



FI0000986268



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

98626

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 25 07 1997

(51) Kv.lk.6 - Int.cl.6

C 02F 11/08, F 23G 7/04

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	944631
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	04.10.94
(24) Alkupäivä - Löpdag	04.10.94
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	05.04.96
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.04.97

(71) Hakija - Sökande

1. Jaakko Pöyry Oy, PB 4, 01621 Vanda, (FI)
2. Eka Nobel AB, 445 80 Bohus, Sverige, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Myreen, Bertel, Magistratsgatan 2 D 26, 00240 Helsingfors, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Förfarande för rening av avloppsvatten
Menetelmä jäteveden puhdistamiseksi

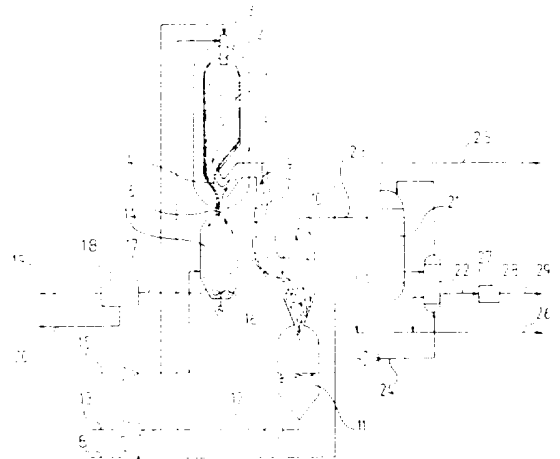
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI A 1866/66 (D 21c 11/12), CH B 555786 (C 02c 3/00), CH B 540858 (C 02c 3/00),
DE A 4103463 (C 02F 11/06), DE A 3103417 (C 02F 11/06), EP A 3216 (C 02C 3/00)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Uppfinningen avser ett förfarande för rening av avloppsvatten, speciellt avloppsvatten från livsmedelsindustrin eller kemisk träförädlingsindustri, genom indunstning (7) därav till ett slutkoncentrat (11) och förbränning (1) av väsentligen allt organiskt material i slutkoncentratet vid en temperatur på minst 800°C för erhållande av heta gaser (5) och en smälta (6), som separeras från de heta gaserna och upplöses (14) i vatten (15). Enligt uppfinningen utförs förfarandet under ett väsentligt övertryck på minst 100 kPa, varvid slutindunstningen (7) sker genom att bringa avloppsvattnet (8) i direktkontakt med de heta gaserna (5) från vilka smältan (6) redan separerats medan förbränningen (1) upprätthålls med syrgas (13) som används i överskott i förhållande till det brännbara organiska materialet för fullständig förbränning därav i oxiderande miljö.

Keksintö kohdistuu menetelmään jäteveden, erityisesti elintarviketeollisuudesta tai puunjalostusteollisuudesta tulevan jäteveden, puhdistamiseksi haihduttamalla (7) sitä loppukonsentraatiksi (11) ja polttamalla (1) olennaisesti kaikki orgaaninen aines loppukonsentraatissa lämpötilassa, joka on ainakin 800°C kuumien kaasujen (5) ja sulan (6) aikaansaamiseksi, joka erotetaan kuumista kaasuista ja liuotetaan (14) veteen (15). Keksinnön mukaan menetelmä suoritetaan huomattavassa ylipaineessa vähintään 100 kPa, jolloin loppupuhaidutus (7) tapahtuu saattamalla jätevesi (8) suoraan kosketukseen kuumien kaasujen (5) kanssa, josta sula (6) jo on erotettu, ylläpitäen palamista (1) happikaasulla (13), jota käytetään ylimäärin poltettavan orgaanisen aineksen suhteen sen polttamiseksi täydellisesti hapettavassa miljöössä.



Förfarande för rening av avloppsvatten - Menetelmä jäteveden puhdistamiseksi

5 Föreliggande uppfinning avser ett förfarande för rening av avloppsvatten genom indunstning därav till ett slutkoncentrat och oxidering av väsentligen allt organiskt material i slutkoncentratet vid en temperatur på minst 800°C för erhållande av heta gaser och en smälta, som separeras från de heta gaserna och upplöses i vatten.

10 Inom industriföretagen finns en allmän strävan att minska på den industriella verksamhetens miljöpåverkan. Denna påverkan sker dels genom utsläpp av kontaminerade avloppsvatten till vattendrag och dels genom emission av förorenade gaser till omgivande luft.

