



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 59973
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti- ja rekisterihallitus 10.11.1971
Patent- och registerstyrelsen

(51) Kv.lk.³/Int.Cl.³ C 02 F 1/28

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	1200/74
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	22.04.74
(23) Alkuperäisyys — Giltighetsdag	22.04.74
(41) Tullut julkisiksi — Blivit offentlig	26.10.74
(44) Nähtävöksiäminen ja kuul.julkaisuun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	31.07.81
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	25.04.73
13.04.74, 13.04.74 Saksan Liittotasavalta- Föbundsrepubliken Tyskland(DE) P 2320799.0, P 2418169.9, P 2418185.9	

- (71) Feldmühle Aktiengesellschaft, Fritz-Vomfelde-Platz 4, 4 Düsseldorf-Oberkassel, Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (72) Theodor Ploetz, Hoesel, Volker Franzen, Düsseldorf, Hermann Solbach, Ravensburg, Edeltraud Solich, Viersen, Ursula Haupt, Viersen, Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Oy Jalo Ant-Wuorinen Ab
- (54) Menetelmä jätevesien puhdistamiseksi - Förfarande för rening av avloppsvatten

Tämä keksintö koskee menetelmää sellu-, paperi- ja kartonki-teollisuuden jätevesien puhdistamiseksi ligniini- ja hemiselluloosa-johdannaisista käsittelemällä siitä suspensiossa kiinteällä rae-maisella adsorptioaineella, joka epäpuhtauksiin vaikutettuaan akti-voidaan uudelleen lämpökäsittelyllä ja käytetään uudelleen jäteve-denpuhdistukseen.

Valmistusprosesseista tulevat jätevedet muodostavat tunnetus-ti yksityisille teollisuuslaitoksille ja ympäristölle niin suuren teknisen ongelman, että teollisuuslaitosten ja valmistusmäärien suurentuessa ja ympäristönsuojelun jätevesilainsäädännön tullessa aina ankarammaksi, kokonaisten teollisuuslaitosten olemassaolo riip-puu tämän teknisen ongelman ratkaisemisesta.

Tämä koskee esimerkiksi puuteollisuutta, nahkateollisuutta, mutta erityisen suuressa määrin selluloosa-, paperi- ja kartonki-teollisuuden jätevesiä, koska ensiksikin näiden teollisuuslaitos-ten vedentarve ja siitä syystä myöskin jätevesien määrä on suuri ja toiseksi koska kasvillisuuteen ja erityisesti puuhun perustuvat raaka-aineet aiheuttavat erityisongelmia. Niinpä esimerkiksi puus-

ta tapahtuvassa selluloosanvalmistuksessa liukenee määrä, joka vastaa noin puolta puun kuivapainosta. On pyritty palauttamaan suurin osa liuotetuista aineista haihduttimiin ja polttimiin. Aina jää kuitenkin jäännös, joka kolloidaalisena tai aitona liuoksena joutuu selluloosanvalmistuksen jätevesiin. Näissä liuotetuissa aineissa on pääasiallisesti kysymyksessä orgaaniset aineet, kuten ligniini tai hemiselluloosat, joita ei tässä muodossa saada johtaa luonnon yleiseen vedenkiertoon, kuten esimerkiksi jokiin tai järviin. Eräs toinen oleellinen kiellettyjen jätevesien lähde on valkaisulaitos. Valkaisun aikana liukenee selluloosasta myös orgaanista ainetta.

Selluloosa-, paperi- ja kartonkiteollisuuden jätevesien puhdistuslaitokset muodostavat tästä syystä huomattavan kustannustekijän ilman että kaikista tähänastisista yrityksistä huolimatta on löytetty tyydyttävä ratkaisu vaikka vielä biologinen puhdistuslaitos olisi kytketty perään.

Aikaisemmin tunnetuista menetelmistä huolimatta, joihin kuuluu myös ultrasuodatus ja kemialliset menetelmät, ei ole onnistuttu puhdistamaan syntyviä jätevesiä siten, että ne ilman muuta voitaisiin johtaa ulos. Edellä mainituissa tapauksissa tämä todennäköisesti johtuu siitä, että selluloosan valmistuksessa syntyvät ligniiniyhdisteet ja valkaisussa käytettävät kemikaalit vaikuttavat vahingollisesti biologisessa puhdistuksessa käytettyihin mikro-organismeihin ja siten vahingoittavat niitä. Tästä syystä on jo aikaisemmin yritetty kytkeä eteen hiilisuodatusjärjestelmiä ennen biologista puhdistusta kolloidaalisesti liuenneiden epäpuhtauksien, kuten ligniini johdannaisten absorboimiseksi. Myöskään esikäsittelyn avulla ei näitä kolloidaalisesti liuenneita orgaanisia aineita voida poistaa riittävässä määrin.

Puroihin, jokiin, järviin tai kanaviin johdetut puhdistetut jätevedet ovat vielä hyvin voimakkaasti värjäytyt ja niiden kaliumpermanganaatti arvo niin suuri, että ne useilla alueilla eivät alita määrättyjä rajoja. KMnO_4 -kulutus on tällöin suoraan verrannollinen jätevesissä olevaan orgaaniseen ainemäärään.

Yllättävästi on huomattu että tämä tekninen ongelma voidaan ratkaista edellä mainitunlaisella menetelmällä, joka tunnetaan seuraavista toimenpiteistä: jäteveden pH säädetään ennen käsittelyä avoon 2,2-3,0, jäteveteen lisätään γ -aluminiumoksidia, jonka pinta on suurempi kuin $100 \text{ m}^2/\text{g}$ ja jonka keskimääräinen raekoko $> 30 \mu$, jolloin γ -aluminiumoksidia käytetään 400-800 g jätevesi- γ -aluminium-

oksidisuspensiolittraa kohti, käsittely suoritetaan yhdessä tai useamman massa reaktioastiassa, ja γ -aluminiumoksidin uudelleenaktivointi suoritetaan hehkuttamalla sitä lämpötilassa $400-900^{\circ}\text{C}$.

Keksinnön mukaisesti käytettävällä γ -aluminiumoksidillä ymmärretään liuoksista saostettua aluminiumoksidia, joka lämmittämällä $500-1100^{\circ}\text{C}$:n lämpötiloihin yksittäisten hydraattivaiheiden kautta muuttuu Al_2O_3 :n γ -muotoon, jolla tunnetusti on hyvin suuri tehokas pinta-ala. Tietyissä määrin soveltuvat myös aluminiumoksidimodifikaatiot, jotka ainakin osittain jo sisältävät korkeammassa lämpötiloissa pysyvän α -muodon. γ -muoto ja muuta tällä lämpötila-alueella esiintyvät muodot, joiden pinta-ala-aktiiviteetti on vastaavasti suuri, ovat kuitenkin pinta-ala-aktiiviteettinsä suhteen niin yksiselitteisen ylivoimaisia että niille on annettava etusija.

Vaikkakaan aluminiumoksidi aktiiviseen pintaansa nähden ei yllähiilen absorptiovaikutukseen, on yllättävästi huomattu, että sen puhdistusteho on huomattavasti parempi kuin aktiivihiilen. Ei tiedetä yksityiskohtaisesti mistä tämä ylivoimainen teho riippuu. Tämän aineen avulla puhdistetut jäteveden poistuvat kuitenkin jätevedenpuhdistuslaitoksista huomattavassa määrin värittöminä ja orgaanisten aineiden jäännöspitoisuus on niissä erittäin pieni, josta syystä kaliumperman-ganaattiarvot ovat sallituissa rajoissa. Tällä tavalla puhdistettujen jätevesien eräs huomattava lisäetu on siinä, että aluminiumoksidi pidättää selluloosanvalmistuksesta ja valkaisulaitoksista peräisin olevia haitallisia kemikaaleja niin tehokkaasti, että keksintöön liittyvän lisäsovellutuksen mukaan keksinnön mukaisesti puhdistettu jätevesi voidaan puhdistaa biologisesti ilman että mikro-organismien vaikutus heikkenee.

