NORGE
[NO]

STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

[B] (11) **UTLEGNINGSSKRIFT** Nr. 137780

(51) Int. Cl.² C 02 B 1/38

(21) Patentsøknad nr. 4431/72
(22) Inngitt 01.12.72
(23) Løpedag 01.12.72

(41) Alment tilgjengelig fra 05.06.73
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 16.01.78

(30) Prioritet begjært 03.12.71, USA, nr. 204503

(54) Oppfinnelsens benevnelse

# Fremgangsmåte og apparatur for behandling av vann med oksyderende gass.

(71)(73) Søker/Patenthaver
UNION CARBIDE CORPORATION,
270 Park Avenue, New York, NY 10017,
USA.

(72) Oppfinner
HANJU LEE, Columbia, MD,
HARVEY MILTON ROSEN, Greenbelt, MD,
USA.

(74) Fullmektig
A/S Oslo Patentkontor Dr. ing. K. O. Berg, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner
US patent nr.3448045 (210-63)

137780

Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte av den art som er angitt i krav 1's ingress, samt apparat som angitt i krav 8's ingress.

Ozon og oksygen har funnet utstrakt anvendelse som rense- og desinfiseringsmidler. De har blitt anvendt for å bleke, desinfisere og klare drikkevann, spre organiske stoffer i industrielt flytende avfall før avhending og ved behandling av kommunalt avfallsvann for å minske TOC- (den totale mengden organisk karbon) innholdet og COD (kjemisk oksygenbehov). Det er ingen

tvil om at oksygen og spesielt ozon er meget effektive midler for anvendelse i enhver av disse prosesser. Hvor effektive de enn er så må de likevel kunne konkurrere kostnadsmessig med andre materialer og fremgangsmåter. Ytterligere beskrivelse i denne ansökning vil vedröre avlöpsvann-behandling, men man bör imidlertid ha klart for seg at systemet også kan anvendes i kombinasjon med stort sett enhver rense-, desinfiserings- eller blekings-prosess, og da uansett om denne er kommunal eller industriell.

Et spesielt problem ved avfallsvannbehandling er knyttet til TOC (total mengde organisk karbon) og COD (kjemisk oksygenbehov) i behandlings-anleggets avlöps-ström. Strömmens COD bör være så lav som mulig. Ozon og oksygen senker effektivt COD- og TOC-innholdet i avlöpet fra avfallsvann-behandlings-anlegg. De fjerner lukt og farge fra vannet og ödelegger patogene organismer. Resterende ozon vil nedbrytes temmelig hurtig, da det har en halveringstid på ca. 20 minutter i vann og forårsaker dermed ikke noen problemer. Tertiær avfallsbehandling som anvender ozon oppviser den potensielt ökende avfallsvann-behandlings-tiden, mens betydelig ökning av COD og TOC-innholdet såvel som ödeleggelse av resterende bakterier finner sted. Sekundær avfallsbehandling utföres mer effektivt ved anvendelse av oksygen i stedet for ozon, hvilket er et hardere oksydasjonsmiddel og som har en tendens til å ödelegge bakteriekolonier som er nødvendige for effektiv sekundær-behandling. Ozonholdig gass kan imidlertid fra tid til annen anvendes ved sekundær-behandling.

Tidligere utgitt litteratur på området, og da med hensyn til nærværende fremgangsmåte, er best anskueliggjort i tekniske publikasjoner fra "United States Department of Interior" og forskjellige litteraturartikler. "Repast No. TWRC-4 (PB187758), Ozone Treatment of Secondary Effluents From Wastewater Treatment Plants", er illustrerende for tilgjengelig litteratur fra "Department of Interior Report". Den illustrerende litteraturartikkel forekommer i skriftet "Practical Aspects of Water and Waste Water Treatment By Ozone" av E.W.J. Diaper, som ble presentert på den 162. "National Meeting of the American Chemical

Society" i Washington, D.C. Annet tidligere kjent materiale utgjøres av studier som er utført av "The Blue Plains Wastewater Treatment Plant" in Washington, D.C. Disse studier har bestått av oksygen-ozon-behandling av avfallsvann ifølge den lukkede kretsløp-typen, men da ved anvendelse av flytende eller komprimert oksygen som utgangsoksygen-kilde. Nærværende system representerer en betydelig forbedring i forhold til tidligere kjente systemer, og forbedringen fås spesielt ved å intergrere en flertrinns, selektiv absorpsjonsfraksjonator for nitrogen, i det etterfølgende betegnet med "nitrogenfraksjonator", i det lukkede kretsløp.

Nitrogenfraksjonatoren gir to betydningsfulle og forskjellige fordeler når den anordnes i et lukket kretsløpsystem. For det første så får man en effektiv metode med hensyn til å fjerne en del eller all nitrogen fra luft, slik at man får en oksygenanriket luftstrøm med et oksygeninnhold på fra 30 - 95% oksygen. Luftkomponenten som vanligvis ikke fjernes i nitrogenfraksjonering er argon som forekommer i en mengde på ca. 4 til 5% i en 95%'ig oksygenstrøm. Denne absorpsjonsteknikken gir på stedet en kontinuerlig fremstilling av det nødvendige oksygen under anvendelse av omgivelsesluften som råmateriale. Dette eliminerer behovet for store kryogene lagringstanker, som igjen er avhengig av transport. Prisen på oksygen pr. kg er også mindre enn når en komprimert eller kryogen oksygenkilde anvendes.