15 Avloppsvattnen innehåller organisk substans vid låg koncentration ävensom oorganiska joner, härstammande från råmaterial eller från kemikalier, som har tillförts processen. Det organiska materialet bildar sediment eller nedbryts i mottagande vattendrag, men förbrukar därvid i vattnet löst syre. En del av det organiska materialet upptas av levande organismer. Några av dessa ämnen kan lagras i organismernas vävnader och anrikas i näringskedjan. En del av dem är giftiga. Det oorganiska materialet består i huvudsak av lösta salter, som i stor mängd finns i de mottagande vattendragen. Ett sådant salt är natriumklorid, varav det t.ex. finns över 3 kg per 20 kubikmeter i Östersjöns vatten och ca 30 kg per kubikmeter i oceanerna. Bland detta oorganiska material kan emellertid också finnas låga halter av metalljoner, som anses skadliga. Dessa är framför allt vissa tungmetaller såsom zink, mangan, koppar och kadmium.

25 Gaser från förbränningsprocesser innehåller i regel höga halter av koldioxid samt ofta svavlets och kvävet oxider. Under senare tid har man fäst stor uppmärksamhet på gasernas innehåll av vissa organiska pyrolysröster - såkallade polyaromatiska kolväten - och även mycket små koncentrationer av klorerat organiskt material i avgaserna uppfattas som en negativ miljöpåverkan.

30 Avloppsvatten av ovan beskrivet slag uppstår i en mångfald olika processer t.ex. inom livsmedelsindustrin och inom kemisk träförädlingsindustri. En del av dessa vattenlösningar är så koncentrerade och innehåller så mycket värdefulla kemikalier, att de efter indunstning förbrännes för återvinning av kemikalierna. Detta är som känt fallet med cellulosaindustrins kokeriavlutar. Däremot är avlutarna från cellulosafabrikernas blekerier så utspädda, att de inte för närvarande indunstas och för-

brännes, även om ett sådant förfaringssätt är känt bl.a. från det finska patentet nr 85293.

5 Inom träförädlingsindustrin uppstår likartade avloppsvatten också från andra processer, t.ex. vid barkning av ved, vid termomekanisk raffinering av ved för framställning av såkallad TMP eller CTMP massa och vid kemisk uppslutning av halm eller andra årligen skördade växtdelar såsom bagass och olika gräsarter.

10 Typiskt för dessa avloppsvatten är att de innehåller mindre än tio procent löst material - ofta mindre än en procent - och att viktandelen oorganiskt material i det lösta materialet ofta är mellan 10 och 50 procent. Dessa gränser är typiska men inte absoluta.

15 Dessa avloppsvatten leds till älvar, sjöar och hav. I länder med höga miljövårdskrav sker detta efter extern biologisk vattenrening i luftade dammar eller aktivslamläggningar. I dessa anläggningar kan det organiska materialet delvis nedbrytas eller överföras till fast avskiljbart material, men det oorganiska lösta materialet - speciellt tungmetallerna - går opåverkade genom de biologiska reningsanläggningarna. I princip kunde tungmetallerna avlägsnas ut avloppsvattnet medelst kemisk fällning, men då koncentrationerna är mycket låga blir utfällningen ofullständig och separeringen av utfällt material ur stora vätskevolymmer svår.

20 Numera finns kommersiellt tillgängliga indunstningsanläggningar, med vilka även stora avloppsvattenströmmar kan koncentreras. Då avloppsvattnen innehåller salter med begränsad löslighet sker en kristallisation av salterna vid indunstning till hög koncentration. Detta medför försmutsning av värmeytorna i indunstningsapparaterna med nedsatt indunstningskapacitet som följd. Denna försmutsningstendens blir naturligtvis starkare ju högre koncentration på den indunstade lösningen man eftersträvar. Vid indunstningen uppdelas det behandlade avloppsvattnet i ett kondensat och ett koncentrat. Kondensatet kan som sådant eller efter en viss tilläggsrening återanvändas i processen. Koncentratet, som innehåller huvudparten av avloppsvattnets organiska material och så gott som allt oorganiskt material bör omhändertas. Det bästa sättet är att genom fullständig oxidering överföra det organiska materialet till koldioxid och vattenånga samt att separera ut skadliga metaller ur den oorganiska förbränningsrest som uppstår.