Aluminiumoksidirakeiden muoto ja koko riippu käyttöehdoista, aikayksikköä kohti läpivirtaavasta jätevesimäärästä. Suspensiossa käyttöä varten on keskiraekoko sopivimmin suurempi kuin $30\ \mu$ ja on $30-300\ \mu$. Parhaimpana pidetään $60-100\ \mu$ keskiraekokoa.

Keksinnölle on oleellista antaa raemaisen aluminiumoksidin vaikuttaa suspensiossa, jolloin aluminiumoksidi edullisesti hitaan hämmentämisen avulla, mutta tarkoituksenmukaisemmin jäteveden virtausnopeuden ansiosta pysyy suspensiona. Tällä tavalla joutuu aina jokainen yksittäinen rae yhä uudelleen kosketukseen puhdistettavan jäteveden kanssa.

Eräs erittäin sopiva keksinnön mukaisen menetelmän suoritusmuoto käsittää sen, että raemainen aluminiumoksidi ja puhdistettava jätevesi liikkuvat vastavirtaperiaatteen mukaan. Täten aikaansaadaan että jo suurelta osin puhdistettu jätevesi tulee

kosketukseen tuoreen aluminiumoksidin kanssa, jolloin tuore aine poistaa viimeiset vielä poistamattomat epäpuhtaudet. Tämä vastavirtaperiaate edesauttaa tämän lisäksi sekoitustehoa vaikuttamalla dispergoivasti ja tekee vastaavasti hämmentämisen tarpeettomaksi. Menetelmää voidaan tällöin käyttää joko jatkuvasti tai vaihteittain siten, että puhdistusteholtaan heikentynyt aluminiumoksidi poistetaan puhdistussäiliöstä ja vastaava määrä tuoretta tai regeneroitua aluminiumoksidia lisätään puhdistussäiliöön. Tätä tarkoitusta varten käytetään sopivimmin sylinterinmuotoista, pystysuoraa puhdistussäiliötä, jossa puhdistettava jätevesi virtaa sisään alhaalta, tuoretta tai regeneroitua aluminiumoksidia lisätään ylhäältä ja puhdistettu vesi johdetaan pois ylhäältä. Jäteveden sisäänvirtausnopeuden ansiosta voidaan tällöin tätä puhdistusprosessia ja aluminiumoksidin suspensiossa pitämistä ohjata siten, että aluminiumoksidi on teholtaan huomattavasti heikentynyt kun aluminiumoksidirakeet saavuttavat puhdistussäiliön pohjan. Optimaalisessa suoritustavassa kasvaa suspension konsistenssi puhdistusastiassa pohjaan päin, joten ylhäältä käsin lisätyt tuoreet aluminiumoksidirakeet eivät vajoa heti pohjaan, vaan - ilman erityisiä rakennelmia - laskeutuvat puhdistusastian läpi portaattomasti siten kuin siinä olisi kerroksia. Tämä johtuu mitä erilaisimpien tekijöiden yhteisvaikutuksesta, kuten sisäänvirtaavan jäteveden ja mahdollisesti lisähämmentämisen aiheuttamasta dispergoitumisesta sekä suspension lisääntyvistä tiheydestä aiheutuvasta jatkuvasta vajoamisnopeuden pienentymisestä.

Suurteollisessa mittakaavassa voidaan tätä menetelmää ja sitä varten käytettyä laitetta vapaasti muuttaa lisärakenteiden avulla siten, että pyrkimys puhdistusvoiman heikentämiseksi näiden ansiosta ylhäältä alas suuntautuvan liikkeen aikana paranee vielä edelleen.

Tätä puhdistamista varten on myös mahdollista käyttää muunlaisia puhdistusastioita, esimerkiksi kaltevasti sijoitettuja sylinterinmuotoisia astioita kiertouunin tapaan, jolloin ei tietenkään mitään lämmittämistä tapahdu.

Monivaihemenetelmän erityisen käyttökelpoiseen suoritustapaan sekä erityisen sopiviin laitteisiin menetelmän suorittamiseksi palataan jällempänä. Keksinnön mukaisen menetelmän osoittautuminen niin optimaalisesti sopivaksi ja taloudelliseksi vaikka aluminiumoksidin adsorptiokyky verrattuna aktiivihiileen on pienempi, perustuu suuremmasta ja täydellisemmästä puhdistustehosta

riippumatta - siihen että käytetty alumiiniumoksidi heikentymisen jälkeen voidaan regeneroida ja tämä regeneroimisprosessi voidaan toistaa hyvin useasti. Alumiiniumoksidiin kiinnittyneet orgaaniset aineosat palavat tällöin, jolloin on edullista että alumiiniumoksidia voidaan epäorgaanisena metallioksidina ilman muuta lämmittää enemmän kuin aktiivihiiiltä, eikä tapahdu mitään palamista joka aktiivihiiilen kohdalla ei ole vältettävissä. Regeneraatioissa on vain otettava huomioon että lämpötilaa ei valita niin korkeaksi että se huomattavasti haittaa aktiivista pintaa yhteensulautumisen ja vastaavien tapahtumien takia. Tämä regeneraatio tapahtuu tästä syystä tarkoituksenmukaisesti lämpötila-alueella $400^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$ ja on sopivin alueella $500^{\circ}\text{C} - 600^{\circ}\text{C}$.

Seuraavassa selvitetään ja esitetään menetelmä esimerkin avulla kuinka täydellisesti jätevedessä olevat orgaaniset aineet voidaan poistaa ja miten alhainen kaliumpermanganaattiarvo voidaan saavuttaa. Tällöin on erityisen tärkeätä että puhdistetussa jätevedessä vielä olevien orgaanisten aineiden jäännökset ovat helposti hajoitettavia orgaanisia aineita, kuten sokeriyhdisteitä ja vastaavia, jotka peräänkytketyssä biologisessa puhdistuksessa yksinkertaisesti voidaan poistaa.

Esimerkki

Sulfiittiselluloosa-valkaisulaitoksen kloorausvaiheen voimakkaasti värillinen jätevesi, jonka platinaluku on 2500 ja kaliumpermanganaatti-arvo on 3000 mg/l, virtaa poikkipinta-alaltaan 50 cm^2 ja korkeudeltaan 2 m:n kolonniin, jossa on 2,2 kg γ -alumiiniumoksidia suspensiona. Tällöin on 80 % käytetystä γ -alumiiniumoksidista raekooltaan yli 62 μ . γ -alumiiniumoksidi pysytetään tällöin suspensiona keskelle sijoitetun hämmennyssauvan avulla, joka on varustettu useilla hämmennyssiivekkeillä, jolloin hämmennysnopeus on 4 kier./min. Tällöin muodostuu korkeudeltaan noin 60 cm:n suspensiopylväs.

Tämän kolonnin tuotantoteho on 5 l jätevettä/tunti. Kolonnin yläpäästä poistetun puhdistetun veden platinaluku on 20 ja kaliumpermanganaattiluku 200 mg/l ja vesi on näöltään kirkasta ja väritöntä. γ -alumiiniumoksidi kerää itseensä tämän vastavirtauksen aikana orgaanisen ainemäärän, joka vastaa 200 g kaliumpermanganaattia/kg alumiiniumoksidia, joka vastaa noin 70 g orgaanista ainetta/kg alumiiniumoksidia. Käytetty γ -alumiiniumoksidi poistetaan kolonnin alapäästä ja korvataan vastaavalla määrällä regeneroitua γ -alumiiniumoksidia ylhäältä. Käytetyn γ -alumiiniumoksidin regene-

roiminen tapahtuu hehkuttamalla 550°C :n lämpötilassa. Tällöin ei tapahdu mitään aktiivisen pinnan huomattavaa pienentymistä.