Den andre og sannsynligvis den mest betydningsfulle fordelen ved anvendelse av en i systemet integrert nitrogenfraksjonator er at resyklert oksygen-anriket luft vil inneholde mindre nitrogen efter å ha vært i kontakt med avfallsvannet. Avfallsvann vil inneholde oppløst nitrogen på grunn av partialtrykket til nitrogen i atmosfæren, såvel som på grunn av dannelsen fra nedbrytningen av avfallet. I et lukket kretssystem vil denne nitrogen ha en tendens til å byggesopp til et likevektsnivå, og som vil være omtrent det samme som i atmosfæren utenfor det lukkede kretsløpet. For å unngå denne nitrogen-nivåoppbygning i et lukket kretsløp, så krever systemer som anvender komprimert eller kryogent oksygen som oksygenkilde at alt avfallsvann før behandlingen må gjennomgå en omhyggelig avgassingsteknikk. Dette krever et stort avgassingskammer,

vakuumpumpe med höy kapasitet og en avfallsvann-pumpe som ikke kreves når man anvender en nitrogenfraksjonator, som anvendt ifølge nærværende system, tjener den dobbeltvirkende funksjon ved å gi et system som er mindre komplisert med hensyn til utstyr og drift, og som er billigere med hensyn til kapitalinvestering og drift. Systemet gir det önskede oksygen, hvorved samtidig nitrogenet holdes på et lavt nivå. Systemet ifölge nærværende oppfinnelse krever ikke noe avgassings-trinn eller utrustning.

Ifölge et aspekt ved nærværende oppfinnelse er det fremskaffet en fremgangsmåte for behandling av vann, ved å anvende en oksyderende gass. Prosessen omfatter å la en gass-ström, som inneholder i det minste oksygen og nitrogen, såsom luft, passere gjennom en nitrogenfraksjonator, hvor nitrogen selektivt fjernes for derved å fremstille en oksygenanriket gass; å la den oksygenanrikede gassen gå videre til en ozonisator for å danne en oksygenanriket gass som inneholder fra 1 - 7 vekts-% ozon; å la den ozonholdige oksygenanrikete gassen gå videre til i det minste en kontaktsone; å la det vann som skal behandles gå videre til kontaktsonen; å la vannet komme i kontakt med ozonholdig oksygenanriket gass og derved behandle vannet; å fjerne det behandlede vann fra kontaktsonen; og å la overskudd av oksygenanriket gass, som er utarmet i det minste delvis på ozon og oksygen, gå videre fra kontaktsonen, slik som angitt i krav 1's karakteriserende del.

Ifölge et annet aspekt av nærværende oppfinnelse er det fremskaffet apparatur for behandling av vann, ved å anvende en oksyderende gass. En slik apparatur eller et slikt anlegg består av en nitrogenfraksjonator for fjerning av nitrogen fra en gass-strøm som inneholder i det minste oksygen og nitrogen, og hvorved man fremstiller en oksygenanriket gass, en ozonisator, en rörledning slik at oksygenanriket gass kan strömme fra nitrogenfraksjonatoren til ozonisatoren, en første kontakt-sone i hvilken vann, som skal behandles, kan bringes i kontakt med en ozonholdig oksygenanriket gass, en rörledning for tilförsel av ozonholdig oksygenanriket gass fra ozonisatoren til kontaktsonen,

og en rørledning for fjerning av en gass som i det minste delvis er utarmet på ozon og oksygen fra kontakt-sonen, slik som angitt i krav 8's karakteriserende del.

Illustrerende utförelsesformer av oppfinnelsen skal i det följende beskrives under henvisning til vedlagte tegninger, hvor:

fig. 1 er en skjematisk fremstilling av ozonbehandlings-systemet av lukket kretslöp-type, og som inneholder et kontaktor-trinn;

fig. 2 er en skjematisk fremstilling av det lukkede kretslöp-systemet, hvor man har to kontaktor-trinn som anvender ozon og/eller oksygen som mategass.

I nærværende beskrivelse vil det som strömmer ut av nitrogenfraksjonatoren benevnes oksygenanriket gass. Dette uttrykk er det samme som oksygenanriket luft.