För speciellt problematiska koncentrat finns incinereringsanläggningar. Kommerciella dylika anläggningar finns i många länder, t.ex. Ekokem Oy i Finland. Endel industriföretag har egna incinereringsanläggningar för sina problemavfall. Karakte-

ristiskt för dessa är att de arbetar vid atmosfärstryck och använder luft vid förbränningen. För att uppnå en fullständig förbränning av det organiska materialet krävs en förbränningstemperatur över 900°C och en uppehållstid i brännkammaren, som ofta är flere sekunder. Den höga förbränningstemperaturen kan uppnås med askrika vattenlösningar - även om de indunstas till hög torrsubstanshalt - endast med tillförelse av prima bränsle som stödbränsle för förbränningen. Dyliga incinereringsugnar marknadsförs av bl.a. Ahlström-bolagen och av John Zink Company Ltd.

Luft innehåller som bekant endast ca 21 vol.-% syre, medan återstoden i huvudsak är inert kväve som utgör en ballast vid förbränningen. Det åtgår en ansevärd energi till att höja temperaturen hos denna ballast till över 900°C. Detta är den huvudsakliga orsaken till att ugnarna behöver fossilt bränsle, t.ex. naturgas eller brännolja för att uppnå och upprätthålla brännkammartemperaturen. Detta bränsle kräver naturligtvis också förbränningsluft, med ytterligare ökning av mängden inert kväve som måste uppvärmas till brännkammartemperaturen.

Gas vid hög temperatur och atmosfärstryck har stor volym per viktenhet. Detta leder till att brännkammaren blir mycket stor och att även de anordningar, som behövs för att rena och transportera gasen ut ur ugnarna blir volymmässigt mycket stora och dyra. Detta har utgjort ett hinder för att i större utsträckning omhänderta processindustrins avloppsvatten medelst indunstning och förbränning.

Det är allmänt känt att volymen hos en gas vid given temperatur minskar vid ökning av trycket. Detta faktum utnyttjas t.ex. i de förgasare, som beskrivs i publikationerna WO-93/02249 och WO-93/09205. Dessa avser emellertid förfaranden för förgasning av organiskt material under reducerande förhållanden och inte en fullständig oxidering av detta material.

Ändamålet med föreliggande uppfinning är sålunda att åstadkomma ett förfarande för rening av avloppsvatten genom koncentrerings och fullständig oxidering av väsentligen allt organiskt material till koldioxid och vattenånga samtidigt som alla skadliga metaller kan enkelt separeras ur den uppstående oorganiska förbränningsresten, vilket förfarande inte kräver volymmässigt stora eller dyra anläggningar.

Uppfinningens väsentliga kännetecken framgår ur bifogade patentkrav.

Enligt uppfinningen utförs samtliga steg under ett väsentligt övertryck, varvid slutindunstningen sker genom att bringa avloppsvattnet i direktkontakt med de heta gaserna från vilka smältan redan separerats medan oxideringen upprätthålls med en gas innehållande huvudsakligen syre i överskott i förhållande till det oxiderbara organiska materialet.

I detta sammanhang avser man med termerna:

- "slutkoncentrat" ett koncentrat vars torrsubstanshalt är så högt att det kan oxideras eller förbrännas under angivna förhållanden utan tillförsel eller åtminstone utan väsentlig tillförsel av extra bränsle.
- 5 - "avloppsvatten" avloppsvatten vars koncentration redan är så hög eller som indunstats till en sådan koncentration att värmeinnehållet i de heta gaserna är tillräcklig för att slutindunsta avloppsvattnet till nämnda slutkoncentrat.

Enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen utförs förfarandet under ett
10 övertryck på minst 100 kPa, lämpligen ca 900-1100 kPa, exempelvis 1000 kPa. Det är alltså väsentligt för uppfinningen att oxideringen sker med en tryckgas innehållande huvudsakligen syre i överskott i förhållande till det oxiderbara organiska materialet. Tryckgasens syrehalt är fördelaktigen minst 60 vol.-%. Lämpligast används i stort sett ren syrgas som dock kan vara kontaminerad med kväve. Förbränningen utförs sålunda fördelaktigen i närvaro av så mycket syre att alla de organiska
15 ämnen oxideras, som finns i ett till lämplig koncentration indunstat vattenhaltigt material, i det följande benämnt koncentrat. Koncentratets slutindunstats till en torrsubstanshalt, som behövs för att tillräcklig reaktionstemperatur på minst 800°C, lämpligen över 900°C, skall kunna upprätthållas i anordningens reaktorkärl. Slutindunstningen sker medelst direkt kontakt med ur reaktorkärl kommande het gas,
20 som samtidigt fångar upp med gasen följande kondenserande ämnen.