Puhdistettavassa jätevedessä olevan aluminiumoksidin konsentraatio vast. määrä riippuu monesta muuttuvasta tekijästä. Jotta puhdistamista varten käytettävät astiat voitaisiin pitää mahdollisimman pieninä, on aluminiumoksidipitoisuuden oltava mahdollisimman suuri. Toisaalta on suspension oltava tarpeeksi juoksukykyinen jotta se esimerkiksi myöhemmin esitettävässä monivaihemenetelmässä voitaisiin pumpata ja jotta se ei lähestyisi kiintoainekerrosta. 400-800 g aluminiumoksidia on osoittautunut tarkoituksenmukaiseksi määräksi per litra suspensiota. Tämä konsentraatio täyttää edellä esitetyt edellytykset.

Keksinnön mukaisen menetelmän tehokkuutta voidaan lisätä edelleen ja erityisesti voidaan laitekokoa pienentää ja silti puhdistusvaikutusta vielä nostaa kun menetelmän erään sopivan muunnelman mukaan jäteveden pH-arvo säädetään sellaiseksi, että poistettavien orgaanisten aineiden adsorptiokäyrässä on maksimi.

Kuten jällempänä selostettavat aluminiumoksidin kuorituskäyrät selluloosateollisuuden valkaisu-jätevesiä varten esittävät eri pH-arvoille, ei poistettavien orgaanisten aineiden adsorptiokäyrä ole tasainen, vaan sillä on selvästi suhteellisen terävä maksimikohta. Tämän maksimikohdan sijainti riippuu jätevedestä poistettavien liuenneiden orgaanisten aineiden luonteesta, jotka ovat aitona liuoksena tai kolloidaalisesti liuenneet.

Selluloosa-, paperi- ja kartonkiteollisuuden jätevesien maksimi-pH on 2,5, josta syystä nämä jätevedet edellä selostetun keksinnöllisen ajatuksen puitteissa ennen aluminiumoksidilla käsittelyä säädetään pH-arvoon 2,2-3,0, sopivimmin arvoon $2,5 \pm 0,1$.

Keksinnön mukaisen menetelmän etu ilmenee kuviosta 5. Siinä esitetyssä kokeessa on sulfiittiselluloosatehtaan valkaisu-jätevesi, kun pH-arvo on säädetty arvoon 2,2-3,0, sopivimmin arvoon $2,5 \pm 0,1$, puhdistettu suolahapolla tai rikkihapolla happottamisen jälkeen. Tällöin osoittautuu että jopa tuoreen, so. ei jätevesipuhdistusta varten jo käytetyn ja uudelleen regeneroidun Al_2O_3 :n puhdistusaktiviteetti nousee noin 50 %:lla. Keksinnön mukaisen menetelmän edut ilmenevät kuitenkin erityisen hyvin tämän jäteveden kohdalla silloin, kun käytetty aluminiumoksidi käytön jälkeen, so. täynnä poistettavaa orgaanista ainetta, regeneroidaan hehkuttamalla $500-600^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa ja käytetään

uudelleen puhdistusta varten, mikä on välttämätöntä taloudellisen menetelmätavan saamiseksi. On nimittäin osoittautunut että piihappopitoisissa jätevesissä aluminiumoksidin puhdistusteho selvittämättömistä syistä voimakkaasti heikkenee ja putoaa esimerkiksi kymmenkertaisen regeneraation jälkeen puoleen ja yli kaksikymmenkertaisen regeneroinnin jälkeen jopa 1/10:een aikaisemmasta puhdistustehosta. Kuten graafinen esitys kuviossa 1 esittää, ei optimaalisen pH-arvon alueella toimittaessa, so. kun jätevedet on hapotettu suolahapolla tai rikkihapolla, tapahdu mitään aktiviteetin heikkenemistä. Se seikka että tuoreeseen aluminiumoksiidiin verrattuna regeneroidussa aluminiumoksidissa tapahtuu tietty kuormituksen nousu johtuu todennäköisesti siitä, että käytetty aluminiumoksidi ei ollut optimaalisesti aktivoitu.

Se seikka että myös ilman piihapon läsnäoloa jätevedessä saavutetaan puhdistusvaikutuksen huomattava nousu on selvitetty seuraavassa jätevedenpuhdistuksen suurteollisuuskäytäntöön sovelletun esimerkin avulla. Tällöin jätevesien puhdistus, jossa sovelletaan tarkoituksenmukaisesti vastavirtaperiaatetta, suoritetaan sopivimmin kuten edellisessä on esitetty, ei yhdessä ainoassa astiassa vaan useissa kolonneissa tai reaktioastioissa jotka ovat kytketyt peräkkäin.

Tällä monivaihemenetelmällä on se etu, että ensimmäisessä kolonnissa tuore, so. kaikki orgaaniset epäpuhtaudet kuten ligniiniä ja hemiselluloosaa sisältävä jätevesi saatetaan yhteyteen aluminiumoksidin kanssa, joka jo on rikastettu peräänkytketyissä puhdistuskolonneissa, joista se johdetaan vastavirtaperiaatteen mukaisesti, mutta jolla on vielä niin paljon puhdistustehoa jäljellä, että se imee itseensä ensimmäisen suuren osan jätevedessä olevista epäpuhtauksista. Toiseen puhdistuskolonnein virtaa siis jo esipuhdistettua vettä, joka myös tulee yhteyteen vähemmän voimakkaasti vahingollisilla aineilla rikastetun aluminiumoksidin kanssa. Lopuksi viimeisessä puhdistuskolonnissa poistetaan viimeiset jäännökset adsorboitavista orgaanisista aineista huomattavasti tuoreen vast. juuri regeneroidun, vielä kuormittamattoman aluminiumoksidin avulla. Tässä monivaihe-vastavirtamenetelmässä, jossa kokemuksen mukaisesti 4-8 puhdistusvaihetta on optimaalinen teknisten ja taloudellisten kustannusten suhteen, ei keksinnön mukaisen menetelmän suorittamiseksi ole tarpeellista, eikä myöskään tarkoituksenmukaista, että jokaisen yksittäisen adsorptiokolonnin pH-arvo säädetään uudelleen arvoon $2,5 \pm 0,1$. Sen sijaan on parempi jos tuore, so. valmistuksesta mahdollisen esipuhdis-

tuksen jälkeen jätevesipuhdistamoon tuleva jätevesi vain ennen ensimmäistä vaihetta saatetaan haluttuun pH-arvoon. Tämä arvo muuttuu jäteveden virratessa yksittäisten puhdistusvaiheiden läpi ja palaa yleensä pH-arvoon 5-7 ilman että tästä seuraa adsorptiovaikutuksen heikkeneminen.

Tässä käytäntöä lähellä olevassa kokeessa käytettiin kahta kolonniriviä, jolloin kuvion 3 mukaisessa kolonnirivissä puhdistettiin havupuusulfiittiselluloosatehtaan valkaisujätettä johtamalla vesi kolonniriviin sellaisena kun se tuli valkaisulaitoksesta. Kuvion 2 kolonnirivissä sen sijaan hapotettiin sama jätevesi etukäteen suolahapolla ja saatettiin pH-arvoon 2,5. Kolonnien korkeus oli 2 m ja ne olivat 40 cm:n korkeudelle täytetyt keskiraekooltaan 80 μ :n kokoisella raemaisella aluminiumoksidilla ja jäteveden nousunopeus oli 4-4,5 m/tunti ja se johdettiin kolonnien läpi alhaalta ylös. Täten aikaansaatiin kaikissa kolonneissa tasainen 1 m:n täyttökorkeus suspensiossa olevalle raemaiselle aluminiumoksidille, so. yhden metrin yläpuolella ei aluminiumoksidia käytännöllisesti katsoen enää ole suspensiona, vaan ainoastaan puhdistettu jätevesi, joka sellaisenaan johdetaan joko seuraavaan kolonniin tai saavuttaessaan ensimmäisen kolonnin johdetaan biologiseen jälkipuhdistukseen tai jätevesikanavaan.