Under henvisning til fig. 1 vises det et system som omfatter en nitrogenfraksjonator, og som er plassert foran en ozonisator, og som derefter forener resyklert oksygenanriket gass med luft. Nærmere bestemt blir frisk luft og resyklert oksygenanriket gass blandet i ledning 1. Denne blanding passerer gjennom en kompressor 2, som öker denne gassens trykk til ca. 1,75 til 10,55 kg/cm$^2$. Denne gassblanding strömmer derefter via en ledning 3 til en kjöler 4. Kondensert vann og gassblandingen strömmer via en ledning 5 til en separator 6 hvor vannet fjernes gjennom en ledning 7. Gassblandingen som nå har et höyere trykk og som er ganske ren strömmer gjennom en ledning 8 til en nitrogenfraksjonator 11. Nitrogen-fraksjonatoren, som vises innenfor det stiplede omrisset i fig. 1, omfatter i det minste to absorberende lag som betegnes med 9 og 10. Gassblandingen kommer gjennom rör-ledning 8 til ett av de absorberende lagene 9 og 10 gjennom ledningen 12 eller 13. To absorbsjonslag vises her utelukkende for enkelthets skyld. En anordning med tre absorpsjonslag anvendes ofte, og fire eller flere absorpsjonsenheter har visse fordeler.

Meningen med nitrogenfraksjoneringen er som angitt at absorpsjonsmidlene har en större selektivitet for i det minste en komponent i en blanding. Når det gjelder gass-fraksjonering, så anvendes krystallinske aluminiumsilikat-zeolitter som absorpsjonsmiddel. Disse zeolitter absorberer selektivt nitrogen fra en luftström, hvorved oksygen får passere gjennom absorpsjonslaget. Ved å anvende to eller flere absorpsjonslag, kan i det minste et lag være innkoblet i oksygenproduksjonen mens ett eller flere lag blir regenerert, dvs. at nitrogen drives ut. Efter fullfört regenerering blir derefter absorpsjonslaget innkoblet i absorberingen for selektivt å absorbere nitrogen og for å produsere en oksygenanriket gass-ström. Derefter ved selektivt å koble om absorpsjonslagene fra en absorpsjonsfase til en regenereringsfase osv. kan man fremstille en kontinuerlig oksygenanriket gass-ström. Nitrogen som fjernes fra absorpsjons-laget ved regenerering kan ledes ut til atmosfæren. U.S. patenter nr. 3.564,816, 3.237.377, 3.086.339, 3.102.013, 3.636.679, 3.104.162, 3.138.439, 3.252.268, 3.142.547 og 2.944.627 illustrerer nitrogenfraksjonatorer som er nyttige ved anvendelse av nærværende system.

En oksygenanriket gass strömmer ut fra nitrogenfraksjonatoren gjennom ledning 16. Denne gass har en sammensetning på fra ca. 30 til 95% oksygen, og resten er argon og andre rest-komponenter i luft. Som et eksempel kan nevnes at når denne gass består av 95% oksygen så er restkomponenten argon. Når den anrikede gass inneholder fra 40 til 80% oksygen så vil det forekomme betydelige mengder argon og nitrogen såvel som mindre mengder andre gasser. Fortrinnsvis inneholder den oksygenanrikede gass ca. 60 til 90% oksygen. Det zeolittholdige absorpsjonsmidlet i absorpsjonssystemet vil også fjerne eventuelt forekommende vanndamp og karbondioksyd fra den tilförte gassen.

Fra ledning 16 fremkommer den oksygenanrikede gassen til ozonisator 17. Denne kan være en ozonisator som anvender rörformede elektroder eller en som anvender flate elektroder. Begge typer virker på samme måte. Den oksygenanrikede gassen föres mellom parvis anordnede elektroder med höyt potensial og elektroder med

lavt potensial, og som er skjermet med et isolasjonsmateriale. Elektrodespalten er vanligvis ca. 1 - 3 millimeter. Glim-utladningen som holdes i denne spalte produserer ozon. Avhengig av oksygeninnholdet i den anrikede gass vil ozoninnholdet ligge i området fra 1 til 7 vekts-%. Anvendbare ozongeneratorer fremstilles av "Welsbach Corporation", Philadelphia, Pa., og "The Ozonator Corporation", Batavia, New York. Foretrukkede ozon-generatorer er de med forbedret form og som beskrives i italiensk patent nr. 869.360. Slike ozongeneratorer oppviser en lav driftsomkostning.

Den oksygenanrikede gassen som inneholder ozon strömmer derefter gjennom ledninger 18 og 19 til en gass-vann-kontaktor 20, hvilken utgjör en kontakt-sone. Vann som skal behandles pumpes ved hjelp av en pumpe 21 gjennom ledningene 22 og 23 og inn i kontaktorsonen 20, hvor vannet kommer i god kontakt med oksygen-anriket gass som inneholder ozon. Denne kontaktor kan være av en kontinuerlig motströmstype eller medströmstype med ett eller flere kammere eller av kolonnetype, eller kontaktoren kan være av satsvis type med stor eller liten kapasitet. Kontaktoren kan også være en kombinasjon av de nevnte typer. Den ozonholdige oksygenanrikede gassen spröytes inn i vannet ved hjelp av en anordning for å oppnå maksimal utveksling av oksygen og ozon i vannet. Nevnte anordning er ikke kritisk og i virkeligheten kan ethvert effektivt system når det gjelder gass-vann-kontakt anvendes. I de fleste tilfeller vil andre krav til anlegget bestemme den kontaktortype som skal anvendes.