Enligt uppfinningen separeras smältan eller den smälta slaggen från de heta gaserna innan dessa bringas i direkt kontakt med koncentratet som skall slutindunstas. Smältan separeras fördelaktigen från de heta gaserna medelst tyngdkraften och/eller cent-
25 rifugalkraft, varefter den heta smälta fasen bringas i kontakt med vatten, varvid tungmetallerna bildar svårlösliga salter + i huvudsak karbonater - vilka kan avskiljas ur den bildade saltlösningen.

Enligt en speciellt föredragen utföringsform av uppfinningen låter man den separerade smältan rinna genom ett trångt passage ned i ett omrört smältförråd dit vatten
30 tillförs i en sådan mängd att därav genererad ånga utesluter väsentligen alla heta gaser därifrån.

Uppfinningen beskrivs härefter närmare med hänvisning till bifogade ritning, som illustrerar en anordning speciellt lämplig för utövande av förfarandet enligt föreliggande uppfinning.

35 I figuren betecknar hänvisningssiffran 1 ett reaktorkärl, i vilket det råder ett övertryck på minst 100 kPa, företrädesvis ca 1000 kPa. Reaktorkärl är inneslutet i ett

tryckkärl 2, i vilket det upprätthålls ett ungefär lika stort tryck som inne i själva reaktorkärlet 1. Över reaktorkärlets 1 vägg råder sålunda ingen väsentlig tryckskillnad. I reaktorkärlet 1 finns en brännare 3, till vilken via rörledningen 12 pumpas det koncentrat, vars organiska beståndsdel skall oxideras. Med kompressorn och därtill
5 hörande rörledning 13 tillförs syrgas till brännaren 3. Antingen ren syrgas eller med t.ex. kvävgas kontaminerad syrgas användes, varvid syrehalten i gasen är minst 60 vol.-%.

I reaktorkärlet 1 upprätthålles en temperatur på minst 800°C, företrädesvis över 900°C, t.ex. ca 1000°C, så att allt oorganiskt material smälter i reaktorn och bildar
10 slagg. En del av slaggpartiklarna träffar reaktorväggen och rinner längs denna nedåt. Den av lämplig metall tillverkade reaktorn kan vara invändigt försedd med eldfast murning eller vara utan dylik murning. I det senare fallet bör reaktorväggen vara effektivt vattenkyld, varvid slagg fastnar på väggen och bildar ett stelnat skikt, som skyddar metallen mot korrosion.

15 Eftersom reaktorkärlets vägg inte skall motstå stora tryckskillnader kan det utformas tämligen fritt. Dess nedre del kan utföras med en hals 4, genom vilken gasen och den smälta slaggen strömmar. Genom lämplig utformning av reaktorns nedre del fås slaggen att i huvudsak rinna längs väggen och sålunda separerad ur gasen till följd
20 av den stora densitetsskillnaden mellan slagg och gas. Detta åstadkommes t.ex. genom att gasen bringas att strömma genom en företrädesvis uppåtriktad kanal 5, medan slaggen rinner genom en nedåtriktad kanal 6, till ett underliggande tryckkärl 14.

Gasen och slaggen separeras vid en temperatur som inte väsentligt skiljer från reaktionstemperaturen inne i reaktorn 1. Den heta gasen leds till en kontaktapparat 7, där avloppsvattnet slutindunstas genom att bringas i direkt kontakt med till apparaten 7
25 via rörledningen 8 pumpat koncentrat, som finfördelas in i kontaktapparaten med dysan 9. I kontaktapparaten 7 sker en intensiv omblandning av gas och koncentrat, varvid huvudparten av med gasen medryckta slaggpartiklar fångas upp av koncentratet. Kontaktapparaten 7 skall vara så effektiv, att gasen kyls till en temperatur som inte väsentligt avviker från koncentratets temperatur vid kontaktapparaten 7 utlopp.
30 De i ångfas varande salterna, som eventuellt följer med gasen till kontaktapparaten 7 kondenserar och fångas delvis upp av koncentratet. Vid gaskylningen frigjörd energi värmer upp koncentratet till kokpunkten vid rådande tryck, samt förångar en del av koncentratets vatten. Denna ånga förenar sig med den nu nedkylda gasen.

Gas- och vätskefas separeras i apparaten 10. Koncentratet, som nu har slutlig koncentration för förbränningen samlas upp i den trycksatta behållaren 11, som tjänar
35 som en bufferttank, i vilka koncentrationsvariationer utjämnas. Från denna tank

pumpas det nu till kokpunkten förvärmda slutkoncentratet till reaktorkärlets 1 brännare 3 via rörledningen 12.