Koska kosketusaika, so. se aika jona puhdistettava jätevesi on kosketuksessa suspensiona olevan alumiinioksidin kanssa muodostuu käyttötäyttökorkeuden ja nousunopeuden m/tunti osamäärästä, saadaan tässä koesuorituksessa noin 15 min/kolonne kosketusaika.

Kuten kuvion 2 yleiskaaviosta ilmenee johdetaan tuore jätevesi joka vielä sisältää kaikki kolloidaalisesti tai aidosti liuenneet orgaaniset aineet, kolonnin I alapäästä sisään, jolloin tämän jäteveden pH-arvo oli 4,0 ja KMnO_4 -kulutus 2.280 mg/litra. KMnO_4 -kulutus on jätevedessä olevan orgaanisen ainemäärän mitta. Tuore jätevesi joutuu kolonnissa I kosketukseen aluminiumoksidin kanssa, joka jo huomattavassa määrin on kuormitettu orgaanisella aineella, koska kolonne I jatkuvan jätevesipuhdistuksen aikana, josta tässä yhteydessä on esitetty ainoastaan osavaihe, jo on kulkenut vaiheiden VIII, VII, VI, V, IV, III ja II läpi.

Aluminiumoksidin heikentymisen mittana ja siten kolonnin I välttämättömän vaihtamisen mittana on myös KMnO_4 -arvo.

Käytetty aluminiumoksidi on silloin käytetty loppuun kun sisäänmenon ja ulostulon KMnO_4 -arvot ovat yhtä suuret, ts. puhdistamista ei enää tapahdu. Tällä hetkellä siirtyy aikaisempi kolonni II kolonnin I tilalle ja kaikki muut kolonnit siirtyvät yhden askeleen eteenpäin. Kolonnin VIII tilalle siirretään sitten tuoreella tai regeneroidulla aluminiumoksidilla täytetty kolonni.

Kolonnin VIII yläpäästä poistuvan puhdistetun jäteveden KMnO_4 -arvo on noin 550 mg/litra, joka vastaa noin 76 %:sta orgaanisen aineen poistumista jätevedestä. Aluminiumoksidilla täytettyjen lisäkolonnien peräänkytkeminen ei enää nosta puhdistusvaikutusta josta syystä tässä nimenomaisessa tapauksessa ja näissä koeolosuhteissa 8 kolonnia on riittävä määrä.

Toisessa kuviossa 3 kaaviomaisesti esitetyssä kolonnirivistössä käytettiin täysin vastaavasti samoja aluminiumoksidimääriä, samaa täyttökorkeutta, samaa nousunopeutta, mutta kolonniin I johdettiin jätevettä, jonka pH-arvo oli suolahapon avulla säädetty arvoon 2,5. KMnO_4 -kulutus on sisäänjohdettaessa sama eli 2.280 mg/litra. Käytettäessä suolahapon avulla hapotettua jätevettä, jonka pH-arvo oli 2,5, ilmeni että jo 4 kolonnin avulla vesi oli puhdistettu, ts. viidennen kolonnin peräänkytkeminen ei paranna puhdistusvaikutusta.

Tämä koe osoittaa että keksinnön mukaisen koemenetelmän avulla ja tietyllä pH-arvolla voidaan ko. jätevedenpuhdistuslaitoksen kokoa pienentää noin puoleen, siis käytettäessä esimerkiksi puhdistuskolonneja tarvitaan vain puolet aikaisemmin tarvittua kolonnimäärästä tai vastaavasti on kolonnien oltava mitoituseltaan vain puolet aikaisemmasta.

Tämän teollisuustaloudellisissa olosuhteissa hyvin merkittävän edun lisäksi seuraa keksinnön mukaisesta menetelmästä se toinen etu ettei vain laitteistomäärää voida pienentää vaan myös aluminiumoksidin puhdistusvaikutus käytetyllä pH-arvolla nousee huomattavasti. Kun puhdistettu jätevesi toisessa koerivissä poistuu kolonnista IV on sen KMnO_4 -arvo noin 160 mg/litra, joka vastaa noin 93 %:n puhdistustehoa.

Saavutetun teknisen edistyksen selvittämiseksi vielä kerran selostetaan tämä kosketusajan suhteen kaikille tarvittaville kolonneille. Kun käytetään hapottamatonta jätevettä ja 8 puhdistuskolonnia on kosketusaika koesuorituksessa 2 tuntia ja hapotettua jätevettä ja vain 4 kolonnia käytettäessä on kosketusaika 1 tunti.

Kun jäteveden keksinnön mukaisen puhdistuksen jälkeen on tarkoituksellista tai välttämätöntä poistaa vielä viimeiset jäännökset orgaanisista aineista, jolloin kysymyksessä on helposti hajoavat orgaaniset aineet kuten sokeriyhdisteet, neutraloidaan aluminiumoksidilla puhdistettu jätevesi alkalisella aineella ennenkuin se johdetaan tavanomaiseen biologiseen puhdistukseen. Tarvittava alkalimäärä riippuu täysin pH-arvosta, joka aluminiumadsorption jälkeen on vallitseva. Tarvittava alkalimäärä on yleensä huomattavasti hapottamiseen käytettyä happomäärää pienempi.

Puhdistettavien jätevesien hapottamiseksi optimaaliseen pH-arvoon sopivat käytännöllisesti kaikki voimakkaat hapot, varsinkin rikkihappo ja suolahappo. Näiden happojen ei tällöin suinkaan tarvitse olla erityisen puhtaita, vaan nk. tekniset hapot kelpaavat, varsinkin suolahappo.

Orgaanisten aineiden adsorboidun määrän riippuvuus puhdistettavan jäteveden pH-arvosta on esitetty kuviossa 4. Siinä KMnO_4 -kulutus on esitetty mittana orgaanisten aineiden adsorboitunusta määrästä suhteessa pH-arvoon, jolloin tässä tapauksessa käytettiin 20 grammaa raemaista aluminiumoksidia/litra jätevettä 2 tunnin reaktionopeudella. Tässä yhteydessä käytettiin kiertouunissa 600°C lämpötilassa 9 kertaa regeneroitua aluminiumoksidia. Sekä suolahapolla että myös rikkihapolla esiintyi aivan tyypillinen maksimikohta pH-arvolla 2,5.

Keksinnön mukaista menetelmää sovellettaessa suurteknisessä mittakaavassa on huomattu, ettei niitä suuria jätevesimääriä, jotka syntyvät ennenkaikkea paperi-, kartonki- ja selluloosateollisuudessa, voida puhdistaa käyttämällä vastavirtaperiaatteella toimivia astioita yksinkertaisesti suurentamalla niitä mielen mukaan. Vastavirtaperiaatteen tehokkuus riippuu siitä että suspensiossa olevan raemaisen aluminiumoksidin kuormittuminen poistettavalla orgaanisella aineella laskee vaiheettomasti ylhäältä alaspäin siten, että ylhäältä lisätty tuore tai regeneroitu aluminiumoksidi poistaa reaktiokolonnin yläosassa olevasta jo melkein puhdistetusta jätevedestä viimeiset orgaaniset ainejäännökset, kun taas kolonnin alaosassa on vastaanottokyvyltään jo hyvin heikentynyttä, so. orgaanisilla aineilla kuormitettua aluminiumoksidia, joka kuitenkin vielä pystyy vastaanottamaan huomattavan osan orgaanisista aineista alhaalta sisäänjohdetusta voimakkaasti saastuneesta vedestä. Suurten vesimäärien

läpijohtamiseksi on suurteknisissä puhdistuslaitoksissa kuitenkin puhdistuskolonnin oltava niin korkea, ettei reaktioastiassa muodostu mitään tasaista ainetiheyttä eikä ennen kaikkea tasaista kuormitustiheyttä kolonnin poikkipinnan ja korkeuden suhteen, joka nostaisi aluminiumoksidin kulutusta huomattavasti sen takia että kuormittamaton aluminiumoksidi laskeutuu liian nopeasti reaktiokolonnin läpi tämän pohjaan ja poistuu siitä kun sen puhdistusteho on käytetty vasta osittain hyväksi.

