälle on tunnusomaista täten se, että pesuliuos sisältää alkuaine-elohopean hapetusainetta Hg^{2+} -X-kompleksin muodossa, jossa X tarkoittaa klooria, bromia tai jodia, jolloin muodostuu Hg_2^{2+} reaktion $\text{Hg}^{2+} + \text{Hg} \longrightarrow \text{Hg}_2^{2+}$ mukaisesti, jonka jälkeen Hg_2X_2 saostuu vaikealiukoisena suolana. Täten on osoittautunut, että Hg^{2+} on, kun läsnä on ylimäärin X^- , erittäin selektiivinen ja tehokas absorboimaan ja hapettamaan Hg^0 -höyryä. Puhdistettaessa sellaisia kaasuja, jotka eivät pelkistä Hg(II) tai jotka pelkistävät Hg(II) erittäin pienessä määrässä, voidaan halogeeni-ionit jättää pois tai lisätä pesunesteeseen erittäin vähäisessä määrässä. Muodostunut Hg(I) saostuu tällöin vaikealiukoisena yhdisteenä Hg_2SO_4 SO_4^{2-} -ionien läsnäollessa.

Halogenidi-ionien X^- läsnäolo aiheuttaa osaksi sen, että mahdollinen Hg^{2+} :n pelkistys pelkistävien kaasukomponenttien vaikutuksesta estetään kokonaan tai osittain sen johdosta, että HgX_n^{2+} muodostaa kompleksin HgX_n^{2-n} , jossa n on luku, joka on välillä 1 ja 4, ja osittain sen johdosta, että halogenidi-ionit saostavat elohopea (I)-halogenidin helposti talteenotettavassa muodossa, jonka johdosta myös Hg(I) -ioniaktiivisuus tulee alhaiseksi.

Edullisten tulosten aikaansaamiseksi esillä olevan keksinnön mukaisesti on

välttämätöntä ylläpitää määrättyä Hg^{2+} -pitoisuutta pesunesteessä. Tämä voi tapahtua lisäämällä Hg^{2+} -ioneja ja tämä tapahtuu sopivasti käyttämällä jatkuvaa menetelmää hapettamalla saostettu Hg_2X_2 liukoiseksi suolaksi, johon sisältyy elohopea (II)-ioneja ja joka palautetaan pesunesteeseen. Samalla tavoin on halogenidi-ionipitoisuus ylläpidettävä järjestelmässä. Pesun aikana yhdisteeksi Hg_2X_2 muutetulla elohopealla on sellaisenaan liuenneessa muodossa tai kiinteässä faasissa pesuvedessä niin alhainen höyrynpaine, että poistuva pasutuskaasu on käytännöllisesti katsoen elohopeavapaata. Jos Hg^{2+} lisätään yhdisteen HgCl_2 muodossa, muodostuu käsittelyssä ei-toivottava Cl^- -ionien ylimäärä johtuen siitä, ettei seuraavaa reaktiota voida täysin välttää:



Tätä ylimäärää voidaan säätää poistamalla säännöllisesti pesunestettä pesujärjestelmästä.

Keksintöä kuvataan oheenliitettyjen kuvioiden avulla, joissa kuviot 1-5 osoittavat erilaisia tasapaino-olosuhteita erilaisissa keksinnön mukaisissa järjestelmissä. Kuvio 6 esittää keksinnön mukaista pesujärjestelmää. Kuviot 7-13 esittävät niitä tuloksia, jotka on saatu käytettäessä alla olevien esimerkkien mukaisia näytteitä.

Kaaviot kuvioissa 1, 2 ja 3 esittävät Hg(I) -esiintymisalueita erilaisissa hapetuspotentiaaleissa ja Hg(II) -pitoisuuden ollessa pesunesteessä 2 g/l. Faasidiagrammit osoittavat tässä erikoistapauksessa, että Hg(II) hapettaa Hg^0 :n arvoissa $\text{pCl} > -1,5$, $\text{pBr}^- > 0,5$, $\text{pJ}^- > 0,75$, mikä osoittaa, että kokonaispitoisuus $\text{Cl} < 350$ g/l, $\text{Br} < 25$ g/l ja $\text{J} < 25$ g/l.

Kuviot 1, 2 ja 3 ovat täten teoreettisia faasikaavioita, jotka esittävät elohopean kemiallista tilaa erilaisissa hapetuspelkistyspotentiaaleissa ja pCl -, pBr - vast. pJ -arvoissa. Liuotettujen komponenttien aktiivisuus on valittu arvoksi 10^{-2} m. SO_4^{2-} -aktiivisuus on valittu arvoon 1-m ja pH-arvon oletetaan olevan niin alhaisen, että HgO ei saostu. Lämpötila on 25°C . Juoksevan Hg :n tai kyllästetyn Hg -höyryn hapetuksen käyttövoima käytettäessä kaksiarvoista elohopeaa on suhteessa yksiarvoisen faasin ulottuvuuteen faasikaavion korkeussuunnassa. Lähtien tästä tosiasiasta on Hg -höyryn teoreettiset tasapainopitoisuudet kaasufaasissa sellaisen liuosten suhteen, jotka sisältävät Hg^{2+} ja kiinteätä Hg_2X_2 , laskettu erilaisissa pX -arvoissa ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$ tai J). Tulokset on esitetty kaaviossa 4.