Renset vann strömmer ut av kontaktorkammeret gjennom en ledning 24. En resyklert gass, som er sammensatt av en partielt oksygen-anriket gass som nå inneholder en ökt nitrogenmengde på grunn av den partielle utarmingen av oksygen og på grunn av overför-ingen av opplöst nitrogen fra det behandlede vannet, forlater kontaktorkammeret gjennom en ledning 25. Denne gass kan eventu-elt passere gjennom en oppvarmer 26 for å nedbryte eventuelt forekommende rest ozon. Derefter strömmer den resyklerte gassen ved hjelp av en ledning 27 til ledning 1 for å bli blandet med luft i ledning 1 og for å gjenta syklusen.

Fig. 2 viser en modifisert form av systemet som er vist i fig. 1. I fig. 2 vises en ytterligere kontaktor i det lukkede kretslöpsystemet, hvorved trinn II's kontaktorer 30 er sekundære behandlingskontaktorer for avlöpsvann og trinn I's kontaktorer 20 er tertiære behandlingskontaktorer. Det innkommende avfallsmaterialet er avlöp fra et primært avfallsbehandlingstrinn og pumpes ved hjelp av en pumpe 21 gjennom en ledning 22 til kontaktorer 30. Disse kontaktorer er av lignende type som kontaktorene 20. Efter god kontakt strömmer avlöpsvann fra kontaktorer 30 gjennom ledning 31 til en separator 32, hvor eventuelt forekommende fast slammateriale i avlöpsströmmen utskilles og returneres gjennom en ledning 34 til kontaktorer 30. Separator 32 er spesielt nödvendig når aktivslam fremstilles i kontaktorer 30. Avlöpsvann strömmer fra separator 32 gjennom ledningene 33 og 23 til kontaktorer 20 for tertiær behandling, som i hovedsak består av en desinfisering av vannet. Ozon-holdig og oksygenanriket gass strømmer gjennom ledningene 18 og 19 og ventil 29 til kontaktorer 20. Kontakten mellom det bakteriemettede innkommende vannet med ozon vil oksydativt ödelegge bakteriene, hvorved man også får en oksydativ ödeleggelse av gjenværende organiske stoffer hvorav noen er ansvarlige for en viss farge på vannet som innkommer til kontaktorene 20. Behandlet vann strömmer ut ved 24, og i det minste en partielt ozon-utarmet og oksygenrik gass strömmer ut ved 25 for å passere gjennom oppvarmer 26 som eventuelt dekompanerer eventuelt forekommende restozon. Denne gass blir derefter ved hjelp av ventil 35 og ledning 36 ledet til kontaktorene 30. Ytterligere oksygen tilföres til gassen gjennom ledning 16 og ventil 35, og den oksygenanrikede gass kommer direkte fra nitrogenfraksjonatoren 11. Noe ytterligere oksygen vil vanligvis måtte tilsettes til gass-strömmen som går inn i kontaktorene 30. Denne oksygenanrikede gass får komme i god kontakt med avfallsvæske-blandingen i kontaktorene 30, slik at den avgående gass i alt vesentlig er uttömt på oksygen. Avhengig av oksygeninnholdet i avgassen fra kontaktorene 30, så blir denne gass enten utluftet ved 34 eller resyklert ved hjelp av ledningene 38 og 27 og ventil 37 til inngående luft ved 1.

Denne fremgangsmåte er i hovedsak en motstrømsprosess for avfallsvann-materialet som skal behandles og den oksyderende behandlingsgassen. Et kraftig oksydasjonsmiddel, såsom ozon, er nödvendig for effektiv tertiær behandling. Imidlertid vil ved en sekundær avfallsbehandling, som vanligvis består av en aktivert slam-teknikk, et sterkt oksydasjonsmiddel, såsom ozon, ödelegge bakteriene hvilke er nödvendige for å få en effektiv sekundær avfallsbehandlings-prosess. Ozon anvendes hovedsakelig for den endelige desinfiseringsbehandlingen (tertiær). Hvis imidlertid bare en oksydativ reaksjonsprosess (ikke-bakteriell) utföres i kontaktorene 30, kan ozonholdig, oksygenanriket gass også anvendes. I dette tilfelle vil ozonnedbrytningsoppvarmer 26 bli tömt, og ozon-holdig gass strömmer fra kontaktorene 20 og/eller ozonholdig oksygenanriket gass strömmer direkte fra ozonisatoren.

Ifölge en annen utförelsesform for anvendelse av systemet ifölge fig. 2 strömmer en oksygenanriket gass fra nitrogenfraksjonatoren gjennom ledningene 16 og 36 og ventil 3 til kontaktorene 30 samtidig med at ozonholdig oksygenanriket gass strömmer til kontaktorene 20. Efter god kontakt strömmer avgassen fra kontaktor 30 ved hjelp av ledningene 38 og 27 og ventil 37 til tilfört luft ved 1. Utgående gass fra kontaktorer 20 vil ifölge denne utförelsesform strömme gjennom ledning 25 til oppvarmer 26 for å ödelegge eventuelt forekommende restozon, hvorefter gassen strömmer gjennom ledningene 39 og 27 og ventil 37 til tilfört luft ved 1. Ifölge denne utförelsesform har man ingen strömning av oksygenanriket gass fra kontaktorer 20 til kontaktorer 30.