Kuten jo edellä on esitetty käsittää tästä syystä erityisen sopiva keksinnön mukainen suoritusmuoto sen, että puhdistus suoritetaan useassa vaiheessa erillisissä, toistensa yhteydessä olevissa reaktioastioissa.

Puhdistamisesta useissa toistensa perään kytketyissä reaktioastioissa seuraa se etu, että nämä voidaan mitoittaa siten, että suspensiossa olevan raemaisen aluminiumoksidin puhdistusteho käytetään kokonaan hyväksi koska yksittäisissä reaktioastioissa voidaan aikaansaada paremmin tasainen ainetiheys poikkipinnan ja korkeuden suhteen.

Tällöin on kaksi toiminnaltaan hieman erilaista suoritus tapaa osoittautunut hyviksi tätä sopivinta menetelmää varten.

Eräässä tarkoituksenmukaisessa suoritusmuodossa ohjataan sekä puhdistettavat jätevedet että jätevesissä olevien orgaanisten aineiden poistamiseksi käytetty aluminiumoksidi jatkuvasti vastavirtaperiaatteen mukaisesti yksilöllisten puhdistusvaiheiden läpi, kuten esimerkiksi on esitetty kuvio 1 periaatepiirroksessa. Reaktioastian I alapäähän johdetaan orgaanisilla aineilla saastunutta jätevettä, joka kohtaa jo voimakkaasti orgaanisella aineella kuormitettua aluminiumoksidia, joka tulee reaktioastioista II ja III ja johdetaan reaktioastiaan I tämän yläpään kautta. Tämä voimakkaasti orgaanisilla aineilla kuormitettu aluminiumoksidi ottaa kuitenkin vielä huomattavia määriä helpoimmin adsorboitavia orgaanisia aineita voimakkaasti saastuneesta jätevedestä, jonka jälkeen se poistetaan reaktioastian I alapäästä ja johdetaan regeneroimislaitokseen.

Reaktioastian II yläpäästä - yksinkertaisuuden vuoksi on tässä yhteydessä esitetty ainoastaan kolme reaktioastiaa - johdetaan jo huomattavasti orgaanisista aineista puhdistettu jätevesi pois ja johdetaan mahdollisesti vielä biologiseen puhdistuslaitokseen. Koska reaktioastiaan III johdetaan tuoretta vast. regeneroitua aluminiumoksidia, ts. kuormittamatonta aluminiumoksidia

on sillä tässä astiassa hyvin voimakas puhdistusvaikutus ja ottaa vielä ne orgaaniset aineet, joita ei poistettu edellä olevissa reaktioastioissa I ja II.

Päinvastaiseen suuntaan reaktioastian I alapäästä reaktioastian II kautta reaktioastian III yläpäähän johdettuun jätevesivirtaan nähden pumpataan reaktioastian III yläpään kautta johdettu tuore vast. regeneroitu aluminiumoksidi edessä oleviin reaktioastioihin II ja I, jolloin se johdetaan sisään reaktioastioiden yläpäästä ja poistetaan niiden alapäästä.

Erään toisen kuviossa 2 periaatteellisesti esitetyn suoritustavan mukaisesti, joka on erittäin sovelias koska se voidaan laitteistonsa suhteen tehdä yksinkertaisemmaksi, johdetaan vain puhdistettavat jätevedet jatkuvasti vastavirtaan, mutta puhdistukseen käytettyyn aluminiumoksidin nähden käytetään vastavirtaperiaatetta vain siinä suhteessa, että jo pitkälle puhdistetut jätevedet johdetaan siihen puhdistusvaiheeseen, joka sisältää vähiten orgaanisilla aineilla kuormitettua aluminiumoksidia. Tämän tarkoituksenmukaisen suoritustavan mukaisesti ei siis myös aluminiumoksidia pumpata reaktioastiasta toiseen, eikä johdeta ylhäältä käsin vastavirtaan ylösnousevan jäteveden suhteen, vaan vastavirtaperiaatetta käytetään ainoastaan kolonnittain. Tässä suoritustavassa poistetaan sopivimmin se reaktioastia, jonka aluminiumoksidi on voimakkaimmin kuormittanut orgaanisilla aineilla, silloin kun ei enää tapahdu mitään oleellista orgaanisen aineen ottamista, so. kuvion 2 periaatepiirroksessa reaktioastia I. Reaktiovaiheiden I-IV jälkeen kytketään samalla vielä kuormittamattomalla aluminiumoksidilla täytetty kolonni. Toiminta-asemaltaan siirtyy silloin reaktioastia IV reaktioastian III tilalle, reaktioastia II reaktioastian I tilalle ja puhdistusvaihejonon perään kytketään kuormittamattomalla aluminiumoksidilla täytetty reaktioastia IV.

Laitteistorakenteen suhteen ei tietenkään ole välttämätöntä että heikentyntä aluminiumoksidia sisältävät reaktioastiat todella poistetaan, vaan samalla tavalla on mahdollista varustaa puhdistusvaihejono kuormittamatonta aluminiumoksidia sisältävällä ~~varastialla~~ ^{varastialla}, joka voidaan liittää prosessiin kun reaktioastia I siinä olevan aluminiumoksidin heikentymisen takia kytketään irti ja aluminiumoksidi poistetaan regeneroimista varten.

Kuten jo edellisessä on esitetty johdetaan puhdistettavat jätevedet pystyssä olevien reaktioastioiden sisään alapäästä ja puhdistuksen jälkeen ne johdetaan ulos yläpäästä. Tällöin sää-

detään puhdistettavan jäteveden nousunopeus sopivimmin sellaiseksi, että raemainen aluminiumoksidi pysyy suspensiona ja tämä täyttää reaktioastian mahdollisimman hyvin ja toisaalta ettei aluminiumoksidia joudu jäteveden kanssa seuraavaan reaktioastiaan. Tämän lisäksi nousunopeus on valittava sellaiseksi että suspension tiheys on mahdollisimman suuri ja että reaktioastiat tästä syystä voidaan mitoittaa mahdollisimman pieneksi. Niinpä eräessä soveliaassa koesuorituksessa on tiheys puoliteknisessä mittakaavassa noin 1,4, tai vastaavasti yhdessä litrassa Al_2O_3 -jätevesi-suspensiota on 400-800 g aluminiumoksidia. Kuviossa 1 esitetyn laitoksen reaktioastiat, joita kytketään viisi peräkkäin kuviossa esitetyn kolmen asemesta, ovat korkeudeltaan 2 m, halkaisijaltaan 44 cm ja niiden läpäisykyky on 600 litraa jätevettä tunnissa, jolloin käytetään 12 kg keskimääräiseltä raekooltaan 80 olevaa Al_2O_3 /kuutiometri vettä.

Hyvän pyörteisyyden aikaansaamiseksi suspension ja puhdistettavan jäteveden välillä sekä nk. virtausteiden muodostumisen välttämiseksi johdetaan puhdistettava jätevesi sylinterinmuotoisiin reaktioastioihin alapäästä sopivimmin tangentiaalisesti sisään, joka huomattavasti edesauttaa poikkipinnan tasaisen aineitiheyden aikaansaamista.