Kaaviossa 5 on kloriditapauksessa vaihdeltu Hg^{2+} -kokonaispitoisuutta ja sitäpaitsi on otettu huomioon HgCl_2 :n laskettu höyryn paine. Pitoisuus kaasufaasissa on täten Hg -höyryn ja HgCl_2 :n muodossa olevan Hg :n summa. Tämä kaavio mahdollistaa sen seikan arvioimisen kuinka suurten sopivien Hg^{2+} - ja Cl^- -määrien

tulee olla pesunesteessä, jotta puhdistetun kaasun, Hg-höyryn ja HgCl_2 -höyryn yhteismäärä on mahdollisimman pieni.

Tasapaino-olosuhteiden lisäksi on kinetiikalla absorptiossa huomattava osa, jonka johdosta kaasufaasin samassa Hg-tasapainopitoisuudessa on korkeampaa Hg^{2+} -kokonaismäärää pidettävä edullisempänä kuin alhaista.

Samalla tavoin voidaan laskea maksimiarvot Hg(II) -pitoisuuden ollessa 0,02 g/l pesunesteessä: $\text{Cl}^- < 35$ g/l, $\text{Br}^- < 5$ g/l ja $\text{J}^- < 4$ g/l. Jos puhdistettava kaasu sisältää sellaisen kaasukomponentin, joka pelkistää Hg(II) , esim. SO_2 , on Hg(II) :n kulumisen pienentämiseksi suojeltava tämä ioni muodostamalla kompleksi halogenidi-ionin kanssa, jonka johdosta pesuliuoksessa täytyy ylläpitää määrättyä halogenidi-ionin minimimäärää. Hg(II) -pitoisuuden ollessa pesunesteessä välillä 0,02 g/l ja 20 g/l, tulee Cl -kokonaismäärän olla välillä 0,007 g/l ja 350 g/l. Kokeet osoittavat kuitenkin, että Hg(II) -pitoisuus voi nousta HgCl_2 :n kyllästysrajaan asti pesutuloksen ollessa tyydyttävän, kuten on asianlaita myös silloin, kun halogenidi on Br tai J. Käytettäessä pesuliuoksessa erittäin korkeita Hg(II) -pitoisuuksia voidaan työskennellä käyttäen pienempää määrää pesuliuosta ja vastaavasti pienempää laitteistoa.

Samalla tavoin kuin edellä olemme todenneet mitä tulee Br:n ja J:n kokonaispitoisuuksiin, että Hg(II) :n kokonaispitoisuuden ollessa 0,02 g/l - 20 g/l, tulee kokonaispitoisuuksiksi Br^- 0,016 g/l - 100 g/l ja J^- 0,025 g/l - 130 g/l.

Cl^- , Br^- ja J-pitoisuuksien edullisimmat alueet riippuvat täten täydellisesti liuoksen Hg(II) -pitoisuudesta.

Kuvattu kaasujen puhdistus alkuaine-elohopeasta tapahtuu sopivasti pesemällä tavanomaisessa pesulaitteessa. Pesuneste kiertää sopivasti täysin suljetussa järjestelmässä lukuunottamatta pienempää poisjohdettua osaa, joka puhdistetaan täydellisesti ennen jätteenä poisjohtamista. Koko kiertävä pesuliuos tai sen osa puhdistetaan saostuneesta Hg_2X_2 :sta sedimentoimalla, sentrifugoimalla tai suodattamalla. Eroitettu saostettu Hg_2X_2 hapetetaan tämän jälkeen niin, että saadaan riittävä määrä Hg^{2+} uudelleenkierrättämistä varten pesujärjestelmään.

Tämä Hg_2X_2 :n hapetus Hg^{2+} :si voi tapahtua jollain sinänsä tunnetulla tavalla. Hapetusaineena voidaan käyttää esim. vastaavaa halogeenia. Pesunesteestä eroitettu liete voidaan saattaa kosketuksiin jäljellä olevan rikkidioksidikaasun mahdollisen poishaihduttamisen jälkeen esim. Cl_2 :n kanssa lämpötilassa 20-60°C. Reaktio on nopea ja tapahtuu käytännöllisesti katsoen täydellisellä saannolla Cl_2 :n suhteen. Kiinteä Hg_2Cl_2 muutetaan tällöin HgCl_2 :n vesiliuokseksi seuraavan kaavan mukaisesti $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{HgCl}_2$. Jonkin verran korotetussa lämpötilassa

on HgCl_2 :n liukoisuus on noin 100 g/l.

Keksinnön edelleen valaisemiseksi viitataan seuraavassa kuvioon 6, joka esittää pesulaitetta elohopean poistamiseksi pasutuskaasuista.

Kuviossa 6 on esitetty pesutorni 1, joka on varustettu syöttöjohdolla 2 epäpuhdasta kaasua varten ja poisjohdolla 3 puhdistettua kaasua varten. Pesutornissa suihkutetaan suuttimien 4 kautta pesuliuos täytekappaleiden 5 ylitse, jolloin pesuliuos kerääntyy pesutornin pohjalle 6. Sen seikan estämiseksi, että pesuneste poistuu kaasun mukana, on pesutorni varustettu nesteeneroittajalla 7. Pesutornista johdetaan pesuneste johdon 8 kautta pumppuun 9 uudelleenkiertoa varten pesutorniin johdon 10 kautta. Johdon 11 kautta voidaan lisätä tuoretta pesuliuosta tai vettä pesujärjestelmään. Osa johdon 8 kautta kulkevaa pesunestettä poistetaan johdon 12 kautta ja johdetaan lietteen eroittajaan 13, jonka voi muodostaa setimentoislaite, suodatin tai sentrifugi. Lietteestä vapautettu liuos johdetaan johdon 14 kautta takaisin tai poistetaan johdon 15 kautta ja puhdistetaan täydellisesti. Lietteen eroittajasta johdetaan eroittunut liete johdon 16 kautta joko lietteen varastosäiliöön johdon 17 kautta tai regeneroimislaitteeseen 18 johdon 21 kautta. Regeneroimislaitteesta 18 johdetaan johdon 19 kautta regeneroitu pesuneste pumppuun 9. Johdon 20 kautta poistetaan regeneroimislaitteen jätetuote.