Hvis nödvendig, kan i systemet fra fig. 2 en oksygenanriket gass strömme til kontaktorer 20 uten å passere gjennom ozonisatoren. Denne oksygen-anrikede gass strömmer til kontaktor 20 gjennom ledningene 28 og 19 og via ventil 29. Dette karakteristiske trekk ved prosessen muliggjöre en oksygenanrikning av ozonholdig gass, hvilket er fordelaktig når den utgående gassen fra kontaktorer 20 skal strömme til kontaktorer 30 og når ozonisatoren er ute av drift. Videre er det ønskelig å anordne en ventil mellom ledning 16 og ozonisatoren

for å forhindre luft fra fraksjonatoren å strømme til ozonisatoren.

Strömningsmengden når det gjelder avlöpsvann og oksygenanriket gass til kontaktorene 30 og urent vann og ozonholdig oksygenanriket gass til kontaktorene 20 vil avhenge av forurensningsgraden i disse avfallsströmmer, innholdet av ozon og/eller oksygen i gass-strömmene, og av effektiviteten til oksygen- og ozonkontakt-apparaturen. Når det gjelder kommunalt avfallsbehandlings-anlegg kreves vanligvis ca. 0,25 til 1 tonn oksygen pr. 4500 $m^3$ avfallsvann som skal behandles. Dette gjelder for den sekundære oksygen-avfallsvann-behandlingen og den tertiære oksygen-ozon-behandlingen. Mengden oksygenanriket gass behöver man i denne prosess ikke å regulere så nöyaktig da overskudd av oksygenanriket gass resykleres for ny anvendelse. De fleste systemer som anvender oksygen utlufter den utgående gassen til atmosfæren, hvorved man mister verdifullt prosessmateriale. Av denne grunn foretrekkes det å anvende ca. 10 til 50% overskudd av oksygen i forhold til de totale biologiske og kjemiske oksygenbehovene. Anvendelsen av overskudd av oksygen vil også öke oksygeninnholdet i det behandlede vannet som utströmmer fra systemet og som økologisk sett er gunstig. Når industrielle avfall skal behandles så kan den önskede mengde oksygen i forhold til avfallsmaterialet, som skal behandles, lett beregnes ved analyse av avfallsströmmen.

De lukkede kretslöpsystemene ifölge fig. 1 eller fig. 2 kan kontinuerlig gjentas da nitrogenfraksjonatoren kontinuerlig bestemmer nitrogengass-nivået i systemet. Nitrogennivået i det lukkede kretslöp-systemet kan holdes konstant uansett det opplöste nitrogeninnholdet i vannet som blir gjenstand for behandling eller nitrogenmengden som frigjöres under behandlingen. Kort sagt så reguleres nitrogennivået automatisk og dette er et karakteristisk trekk ved systemet. Avhengig av reguleringen av nitrogenfraksjonatoren så kan mengden av fjernet nitrogen ligge i området fra ca. 10% til i alt vesentlig fullstendig fjerning.

Når det gjelder detaljer vedrörende denne nitrogenfraksjonatoren så beskrives foretrukne apparater i U.S. patent nr. 3.086.339 og 3.142.547. Disse patenter beskriver forbedringer av apparatet som beskrives i U.S. nr. 2.944.627. Nitrogenabsorpsjonen omfattes i hovedsak av to faser, nemlig absorpsjonsfasen og regenereringsfasen. Absorpsjonsfasen kan optimaliseres ved å holde temperaturen i laget ved ca. omgivelsestemperatur eller under denne og ved å la kolonnen nærme seg gjennombrytningspunktet för man kobler om. Gjennombrytningspunktet er det punkt hvor absorpsjonsmidlet er helt mettet. Dette er den vesentlige driftsteknikk når det gjelder å optimalisere absorpsjonsfasen. Det finnes imidlertid mange forskjellige metoder som kan anvendes for å optimalisere regenereringsfasen. Regenereringen betyr fjerning av den absorberte komponenten fra absorpsjonslaget. Arbeidstrinn som utföres under regenereringen er trykksenkning av absorpsjonslaget til atmosfærisk trykk eller under dette og gjennomströmning av en spylegass gjennom absorpsjonslaget. Hvis man önsker kan laget også oppvarmes. U.S. patent nr. 2.944.627 beskriver det karakteristiske trekk som består i å anvende en del av produktgassen fra laget ved regenereringen. Denne produktgass kan strömme direkte fra absorpsjonslaget til absorpsjonsfasen eller fra en spyletank. I U.S. patent nr. 3.142.547 beskrives en metode hvorved man anvender trykksenknings-gass for å få en effektiv vaske- eller spyle-gass. Trykksenkningsgass har et höyere oksygeninnhold enn den tilförte gass og vil som sådan utgjöre et godt rensemiddel. Ved å anvende trykksenkningsgassen sammen med produktgassen som rensegass gjöres trykk-svinge-systemet mer ökonomisk. U.S. patent nr. 3.086.339 beskriver et tre absorpsjonslag-system som anvender en trykksenkningsgass-rensing og en produktgassrensing. Et slikt system vil produsere oksygenanriket gass i ganske store volum-mengder. Ifölge en ytterligere utvikling er et to absorpsjonslag-enkelt tanksystem som anvender en dobbeltsekvenset lagtrykk-utjevningsteknikk meget effektiv når det gjelder å spare på produkt-gass.