Kun puhdistusvaiheiden lukumäärä ja siten reaktioastioiden koko on suurempi, esimerkiksi kun kytketään kuusi tai useampi reaktioastia peräkkäin, voi myös olla riittävää että aluminiumoksidi pidetään suspensiona hitaan hämmentämisen avulla. Tässä suoritustavassa ei ole ehdottoman välttämätöntä johtaa puhdistettava jätevesi jatkuvasti vastavirtaan, vaan jaksottainen työtapo on siinä mielessä mahdollinen, että puhdistettavaa jätevettä hämmennetään tietyn ajan jokaisessa puhdistusvaiheessa ja johdetaan tämän jälkeen pois ja seuraavaan puhdistusvaiheeseen johdetaan vähemmän voimakkaasti kuormitettua aluminiumoksidia. Myös tässä jaksottaisessa työtavassa tapahtuu puhdistus ja siten laajamittainen aluminiumoksidin puhdistustehon heikentyminen, mutta vastavirtaperiaatteen mukaan, joka tässä tapauksessa tapahtuu jaksottaisesti puhdistusvaiheesta puhdistusvaiheeseen.

Eräs sopiva laite edellä esitetyn menetelmän suorittamiseksi käsittää sen että yksittäisten puhdistusvaiheiden reaktioastiat ovat sylinterinmuotoiset ja että niiden yläpäävät ovat varustetut supilon muotoisella laajennuksella. Tämän supilonmuotoisen

laajennuksen avulla hidastuu virtausnopeus voimakkaasti yläpäässä. Tästä syystä tälle alueelle jäteveden virtausnopeuden vast. hämmentämisen vaikutuksesta saapuneet aluminiumoksidirakeet hidastuvat liikkeessään, jolloin painovoiman vaikutus voittaa ja ne laskeutuvat reaktioastian sylinterinmuotoiseen osaan, josta syystä suppilonmuotoisessa laajennuksessa tapahtuu suspensiona olevan aluminiumoksidin ja jäteveden välinen nopea ja tyydyttävä erottaminen niin ettei aluminiumoksidia pääse ylivirtauksen mukana seuraavaan reaktioastiaan.

Reaktioastiat ovat alapäästään sopivimmin kartionmuotoiset, jotta aluminiumoksidin ainetiheys tulisi mahdollisimman suureksi ja jottei tarvitsisi poistaa tarpeettoman paljon vettä pumppattaessa tai käytettyä aluminiumoksidia poistettaessa sekä suspension poistamisen helpottamiseksi.

Erään toisen keksinnön mukaisen menetelmän suorittamiseksi tarkoitetun rakennemuodon sopivuus perustuu siihen, että reaktioastiat ovat kärjellä seisovan kartion muotoiset, ts. ne kapeenevat koko pituudeltaan kartiomaisesti alaspäin ja kartion avauskulma on 40-60°. Tällä laiterakenteella on se etu, että virtausnopeus reaktioastian sisällä muuttuu yhtäjaksoisesti, mutta on alapäässä suurimmillaan niin, että painovoiman takia alaspäin laskeutuva ja siellä erityisen suuren ainetiheyden omaava aluminiumoksidi pyörteilee suurella virtausnopeudella ylöspäin, mutta joka ylöspäin pyörteileminen hidastuu huomattavasti ylöspäin mentäessä. Tähän liittyy eräs toinen etu, nimittäin että myös aluminiumoksidin kosketusaika puhdistettavan jäteveden kanssa on pitempi ylä- kuin ala-alueella, josta syystä orgaanisille ainejäännöksille, joita ei ole vielä poistettu, jää pitempi aika yläalueella aluminiumoksidia varten ja täten puhdistusvaikutus optimoidaan edelleen.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä sellu-, paperi- ja kartonkiteollisuuden jättevesien puhdistamiseksi ligniini- ja hemiselluloosajohdannaisista käsittelemällä niitä suspensiossa kiinteällä raemaisella adsorptio-aineella, joka epäpuhtauksiin vaikutettuaan aktivoidaan uudelleen lämpökäsittelyllä ja käytetään uudelleen jätevedenpuhdistukseen, t u n n e t t u seuraavista toimenpiteistä: jäteveden pH säädetään ennen käsittelyä arvoon 2,2-3,0, jäteteeseen lisätään γ -aluminiumoksidia, jonka pinta on suurempi kuin $100 \text{ m}^2/\text{g}$ ja jonka keskimääräinen raekoko $> 30 \mu$, jolloin γ -aluminiumoksidia käytetään 400-800 g jätevesi- γ -aluminiumoksidisuspensiolittraa kohti, käsittely suoritetaan yhdessä tai useammassa reaktioastiassa, ja γ -aluminiumoksidin uudelleenaktivointi suoritetaan hehkuttamalla sitä lämpötilassa $400-900^\circ\text{C}$.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetyn γ -aluminiumoksidin keskimääräinen raekoko on enintään 300μ .

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puhdistettavan jäteveden pH säädetään arvoon $2,5 \pm 0,1$.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että aluminiumoksidi pidetään reaktioastiassa suspensiona jäteveden kanssa hitaasti sekoittamalla.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että aluminiumoksidi ja puhdistettava jätevesi johdetaan reaktioastiaan vastavirtaisesti.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että reaktiivisuutensa menettänyt γ -aluminiumoksidi poistetaan reaktioastiasta jatkuvasti tai jaksottaisesti ja että reaktioastiaan johdetaan tuoretta tai uudelleen aktivoitua γ -aluminiumoksidia jatkuvasti tai jaksottaisesti.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pystyasentoiseen reaktioastiaan syötetään alhaalta puhdistettavaa jättevettä ja ylhäältä tuoretta tai uudelleen aktivoitua aluminiumoksidia sekä poistetaan ylhäältä puhdistettu jätevesi.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puhdistettava jätevesi johdetaan pystyasentoisen reaktioastian alaosaan tangentiaalisesti.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1-8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puhdistus suoritetaan monivaiheisesti erillisissä toisiinsa kytketyissä reaktioastioissa.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puhdistettava jätevesi ja γ -aluminiumoksidi johdetaan vastavirrassa jatkuvasti yksittäisten reaktioastioiden läpi, että käsittelemätön jätevesi johdetaan ensin siihen reaktioastiaan, jossa yhden tai useamman reaktioastian läpi johdettu ja orgaanisten aineiden likaama aluminiumoksidi on ja että tuore γ -aluminiumoksidi johdetaan siihen reaktioastiaan, johon jo oleellisesti orgaanisista aineista puhdistettu jätevesi johdetaan.

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puhdistettavat jätevedet johdetaan yksittäisiin reaktioastioihin vastavirtaperiaatteen mukaisesti siten, että käsittelemättömät jätevedet johdetaan reaktioastiaan, jossa on eniten orgaanisen aineksen likaamaa aluminiumoksidia, ja poistetaan tämä reaktioastia sitten kun mitään oleellista orgaanisen aineen poistoa ei enää tapahdu, ja että reaktioastiaketjun viimeiseksi sijoitetaan reaktioastia, jossa on tuoretta tai uudelleenaktivoitua γ -aluminiumoksidia.

Patentkrav:

1. Förfarande för rening av avloppsvatten från cellulosapappers- och kartongindustrin för avlägsning av lignin- och hemicellulosaderivat genom att behandla dessa i suspension med ett fast kornformigt adsorptionsmedel, vilket efter inverkan på föroreningarna reaktiveras med värmebehandling och återanvänds för avloppsvattenreningen, k ä n n e t e c k n a t av följande åtgärder: avloppsvattnets pH inställs före behandlingen till ett värde av 2,2-3,0, avloppsvattnet tillförs γ -aluminiumoxid med en yta större än $100 \text{ m}^2/\text{g}$ och med en medelkornstorlek av $> 30 \mu$, varvid γ -aluminiumoxiden används i en mängd av 400-800 g per liter avloppsvatten- γ -aluminiumoxidsuspension, behandlingen genomförs i ett eller

flera reaktionskärll och reaktiveringen av γ -aluminiumoxiden sker genom glödgning vid en temperatur av 400-900°C.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att medelkornstorleken av den använda γ -aluminiumoxiden är högst 300 μ .