Esimerkkejä

Kokeet suoritettiin standardiolosuhteissa niin, että 1 l/min määrättyä kaasutyyppiä, joka sisälsi noin 10 mg Hg^0/m^3 , johdettiin 250 ml:n pesupullon lävitse, joka oli täytetty 200 ml:lla pesuliuosta, jonka jälkeen poistuva kaasu analysoitiin alkuaineena olevan kaasumaisen Hg-sisällön määrittämiseksi.

Saadut koetulokset on koottu yhteen jälempänä viittaamalla eri kuvioihin.

Esimerkki 1

Ensimmäisessä kokeessa kokeiltiin pesuvaikutusta käyttäen erilaisia pesuliuokseen lisättyjä natriumkloridi-pitoisuuksia.

Pesunesteen tilavuus oli 90 ml, lämpötila 22°C ja se sisälsi 50 g rikkihappoa litraa kohden ja 0,11 g elohopea (II) oksidia litrassa. Kuviossa 7 esitetään kuinka jäännöspitoisuus Hg^0 -höyryä mg/m^3 vaihtelee riippuen litraa kohden lisätyn natriumkloridin määrästä. Kaaviosta ilmenee, että pesuvaikutus pienenee kloridi-ionipitoisuuden kasvaessa. Tämä pienentynyt vaikutus johtuu siitä, että Hg^{2+} -ionit muodostavat komplekseja.

Esimerkki 2

Kuvio 8 esittää niitä koetuloksia, jotka koskevat sellaisen ilman puhdistusta, joka sisälsi 5 tilavuus-% rikkidioksidia ja elohopeaa, jolloin pesuliuokseen oli lisätty vaihtelevat määrät elohopea(II) kloridia.

Kokeessa käytettiin 100 ml pesunestettä, jonka lämpötila oli noin 20°C ja joka sisälsi litraa kohden 2 g rikkihappoa, 0,1 g elohopea (I) kloridia ja 2 g natriumkloridia. Kaasun muodosti ilma ja se sisälsi noin 10 mg elohopean per m³ lisäksi 5 % rikkidioksidia.

Kaavio osoittaa sen erinomaisen vaikutuksen, joka aikaansaadaan lisättäessä niinkin pieniä määriä elohopea(II)kloridia kuin 0,25 g/l.

Esimerkki 3

Kuvio 9 esittää niiden kokeiden tuloksia, jotka koskevat sellaisen ilman puhdistusta, joka sisältää 5 tilavuus-% rikkidioksidia ja elohopeaa, jolloin pesuliuokseen on lisätty vaihtelevia määriä elohopea (II) bromidia.

Kokeessa käytettiin 200 ml pesunestettä, joka sisälsi 100 g litraa kohden rikkihappoa, 0,1 g elohopea(I)bromidia ja 10 g kaliumbromidia lämpötilassa 22°C. Kaasun muodosti ilma, jossa oli 5 tilavuus-% rikkidioksidia.

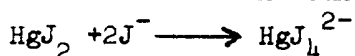
Koe osoittaa samaa taipumusta kuin esimerkki 2, mutta hyvän vaikutuksen aikaansaamiseksi on HgBr₂-määrä tehtävä noin 10 kertaa suuremmaksi kuin mikä on välttämätöntä HgCl₂ käytettäessä.

Esimerkki 4

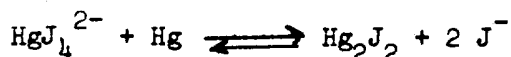
Kuvio 10 esittää sellaisten kokeiden tulokset, jotka koskevat elohopeaa sisältävän typpikaasun puhdistusta jodidi-järjestelmässä, jolloin kalium(II)jodidia on lisätty vaihtelevat määrät pesuliuokseen.

Kokeessa käytettiin 200 ml pesunestettä, joka sisälsi 20 g rikkihappoa litraa kohden sekä 4,5 g elohopea(II)jodidia litraa kohden lämpötilan ollessa 22°C. Kaasuna käytettiin typpeä, joka oli kyllästetty 10 mg:lla Hg per m³.

Kaavio osoittaa, että puhdistus parantui käytettäessä pienempiä jodidi-ionilisäyksiä, joka johtuu siitä, että yhä suurempi osa hapetusaineesta muuttuu liukenevaan muotoon seuraavan reaktion johdosta



Lisättäessä edelleen yhdistettä KJ ohittaa puhdistusvaikutus maksimin, jonka jälkeen puhdistus huononee johtuen reaktion pienentyneestä termodynaamisesta käyttövoimasta



Kaavan mukainen reaktio vaihtaa suuntaa ja menee vasemmalle, so. Hg₂J₂ hajoaa jo suhteellisen kohtalaisissa jodidi-ioniyhdistämissä.