Den smälta slaggen rinner genom kanalen 6 ned i det anslutna tryckkärl 14, till vilket det tillförs vatten via ledningen 15. Vattnet i kärlet 14 sätts i kraftig rörelse, t.ex. med en propelleromrörare 16 i kärlet. Mängden tillfört vatten och dess temperatur avpassas så, att en viss mängd ånga frigörs då slaggen kyls och löser sig i saltlösningen i kärlet 14. Ångan strömmar upp genom kanalen 6 och hindrar het gas att strömma ner i kärlet 14. Denna ångström förenar sig med den heta gasen i kanalen 5. På detta sätt kan man säkerställa att temperaturen i kärlet 14 inte överstiger den från saltlösningen frigjorda ångans temperatur, vilket underlättar materialvalet för tryckkärlet 14.

För att balansera salthalten och volymen av vätskan i kärlet 14 tas en ström saltlösning ut genom rörledningen 17. Saltlösningen innehåller en del svårslösligt material. I regel är saltlösningen alkalisk, emedan en del anjoniskt organiskt material oxiderats bort och motsvarande katjoner i slaggen bundit koldioxid från gasen och bildat karbonater. Ifall så inte är fallet kan man föra in t.ex. natriumkarbonat eller natriumsulfid med inkommande vatten 15. Tungmetaller bildar svårslösliga karbonater och sulfider. Dessa fås sålunda ut i fast fas och kan separeras ur saltlösningen. Detta sker i en apparat, som kan vara t.ex. ett filter 18 eller en centrifug. Vid behov föregås separeringen av en nedkyllning av utkommande saltlösning. Den från tungmetaller renade saltlösningen kommer då ut som strömmen 19, medan kakan 20 med fast material tas ut separat för vidare behandling.

Den kylda avgasen, som kommer ut ur apparaten 10 genom rörledningen 23 består i huvudsak av koldioxid och vattenånga. Dessutom innehåller den en viss mängd syre, som behövs för att upprätthålla oxiderande miljö i alla delar av apparaturen. Gasen i ledningen 23 innehåller också en viss mängd droppar av koncentrat, ifall gas/vätskesepareringen i apparaten 10 inte är fullständig.

Vattenångan i avgasen härrör dels från vatteninnehållet i koncentratet som tillförs brännaren 3, dels från reaktionen mellan det organiska materialets väte och syre, dels från tryckkärlet 14. Vidare tillförs gasen vattenånga vid direktindunstningen av koncentrat i kontaktapparaten 7. Vattenångan i avgasen från ledningen 23 har ett högt partialtryck och därmed en hög kondenseringstemperatur.

Genom att kyla avgasen kan huvudparten av vattenångan kondenseras och tas ut i vätskefas. Detta renar gasen, emedan medtryckta koncentratdroppar separeras ut med kondensatet. Samtidigt minskar avgasens volym väsentligt. I figuren har kondensa-

- tionen av avgasens vattenånginnehåll exemplifierats av värmeväxlarna 21 och 22, till vilka avgasen leds genom rörledningen 23. Kallt vatten pumpas via ledningen 24 genom värmeväxlarna 21, 22, varvid med fördel den visade motströmskopplingen tillämpas. Vattnet värms eller förångas i värmeväxlarna och kommer ut antingen
- 5 som varmvatten eller lågtrycksånga genom rörledningen 25. Det eventuellt svagt kontaminerade kondensatet tas ut genom rörledningen 26. Dess kvalitet avgör om det kan användas som processvatten eller om det skall förenas med det avloppsvatten, från vilket koncentratet härrör för att efter indunstning återkomma till den här beskrivna anläggningen.
- 10 Från värmeväxlaren 22 uttas den nedkylda avgasen genom rörledningen 27. Den har nu som huvudkomponent koldioxid. Därtill innehåller den överskottstyret och möjligen spår av organiska föroreningar. Gasens volym är liten, emedan den fortfarande är vid det förhöjda trycket och den nu är nedkyld. Vid behov kan den ännu ledas genom en absorptionsapparat 28, t.ex. genom en patron med aktivt kol, innan den antingen
- 15 används som ren koldioxid i processen eller leds ut i atmosfären genom utloppet 29.

Exempel

Uppfinningens tillämpning skall visas med ett exempel. I samband med exemplet skall uppfinningens fördelar i jämförelse med dagens teknik påvisas.