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att avloppsvattnet som skall renas inställs på ett pH-värde av $2,5 \pm 0,1$.

4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav, att aluminiumoxiden hålls i suspension med avloppsvattnet i reaktionskärlet genom långsam omrörning.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav, att aluminiumoxiden och avloppsvattnet som skall renas förs i motström i reaktionskärlet.

6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att γ -aluminiumoxiden som förlorat sin reaktivitet avlägsnas från reaktionskärlet kontinuerligt eller satsvis och reaktionskärlet tillförs färsk eller reaktiverad γ -aluminiumoxid kontinuerligt eller satsvis.

7. Förfarande enligt något av patentkraven 1-6, k ä n n e t e c k n a t därav, att i ett vertikalt reaktionskärll tillförs nedifrån avloppsvatten som skall renas och uppifrån färsk eller reaktiverad aluminiumoxid och att det renade avloppsvattnet leds bort ovanifrån.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett vertikalt anordnat reaktionskärll tillförs avloppsvattnet som skall renas tangentiellt i dess nedre del.

9. Förfarande enligt något av patentkraven 1-8, k ä n n e t e c k n a t därav, att reningen sker i flera steg i separata sammankopplade reaktionskärll.

10. Förfarande enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att avloppsvattnet som skall renas och γ -aluminiumoxiden förs motströms kontinuerligt genom de enskilda reaktionskärll, att det obehandlade avloppsvattnet förs först in i det reaktionskärll i vilket den redan genom ett eller flera reaktionskärll förda och med organiska substanser förorenade aluminiumoxiden befinner

sig, och att färsk γ -aluminiumoxid tillförs det reaktionskärl till vilket det redan väsentligen från organiska substanser renade avloppsvattnet leds.

11. Förfarande enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k n a t därav, att de avloppsvatten som skall renas förs motströms genom de enskilda reaktionskärlen så att de obehandlade avloppsvattnen förs till det reaktionskärl som innehåller starkast med organisk substans förorenad aluminiumoxid och detta reaktionskärl avlägsnas då det inte längre förekommer någon väsentlig upptagning av organisk substans, och till änden av kedjan av reaktionskärl tillkopplas ett reaktionskärl med färsk eller reaktiverad γ -aluminiumoxid.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan Liittotasavalta-

Förbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 200 113 (C 02 C 5/02).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 701 718 (B 01 j 11/32).

Muita julkaisuja:-Andra publikationer:

Kirk-Othmer, Encyclopedia of chemical technology, 2. painos (1967), vol. 2, p. 49-53.

Chemical Abstracts, vol 57 (1962), 88 h, Izv. Akad. Nauk SSSR, Otd.

Khim. Nauk 1960, p. 2107-2117 (venäjänkiel.).

ibid, vol 73 (1970), 91039 r, Kogyo Yosui 1969 (131), p. 39-42 (japaninkiel.).