Esimerkki 5

Kuvio 11 esittää tuloksia, jotka saatiin kokeessa, joka koski sellaisen ilman puhdistusta, joka sisälsi 5 tilavuus-% rikkidioksidia ja elohopeaa sekä kaliumbromidipitoisuuden vaihdellessa.

Kokeessa käytettiin 200 ml pesunestettä, joka sisälsi 1,43 g elohopea(II) bromidia, 0,1 g elohopea(I)bromidia ja 100 g rikkihappoa litraa kohden. Lämpötila pidettiin arvossa 22°C. Kaasuna käytettiin ilmaa, jossa oli 5 tilavuus-% rikkidioksidia.

Kaaviosta ilmenee, että lisääntynyt bromidi-ionipitoisuus pienentää pesuliuoksen puhdistusvaikutusta.

Esimerkki 6

Kuvio 12 esittää niiden kokeiden tuloksia, jotka saatiin puhdistettaessa ilmaa, joka sisälsi elohopeaa ja 5 tilavuus-% rikkidioksidia, käyttäen pesuliuoksessa erilaisia rikkihappopitoisuuksia.

Käytettiin 200 ml pesuliuosta, joka sisälsi 1 g elohopea (II)kloridia, 0,1 g elohopea(I)kloridia ja 2 g natriumkloridia litraa kohden lämpötilassa 30°C.

Kokeet osoittivat, kuten kaaviosta ilmenee, että rikkihapon määrätty esiintyminen pesuliuoksessa vaikuttaa puhdistukseen positiivisesti. Tämä vaikutus johtuneee siitä, että hapetuspelkistyspotentiaali liuoksessa kasvaa arvojen a_{H^+} ja $a_{SO_4^{2-}}$ kasvaessa.

Esimerkki 7

Kuvio 13 esittää niiden kokeiden tuloksia, jotka suoritettiin puhdistettaessa elohopea sellaisesta elohopealla kyllästetystä ilmasta, jossa oli vaihtelevia määriä rikkidioksidia.

Pesunesteen tilavuus oli 200 ml ja lämpötila 30°C ja se sisälsi 100 g rikkihappoa, 1 g elohopea(II)kloridia, 0,1 g elohopea(I)kloridia ja 2 g natriumkloridia per litra.

Kuvio 13 osoittaa, että puhdistustehokkuus laskee rikkidioksidimäärän kasvaessa, joka todennäköisesti johtuu siitä, että liuoksen hapetuspelkistyspotentiaali alenee tällöin.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä kaasumaista, alkuaineen muodossa olevaa elohopeaa sisältävien kaasujen puhdistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että kaasu puhdistetaan käyttäen pesuliuosta, jossa ylläpidetään sellainen elohopea(II)ionien pitoisuus, joka on arvosta 0,02 g/l kyllästettyyn liuokseen saakka, ja että pesuliuoksessa ylläpidetään sellaista yhden tai useamman anionin pitoisuutta, jotka on valittu ryhmästä Cl^- , Br^- , J^- ja SO_4^{2-} , ja jotka muodostavat vaikealiukoisia Hg(I) -suoloja, että muodostunut Hg(I) voidaan saostaa ja korkeintaan sellaisessa määrässä, että vastaava Hg(I) -suola ei hajoa muotoon Hg(II) ja Hg^0 , sekä että mahdollisesti esiintyvien pelkistävien kaasukomponenttien ei anneta pelkistää Hg(II) sen johdosta, että Hg(II) sitoutuu kompleksisesti Cl^- - ja/tai J^- -ionien kanssa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kloridin kokonaispitoisuus pesuliuoksessa on 0,007-350 g/l.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että bromidin kokonaispitoisuus pesuliuoksessa on 0,016-100 g/l.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että jodidin kokonaispitoisuus pesuliuoksissa on 0,025-130 g/l.

5. Patenttivaatimusten 2, 3 ja 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että halogenidit esiintyvät yhdistelmänä toistensa kanssa.

6. Patenttivaatimusten 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pesuliuoksen pH-arvo on pienempi kuin 6 edullisesti alle 2.

7. Patenttivaatimusten 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pesuliuoksen lämpötila pidetään välillä 0 ja 70°C , edullisesti välillä 15 ja 35°C .

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kaasuun tai pesunesteeseen lisätään elohopea(II)-ioneja ja/tai halogenidi-ioneja, edullisesti elohopea(II) halogenidää.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että halogenidi lisätään natrium- tai kaliumhalogenidina.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että Hg(II) lisätään yhdisteenä HgO .

Patentkrav:

1. Förfarande för rening av gaser innehållande gasformigt elementärt kvicksilver, k ä n n e t e c k n a t av att gasen tvättas med en tvättlösning, i vilken upprätthålles en halt av kvicksilver (II)joner från 0,02 g/l till mättad lösning och att man i tvättlösningen upprätthåller en sådan halt av en eller flera anjoner, vilka är valda ur gruppen Cl^- , Br^- , J^- och SO_4^{2-} , och vilka bildar svår-lösliga Hg(I) -salter, att bildad Hg(I) kan utfällas och högst i en sådan mängd att motsvarande Hg(I) -salt icke disproportioneras till formen Hg(II) och Hg^0 , samt att eventuellt förekommande reducerande gaskomponenter förhindras att reducera Hg(II) genom att Hg(II) komplexbindes med Cl^- och/eller J^- -joner.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att totalhalten klorid i tvättlösningen ligger mellan 0,007-350 g/l.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att totalhalten bromid i tvättlösningen ligger mellan 0,016-100 g/l.

4. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att totalhalten jodid i tvättlösningar ligger mellan 0,025-130 g/l.

5. Förfarande enligt patentkrav 2, 3 och 4, k ä n n e t e c k n a t av att halogeniderna förekommer i kombination med varandra.

6. Förfarande enligt patentkrav 1-5, k ä n n e t e c k n a t av att tvättlösningen har ett pH-värde, som är lägre än 6, företrädesvis lägre än 2.

7. Förfarande enligt patentkrav 1-5, k ä n n e t e c k n a t av att temperaturen på tvättlösningen hålles mellan 0 och 70°C , företrädesvis mellan 15 och 35°C .

8. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att kvicksilver (II)-joner och/eller halogenid-joner, företrädesvis kvicksilver(II)halogenid, tillsättes gasen eller tvättvätskan.

9. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att halogenid tillsättes som natrium- eller kaliumhalogenid.

10. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att Hg(II) tillsättes som föreningen HgO .

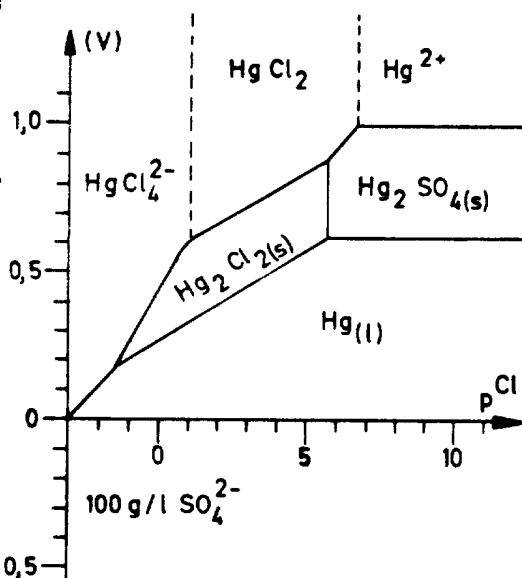
Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia:-Offentliga finska patentansökningar: 69/72.

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 45 767 (C 22 b 43/00).

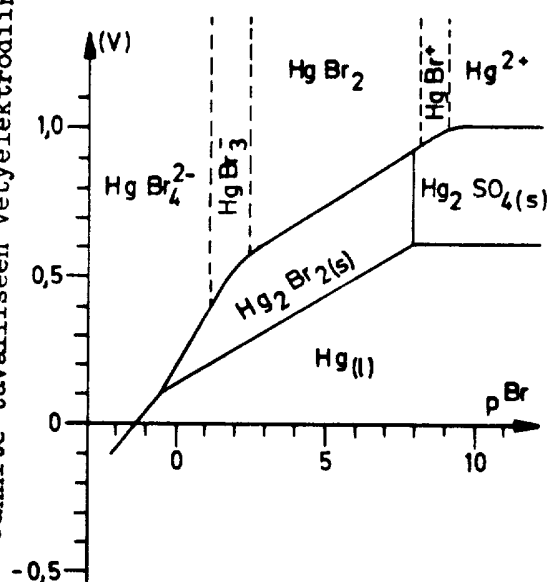
Jännite tavalliseen vetyelektrodiin verrattuna