Absorpsjonsmidlet som anvendes i absorpsjonslagene i denne trykk-svinge-apparatur har vanligvis en syntetisk zeolitt, såsom "Zeolite A", "Zeolite X" eller "Zeolite Y" som er utvekslet med

kalium, jordalkaliioner, sjeldne jordmetallioner, transisjons-metallioner eller blandinger av disse ioner; eller en naturlig forekommende zeolitt, såsom erionitt, mordenitt, chabazitt, gmelinitt, heulanditt eller faujasitt i sin naturlige eller metallione-utvekslede form. Meget anvendbare absorpsjonsmidler er jordalkali-utvekslet "Zeolite A" og "Zeolite X", og spesielt zeolittene som er utvekslet med kalsium-, barium- og strontium-ioner.

Ved drift blir tilfört luft og resyklert gass blandet og kom-primert til et trykk på ca. 1,75 til 3,5 kg/cm$^2$. Denne kom-primerte gass strömmer gjennom kondensatoren hvor vanndampen fjernes som flytende vann og derefter til nitrogenfrak-sjonatoren. Forholdet mellom luft og resyklert gass i denne blanding vil avhenge av den oksygenmengden som er nödvendig for å erstatte den mengden som er omdannet til ozon samt det som er anvendt i kontakt-trinnet. Vanligvis må luft tilsettes i en mengde på ca. 5 - 10 ganger den mengde oksygen som er nödvendig for å erstatte det som er brukt i foregående syklus. På grunn av at luft inneholder bare ca. 20% oksygen så må minst 5 volumenheter luft tilsettes for hver volumenhet oksygen som kreves. Större volummengder luft tilsettes vanligvis da en del av den oksygenanrikede produktgassen fra nitrogen-fraksjonatoren anvendes som spylegass i fraksjonatoren. Den törkede luft-resyklerte gassblandingen får derefter strömme gjennom nitrogenfraksjonatoren hvor nitrogeninnholdet re-duseres eller helt fjernes. I dette trinnet fjernes hovedsakelig all karbondioksyd og vanndamp. Den resulterende oksygenanrikede gassen, som nå inneholder ca. 60 til 90% oksygen, tilföres til ozonisatoren. Ozonisator-avløpet inneholder 3 - 6% ozon, hvorved oksygeninnholdet er minsket til 4,5 til 9%. Denne gass strömmer til kontaktoren hvor den kommer i god kontakt med vann. Kontinuerlig medströmskontakt mellom vann og oksygen-anriket gass som inneholder ozon fremskaffer maksimal kontakt og anvendelse av ozon. Under kontakt-tiden forlater opplöst nitrogen vannfasen, hvorved ozon og noe oksygen fordeles i vannfasen. Den resulterende nitrogenanrikede gassen danner den resyklerte gassen som forenes med luft til bruk i en annen syklus.

Den resyklerte gass-kretsen kan, hvis önsket, inneholde gass-vasker og törke-anordninger. Det vil si at denne del av system-et kan inneholde gassvaskere for karbondioksyd og karbonmono-oksyd og en kjöler eller absorpsjons-törker for å fjerne en del av vanninnholdet. Et egnet absorpsjonstörker-materiale er silikagel.

Det er åpenbart at dette system kan anvendes for enhver væske-behandling. Det er imidlertid mest effektivt ved vannrensings-behandling. Denne kan bestå i å fremstille drikkevann, eller i å behandle industrielle eller kommunale avlöp. Ved behandling av kommunalt avlöp kan dette systemet anvendes som sekundær eller tertiær behandling eller begge deler.

## P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte ved behandling av vann med en oksyderende gass, bestående i å føre en oksygenanriket gass til en ozonator for å gi en oksygenanriket gass inneholdende ozon, hvoretter den ozoninneholdende, oksygenanrikede gass i en eller flere kontaktsoner bringes i kontakt med vannet som skal behandles, deretter fjerne den behandlede væske fra kontaktsonen (-e), og tilbakeføre overskuddet av den oksygenanrikede gass som i det minste delvis er utarmet med hensyn til ozon og oksygen tilbake fra kontaktsonen (-e) til ozongeneratoren via en oksygenanriknings-enhet, k a r a k t e r i s e r t v e d at den oksygenanrikede gass-strøm genereres ved å føre en gass-strøm inneholdende i det minste oksygen og nitrogen f.eks. luft, gjennom en i og for seg kjent flertrinns, selektiv absorpsjonsfraksjonator for å fjerne nitrogen selektivt fra strømmen for å gi en strøm av oksy-genanriket gass, og at den delvis ozonutarmede, oksygenanrikede gass som tilbakeføres fra kontaktsonen (-e) innføres i luft-tilførselsstrømmen som føres til fraksjonatoren.