- 20 En cellulosafabrik, som producerar 1000 ton blekt massa av barrved per dygn kan anses vara typisk för modern cellulosaindustri. Vid blekningen använder fabriken klorioxid och natronlut som blekkemikalier. Vid blekningsprocessen utlöses ca 20 kg organisk substans per producerad ton massa och samtidigt utlöses ur massan oorganiskt material, som tillsammans med resterna av blekkemikalierna bildar ca 20
- 25 kg salter per ton massa. Huvudparten av saltet är natriumklorid. En del natrium är bundet till organiska syror, som bildats vid blekprocessen. Dessa substanser hamnar i blekeriets avloppsvatten, för vilken en kemisk syreförbrukning, analyserad som COD, på 22 kg per massaton är typisk.
- 30 För att fullständigt oxidera allt organiskt material - inklusive även klorerat organiskt material - bör oxidationen ske med syreöverskott vid ca 1000°C temperatur. Med här beskriven uppfinning kan det ske på följande sätt:

- 35 Avloppsvattnet 8 förutsätts vara förindunstat så att det innehåller ca 35 % torrsubstans. Vid denna torrhalt pumpas den till apparaten 7, i vilken vattenånga avdrivs från koncentratet. Övertrycket i apparaturen antas vara 10 bar. Koncentratet i för-

rådkärlet 11 får då temperaturen 180°C och har en torrhalt på ca 42 %. Denna torrhalt - varav hälften av materialet utgörs av oxiderbart organiskt material och resterande del av oorganiska substanser - är tillräcklig för att en reaktionstemperatur i reaktorkärlet 1 vid 1000°C skall råda, då oxidationen sker med rent syre. Ett syreöverskott på 3 % antas användas i reaktorn.

För oxideringen tillförs reaktorn 0,253 kg/s syrgas 13. Av reaktionsprodukterna blir 0,258 kg/s som oorganisk smälta och 1,090 kg/s kommer ut som gas bestående av koldioxid, vattenånga och restsyre. Vid 1000°C och 10 bar övertryck är volymflödet gas 0,515 m^3/s genom reaktorutloppet 4. Med en gashastighet av 10 m/s är sålunda strömningstvårean 5,15 dm^2 , motsvarande ett rör med inre diametern ca 250 mm.

Flödet av smälta genom reaktorutloppet 4 är ca 0,215 dm^3/s . Vid en strömningshastighet av 1 m/s upptar smältan strömningstvårean ca 0,02 dm^2 , vilket sålunda är under 1 % av gasens strömningstvårean. Gasens densitet är vid det tillstånd ca 2,11 kg/m^3 , medan den flytande slaggens densitet är ca 1200 kg/m^3 . En separering av slaggen från gasen är därför lätt att åstadkomma.

Ifall en saltkoncentration av ca 35 % upprätthålles i lösartanken 14 behöver 0,92 kg/s vatten tillföras genom rörledningen 15. Av det tillförda vattnet förångas ca 0,17 kg/s då den heta slaggen blandas och löses i vattnet. Vid övertrycket 10 bar får ångan temperaturen ca 180°C och ångans volymström blir 0,038 m^3/s . Väljes inre diametern på halsen 6 lika med 100 mm får ångans strömningshastighet i halsen ca 5 m/s. Dimensioneras lösartanken med 15 min uppehållstid för saltlösningen krävs en vätskevolym av 675 liter i tanken 14.

Efter direktindunstningen i apparaten 10 innehåller avgasen till värmeväxlaren 21 ca 0,355 kg/s koldioxid, 0,0075 kg/s syrgas och 1,151 kg/s vattenånga. Totala volymströmmen gas vid övertrycket 10 bar och temperaturen 180°C är 0,272 m^3/s . Väljes inre diametern på rörledningen 200 mm fås gasens strömningshastighet ca 8,5 m/s. Ångans partialtryck i gasen är högt, ca 886 kPa, vilket gör det enkelt att kondensera bort en väsentlig del av vattenångan ur avgasen 23. Kyles gasen till 100°C kondenserar över 98 % av ångan och avgasen är därefter totalt ca 0,380 kg/s. Avgasströmmen vid 10 bar övertryck är ca 20 dm^3/s , och kan transporteras genom en rörledning med inre diametern 80 mm.

Enligt dagens teknik skulle koncentratet destrueras i en atmosfärisk incinerator med luft som syrekälla. Det är sannolikt att avloppsvattnets torrsbstanshalt skulle höjas till över 35 %, som enligt ovan anförda exempel skulle vara behövligt enligt här beskriven uppfinning. Här antas som ett exempel, att koncentratet indunstas till en

torrhalt av 50 % innan det pumpas till incineratorn. En förbränningstemperatur på 1000°C kräver stödbränsle i incineratorn. Det behövs ca 0,6 kg olja per kg torrsustans koncentrat. Då gaserna är vid atmosfärstryck kan inte vattenånga kondenseras ut ur avgasen vid en temperatur över 100°C. Ifall inte stora mängder lågvärdigt varmvatten produceras kommer all vattenånga att ledas ut med avgaserna. I följande tabell har detta antagits vara fallet.