Fig. 1



Jännite tavalliseen vetyelektrodiin verrattuna

Fig. 2



Jännite tavalliseen vetyelektrodiin verrattuna

Fig. 3

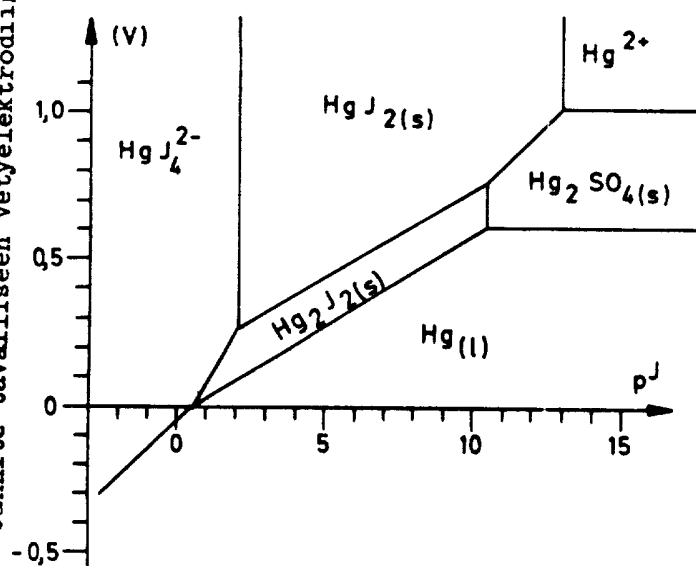


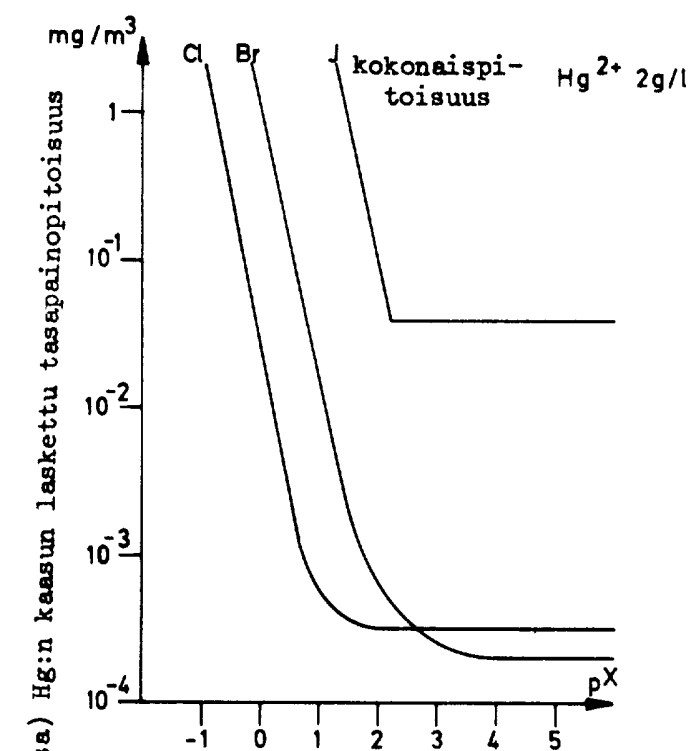
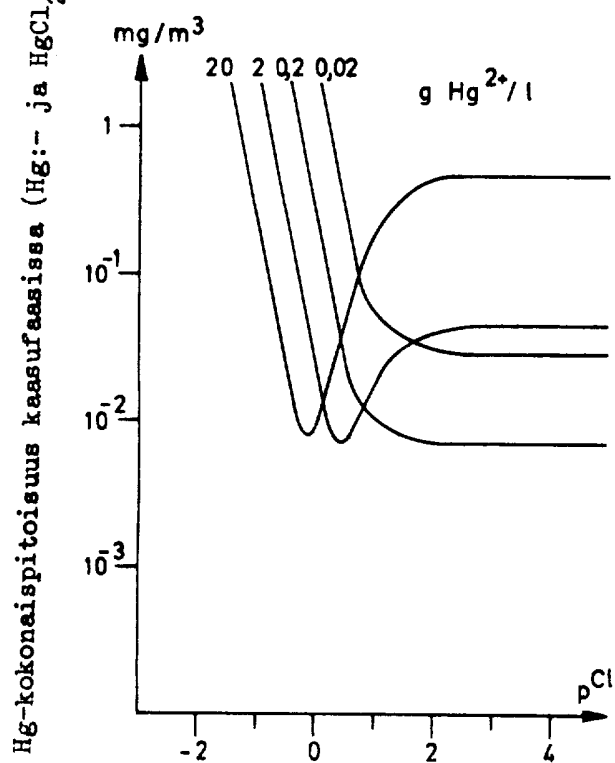
Fig. 4**Fig. 5**