2. Fremgangsmåten ifölge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den oksygenanrikede gass som er brukt i en förste kontaktsone, först föres til en andre kontaktsone og bringes i kontakt med ytterligere vann som skal behandles før den blandes med lufttilførselsstrømmen til fraksjonatoren.

3. Fremgangsmåte ifölge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at vannet behandlet i den andre kontaktsone föres til den förste kontaktsone for ytterligere behandling.

4. Fremgangsmåte ifölge krav 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at ny oksygenanriket og ozonisert gass blandes med den delvis utarmede oksygenanrikede gass som föres ut av den förste kontaktsonen og at den erholdte blanding föres til den andre kontaktsone.

5. Fremgangsmåte ifölge kravene 1 - 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at tilstedeværende karbondioksyd og vanndamp i gassblandingen fjernes för nitrogenet absorberes i fraksjonatoren.

6. Fremgangsmåte ifölge kravene 1 - 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at tilförselsgassen anrikes til et oksygeninnhold på 30 - 95 %.

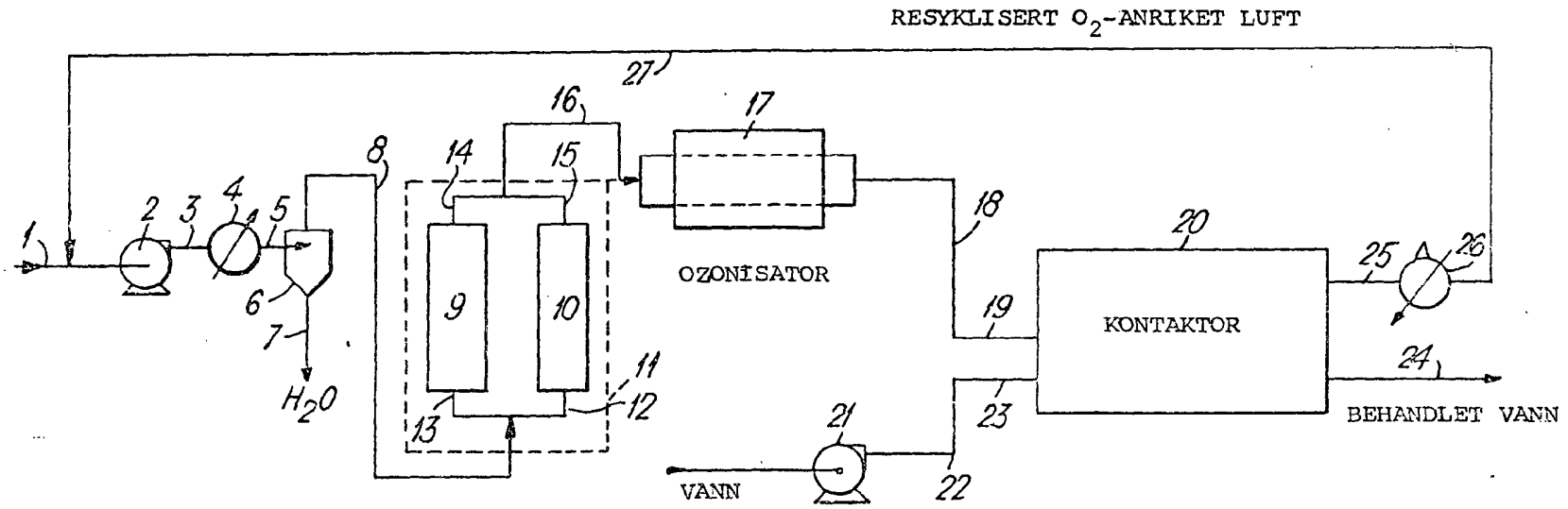
7. Fremgangsmåte ifölge kravene 1 - 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at gassblandingen som inneholder resirkulerende gass og luft, komprimeres til et trykk i området 1,75 - 10,5 kg/cm$^2$ för blandingen innföres i fraksjonatoren.

8. Apparat for utförelse av fremgangsmåten ifölge kravene 1 - 7, omfattende en anordning (11) til oksygenanrikning av gass, en ozonator (17), en rörledning (16) for å före oksygenanriket gass fra oksygenanrikningsanordningen (11) til ozonatoren (17), en eller flere kontaktsoner (20, 30), hvori væsken som skal behandles kan bringes i kontakt med en oksygenan-

riket gass inneholdende ozon, rörledninger (18, 19, 36) for tilförsel av oksygenanriket gass inneholdende ozon fra ozonatoren (17) til kontaktsonen(-e) (20, 30) og rörledninger (25, 39, 27, 38) for tilbakeföring av gass som i det minste delvis er utarmet med hensyn på ozon og oksygen fra kontaktsonen (-e) til ozonatoren (17) via oksygenanrikningsenheten (11), k a r a k t e r i s e r t v e d at oksygenanrikningsanordningen (11) omfatter en i og for seg kjent flersjikts, selektiv absorpsjonsfraksjonator (11) for å fjerne nitrogen fra en gass-ström inneholdende i det minste oksygen og nitrogen, og en pumpe (2) for tilförsel av en innlöpsström til oksygenanrikningsenheten (11) for å gi en ström av oksygenanriket gass ved utlöpet av oksygenanrikningsenheten (11) og at tilbakeförselsrörledninger (25, 27, 38) er knyttet til innlöpssiden av pumpen (2) for gjeninnföring av gass til oksygenanrikningsenheten (11).