I tabellen har samlats jämförande data för en oxidering av koncentratet enligt nu beskrivna uppfinning och enligt dagens teknik. Siffrorna hänför sig till den i exemplet beskrivna avloppsströmmen från blekeriet.

10 Jämförelse av uppfinningen med teknikens ståndpunkt

		Uppfinningen	Teknikens ståndpunkt
	Torrsubstans (ts) in %	35,0	50,0
	Ts till oxidering %	42,3	50,0
	Syreförbrukning kg/h	912	-
15	Oljeförbrukning kg/h	-	995
	Reaktortemperatur °C	1000	1000
	Upphållstid i reakt. s	2	2
	Reaktorvolym m ³	1,0	23,2
	Avgastemperatur °C	100	100
20	Avgasvolym ut m ³ /h	72	25 400

Man finner att koncentratet kan oxideras vid en lägre inkommande torrhalt. Oxideringen sker med syrgas, som inte används enligt dagens teknik. Däremot kräver den nya tekniken inget stödbränsle, vilket dagens teknik gör. Man finner att mängden syrgas och mängden brännolja är ungefär lika stora. Då syrgasens pris per kg är ungefär hälften av brännoljans pris, inses att den nya tekniken kommer att ha väsentligen reducerade driftkostnader.

Att apparaturen kommer att ha en väsentligt mindre volym inses t.ex. vid jämförelse av reaktorvolymerna. Enligt uppfinningen behövs en reaktorvolym, som är under 5 % av brännkammavolymen enligt dagens teknik. Även skillanden mellan avgasvolymerna är stor, vilket återspeglas i storleken på gasens transport- och reningsapparat.

Patentkrav

1. Förfarande för huvudsakligen fullständig oxidation av koncentrerat avloppsvatten innehållande oxiderbart organiskt material, **kännetecknat** av en kombination av följande steg, vilka samtliga utförs under ett väsentligt övertryck:
 - 5 (a) det koncentrerade avloppsvattnet (8) bringas i direktkontakt (7) med heta gaser (5) för uppvärmning och indunstning av det koncentrerade avloppsvattnet till ett slutkoncentrat (11) lämpligt för oxidation utan tilläggsbränsle och med en temperatur nära dess kokpunkt,
 - 10 (b) slutkoncentratet (11) oxideras (1) huvudsakligen fullständigt med en gas (13) innehållande huvudsakligen syre i överskott i förhållande till det oxiderbara organiska materialet och vid en temperatur på minst ca 800°C för erhållande av en suspension av de heta gaserna (5) och en smälta (6),
 - (c) smältan separeras (6) från de heta gaserna i suspensionen, vilka heta gaser leds till steg (a), och
 - 15 (d) smältan (6) upplöses (14) i vatten (15).
2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att förfarandet utförs under ett övertryck på minst 100 kPa, företrädesvis ca. 900-1100 kPa.
- 20 3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** av att oxideringen (1) upprätthålls med en gas innehållande minst ca. 60 vol.-% syre, fördelaktigen med i stort sett ren syrgas.
4. Förfarande enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att smältan
25 (6) separeras från de heta gaserna (5) medelst tyngdkraften och/eller centrifugalkraft.
5. Förfarande enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att den separerade smältan (6) får rinna genom ett trångt passage ned i ett omrört (16) smältförråd (14) dit vatten (15) tillförs i en sådan mängd att därav genererad ånga utsluter väsentligen alla heta gaser (5) därifrån.
30
6. Förfarande enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att smältan (6) upplöses i vatten (15), som innehåller löst karbonat eller sulfid i en mängd tillräcklig för bildande av svårslösliga karbonater och sulfider med samtliga tungmetaller i smältan.
35
7. Förfarande enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av att de svårslösliga substanserna, däribland tungmetallernas karbonater och eventuella sulfider separeras ur lösningen (17), företrädesvis genom filtrering eller centrifugering (18).

8. Förfarande enligt patentkrav 2 och 3, **kännetecknat** av att de kylda gaserna (23) från direktkontakten (10) med avloppsvattnet (8) kyles (21, 22) till en temperatur företrädesvis under 100°C för att avlägsna vattenånga ur gasen (27) och för att väsentligt minska på dess volym.