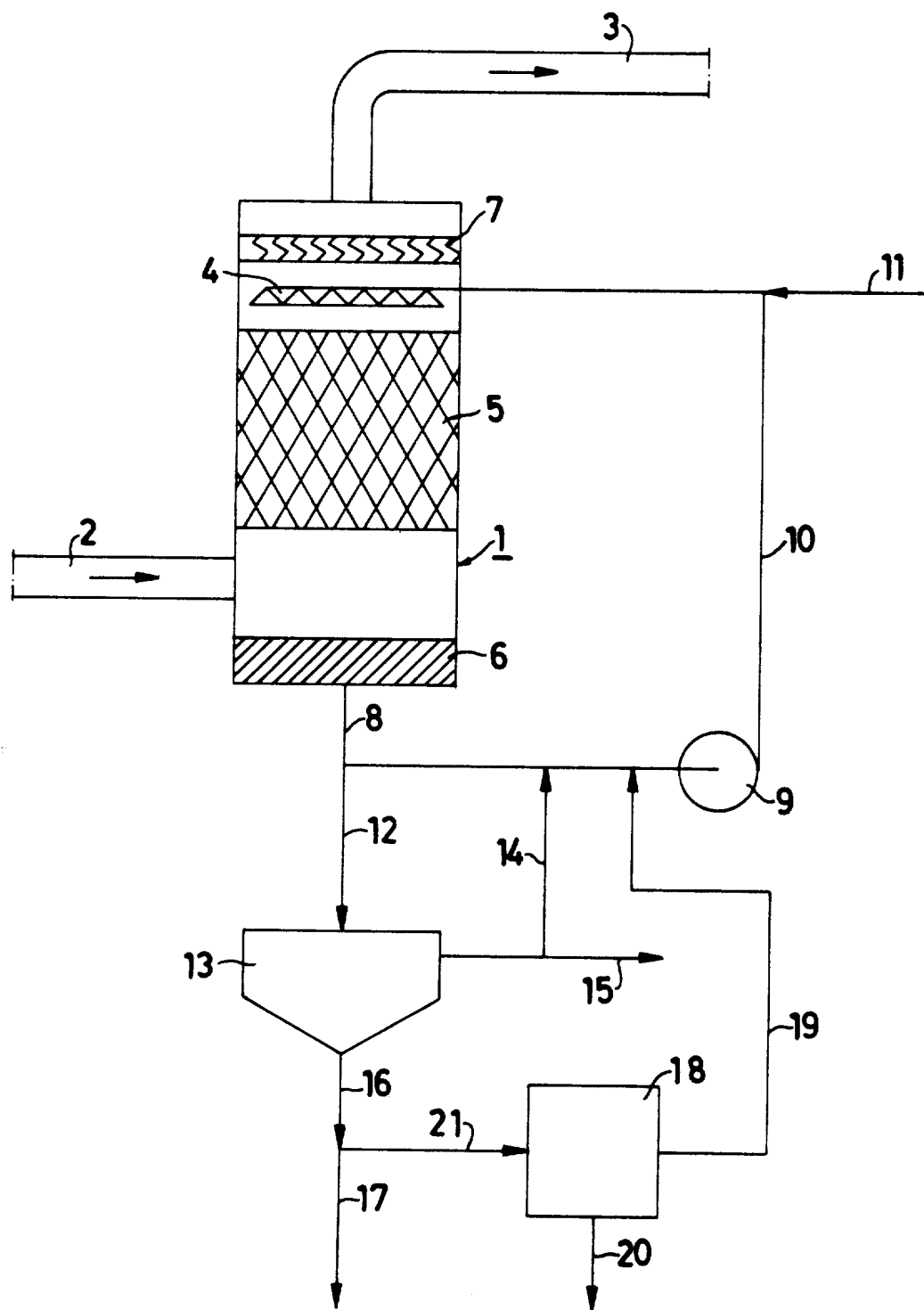
Fig. 6

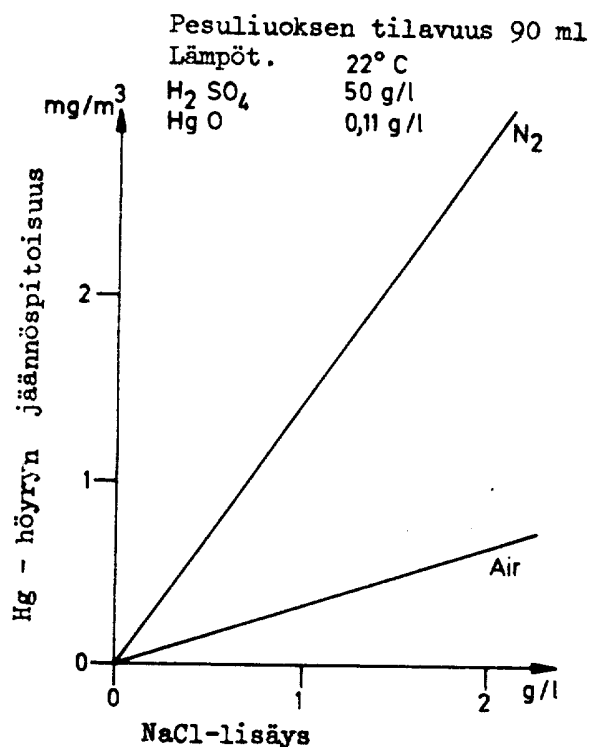
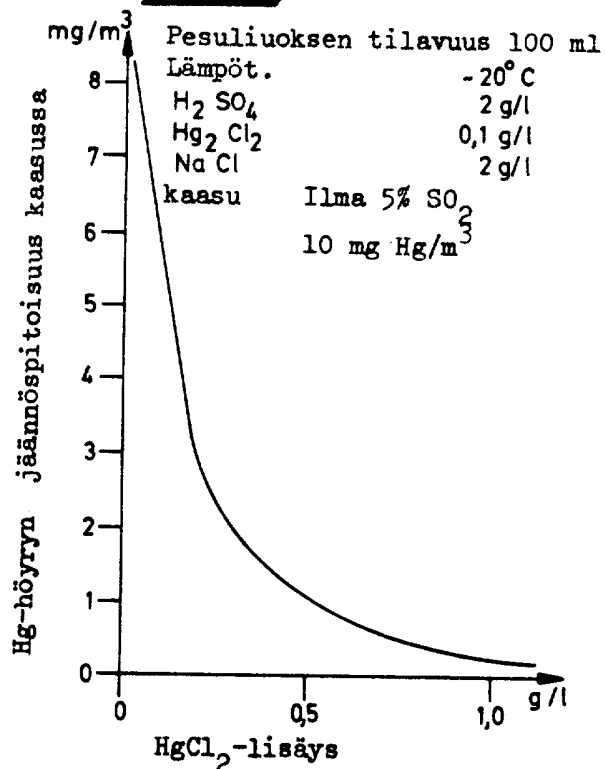
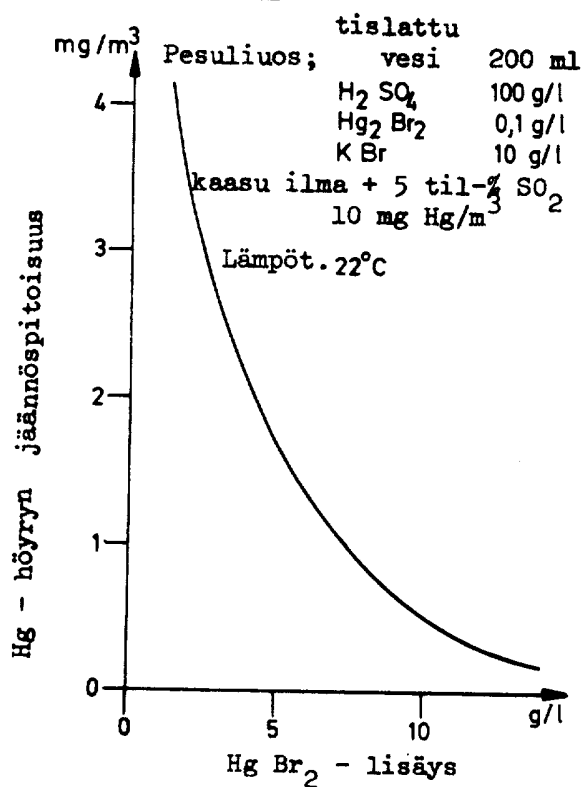