Fig. 1

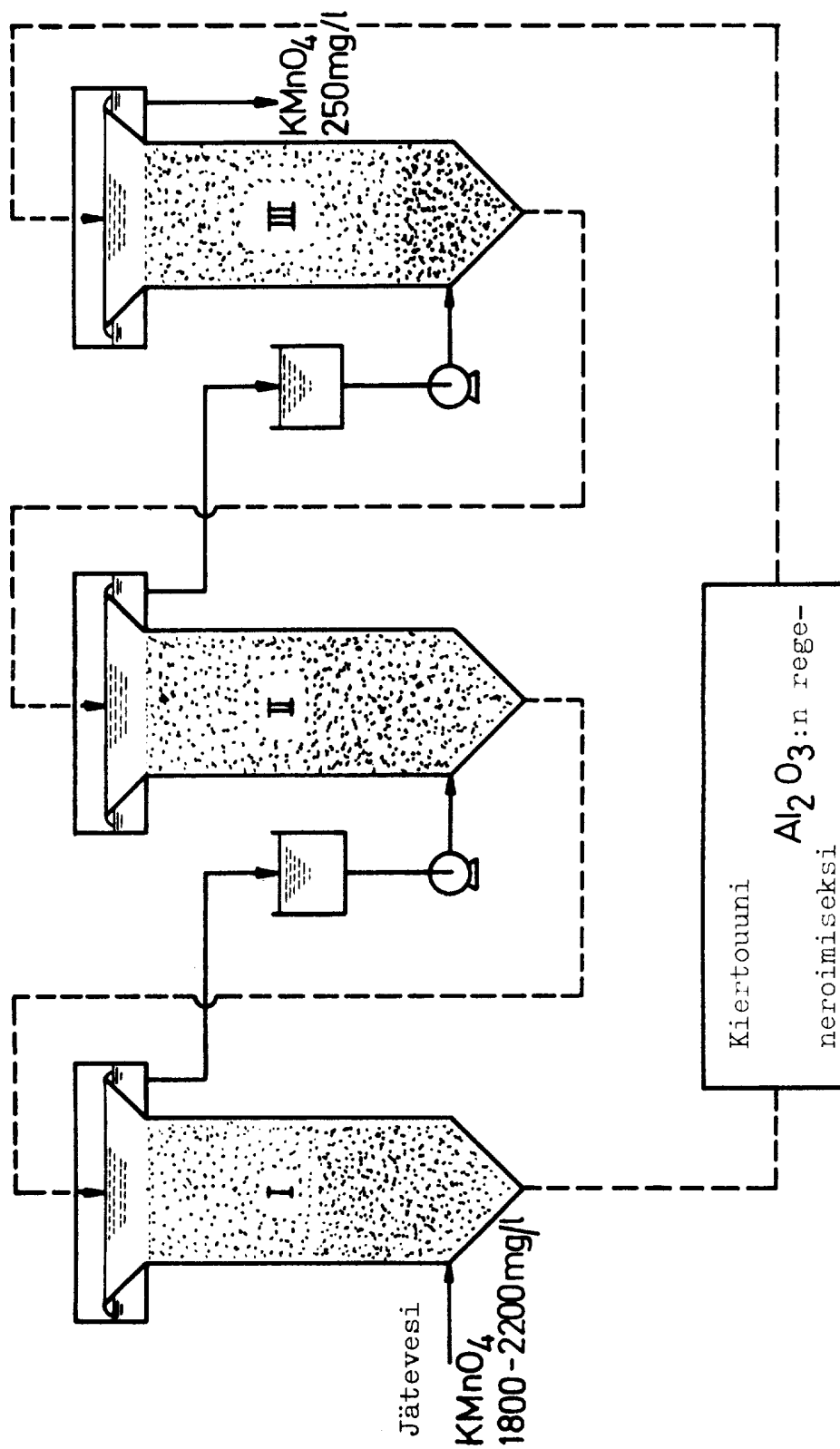


Fig. 2

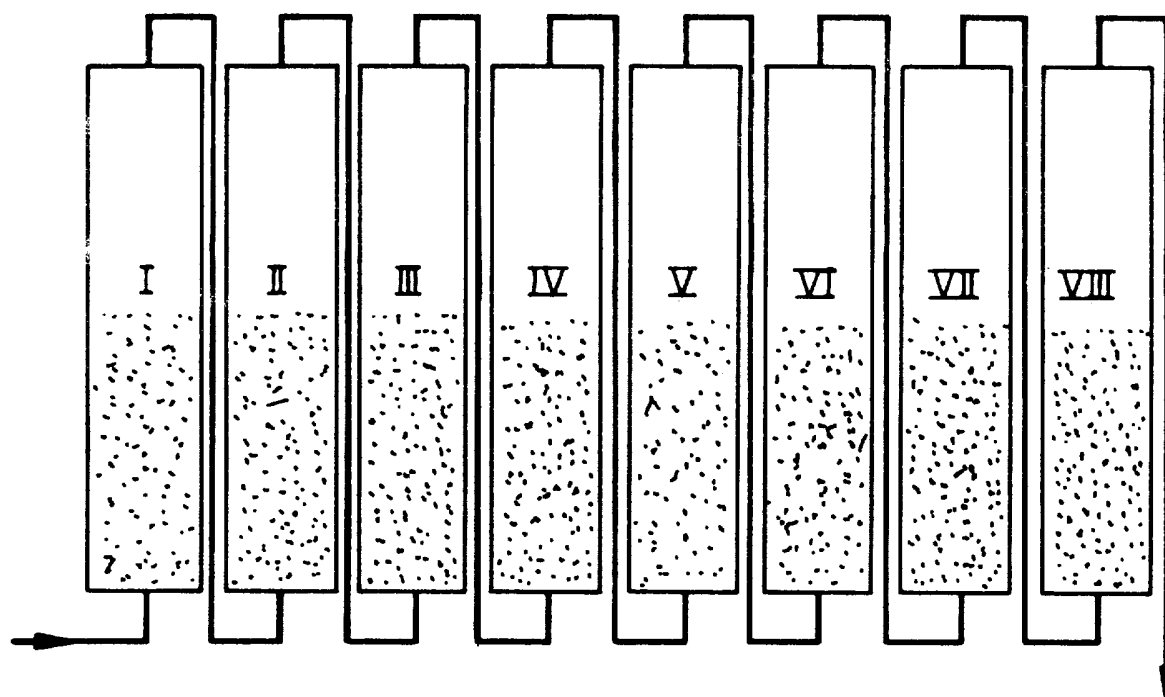


Fig. 3

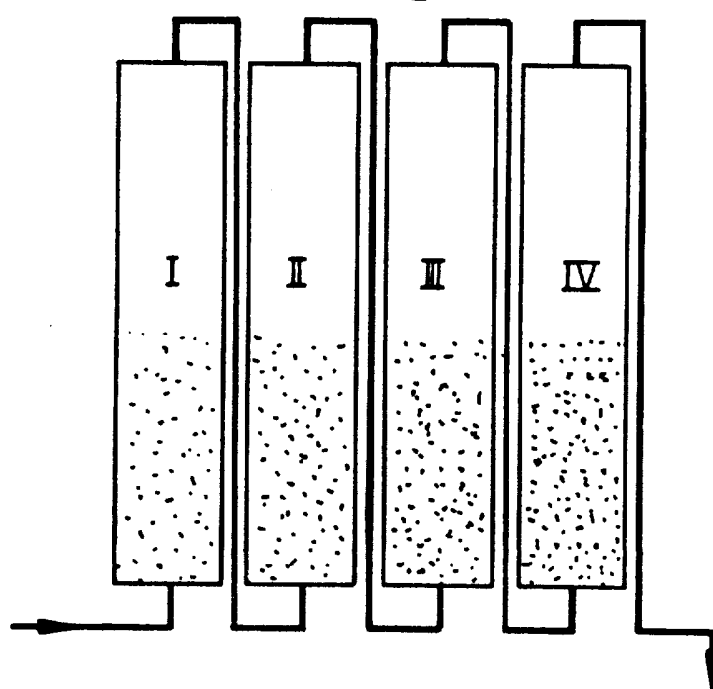
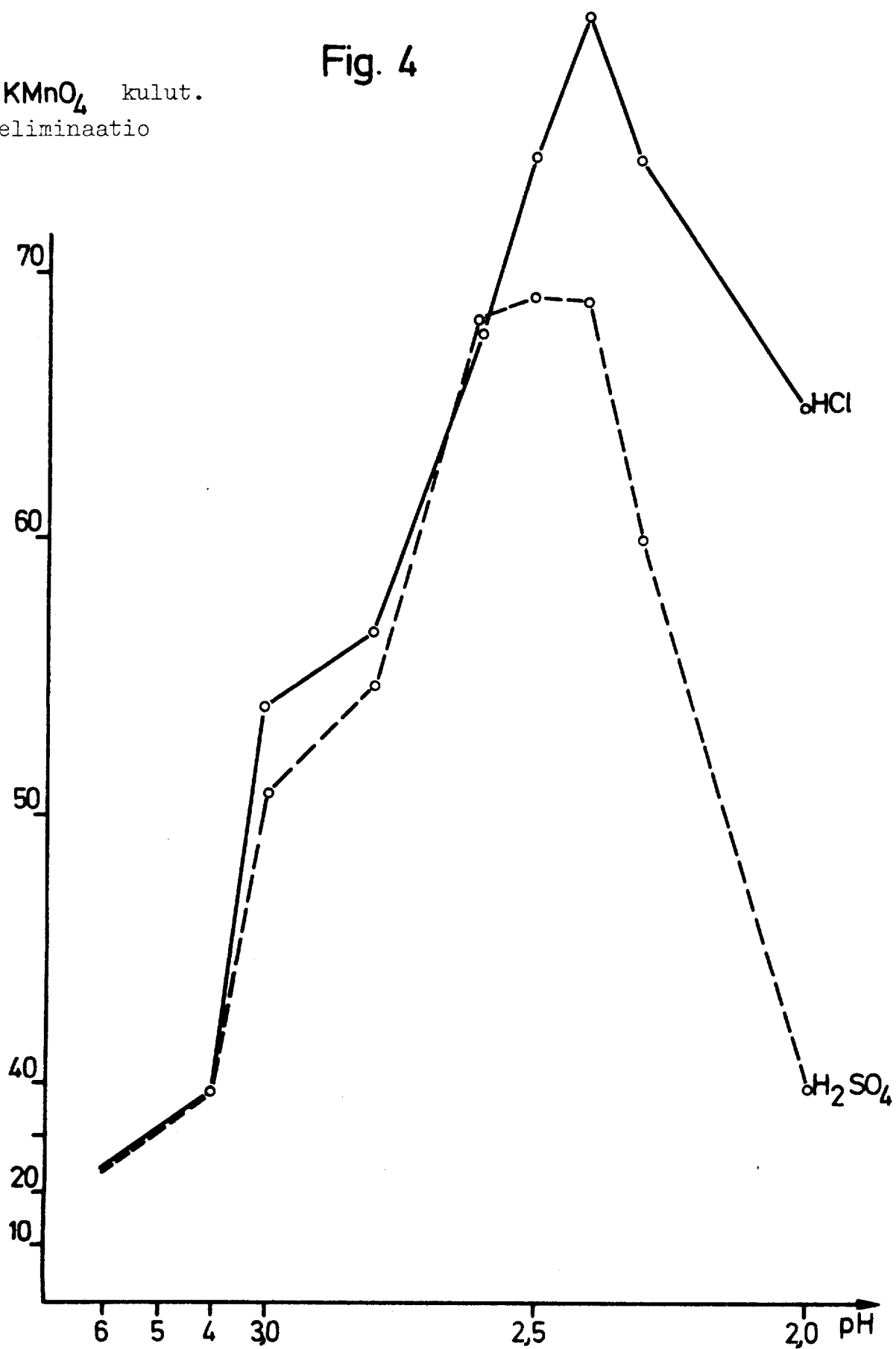


Fig. 4

KMnO_4 kulut.
eliminaatio



KMnO₄ kulut.
eliminaatio

Fig. 5