5

9. Förfarande enligt patentkrav 8, **kännetecknat** av att gasen (27) efter kylning (21) och eventuell efterkylning (22) leds genom en adsorptionszon (28), i vilken eventuella rester av organiskt material adsorberas ur avgasen (29), företrädesvis medelst aktivt kol.

10

10. Förfarande enligt patentkrav 8, **kännetecknat** av att kondensatet (26) som kommer från kylningen (21) och eventuellt efterkylningen (22) återförenas med det blekeriavlopp som indunstas och efter indunstningen bildar inkommande avloppsvatten (8).

15

11. Förfarande enligt något föregående patentkrav, **kännetecknat** av att syrgasen (13) som används för oxideringen kommer som en restgas från någon annan del av processen, t.ex. från ett ozonsteg i cellulosafabrikens blekeri.

20 Patenttivaatimukset

1. Menetelmä hapetettavaa orgaanista ainetta sisältävän konsentroidun jäteveden pääasiallisesti täydelliseksi hapettamiseksi, **tunnettu** seuraavien vaiheiden yhdistelmästä, jotka kaikki suoritetaan olennaisessa ylipaineessa:

25 (a) konsentroitua jätevesiä (8) saatetaan suoraan kosketukseen (7) kuumien kaasujen (5) kanssa konsentroidun jäteveden kuumentamiseksi ja haihduttamiseksi loppukonsentraatiksi (11), joka soveltuu hapetettavaksi ilman lisäpolttoainetta ja jonka lämpötila on lähellä sen kiehumispistettä,

30 (b) loppukonsentraatti (11) hapetetaan (1) pääasiallisesti täydellisesti kaasulla (13), joka sisältää pääasiallisesti happea ylimäärin hapetettavaan orgaaniseen aineeseen nähden ja lämpötilassa vähintään noin 800°C kuumien kaasujen (5) ja sulan (6) suspension aikaansaamiseksi,

(c) sula erotetaan (6) suspensiossa olevista kuumista kaasuista, jotka johdetaan vaiheeseen (a), ja

(d) sula (6) liuotetaan (14) veteen (15).

35 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmä suoritetaan ainakin 100 kPa:n ylipaineessa, edullisesti noin 900-1100 kPa:ssa.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että hapetusta (1) ylläpidetään kaasulla, joka sisältää ainakin noin 60 tilavuus-% happea, edullisesti käytännöllisesti katsoen puhtaalla happikaasulla.
- 5 4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sula (6) erotetaan kuumista kaasuista (5) painovoiman ja/tai keskipakovoiman avulla.
5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että erotettu sula (6) saa valua ahtaan väylän läpi alas sekoitettuun (16) sulavarastoon
10 (14), johon syötetään vettä (15) niin paljon, että siitä kehittynyt höyry sulkee olennaisesti kaikki kuumat kaasut (5) pois.
6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että sula (6) liuotetaan veteen (15), joka sisältää liuennutta karbonaattia tai sulfidia niin
15 paljon, että se riittää muodostamaan vaikeasti liukoisia karbonaatteja ja sulfideja kaikkien sulassa olevien raskasmetallien kanssa.
7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaikeasti liukoiset aineet, mukaan luettuna raskasmetallien karbonaatit ja mahdolliset sulfidit,
20 erotetaan liuksesta (17), edullisesti suodattamalla tai sentrifugoimalla (18).
8. Patenttivaatimuksen 2 ja 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jäähdytyt kaasut (23) suorakosketuksesta (10) jäteveden (8) kanssa jäähdytetään (21, 22) lämpötilaan edullisesti alle 100°C vesihöyryn poistamiseksi kaasusta (27) ja sen ti-
25 lavuuden vähentämiseksi oleellisesti.
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kaasu (27) jäähdytyksen (21) ja mahdollisen jälkijäähdytyksen (22) jälkeen johdetaan adsorptiovyöhykkeen (28) läpi, jossa orgaanisen aineen mahdolliset tähteet adsorboidaan
30 poistokaasusta (29), edullisesti aktiivihiilellä.
10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jäähdytyksestä (21) ja mahdollisesta jälkijäähdytyksestä (22) tuleva kondensaatti (26) yhdistetään sen valkaisujäteveden kanssa, jota haihdutetaan ja joka haihdutuksen jälkeen muo-
35 dostaa sisääntulevan jäteveden (8).
11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että hapetukseen käytetty happikaasu (13) tulee jätekaasuna prosessin muusta osasta, esimerkiksi selluloosatehtaan valkaisimon otsonivaiheesta.