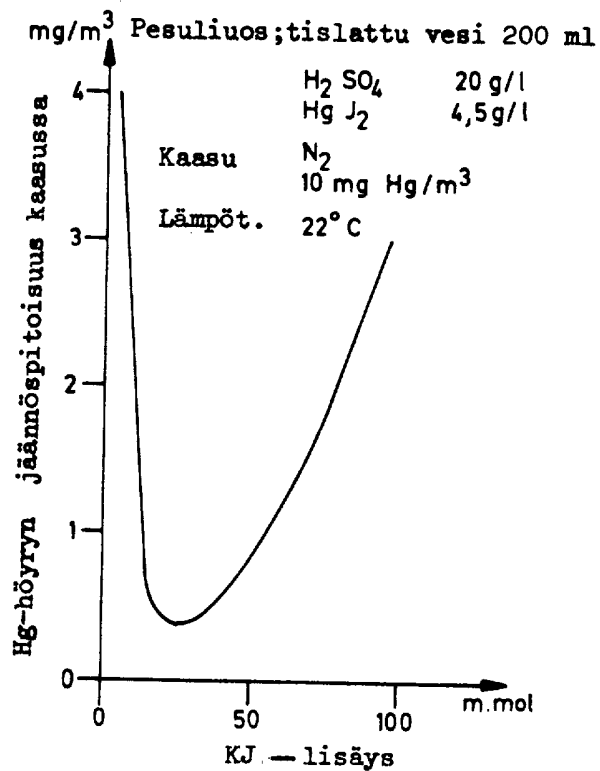
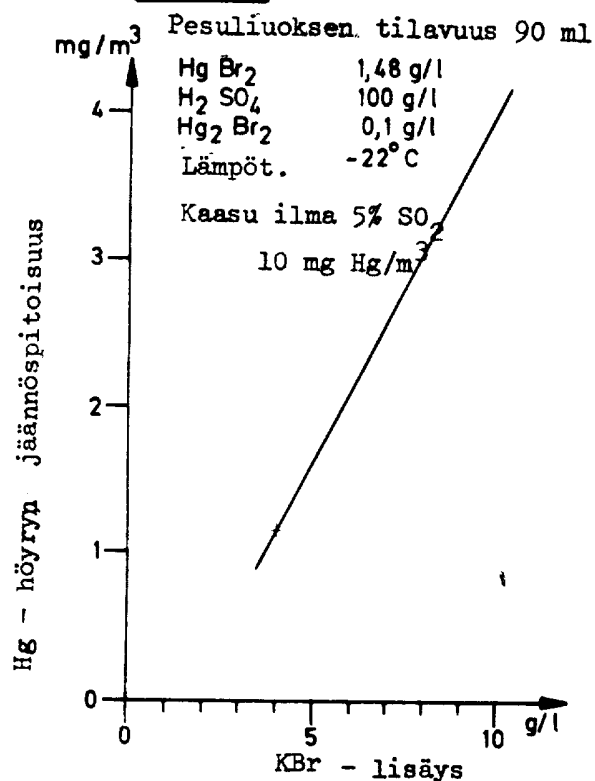
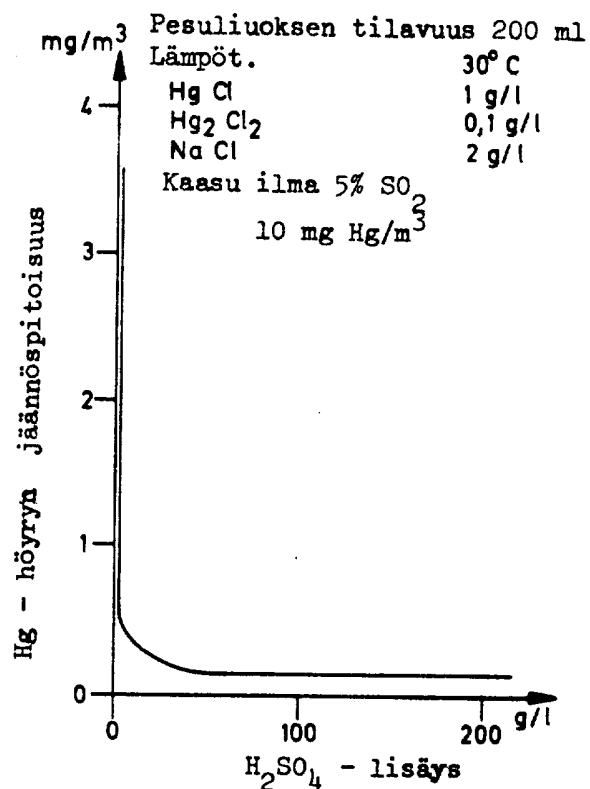
Fig. 7**Fig. 8****Fig. 9****Fig. 10**

Fig. 11Fig. 12Fig. 13