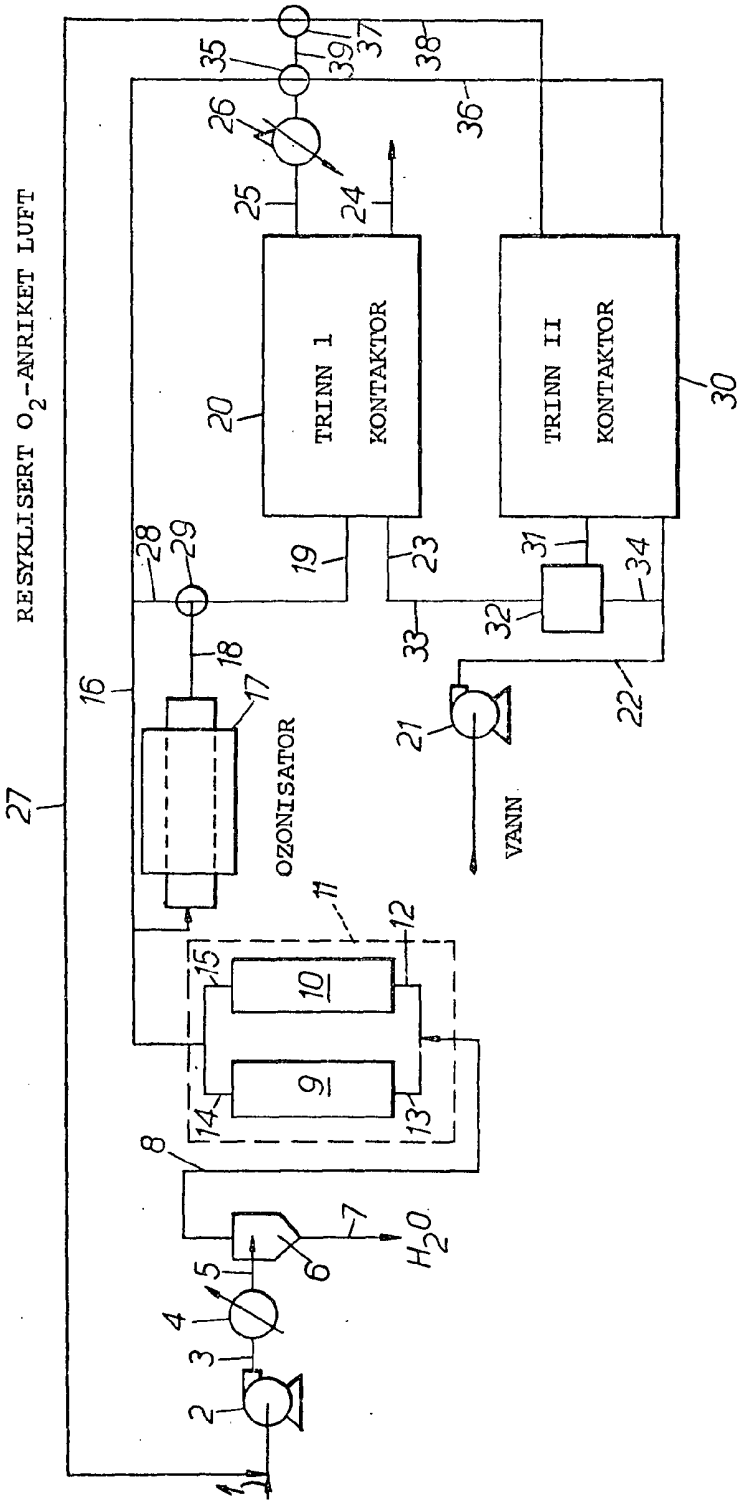
9. Apparat ifölge krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d rörforbindelser (31, 33, 23) for föring av vann fra kontaksonen (30) til kontaktsonen (20).

FIG. 1


RESYKLISERT $O_2$-ANRIKET LUFT
27
16
17
8
14
15
18
20
25
26
1
2
3
4
5
OZONISATOR
9
10
19
KONTAKTOR
6
7
$H_2O$
11
12
13
24
BEHANDLET VANN
21
23
VANN
22

137780

FIG. 2


RESYKLISERT $O_2$-ANRIKET LUFT
TRINN 1 KONTAKTOR
TRINN II KONTAKTOR
OZONISATOR
VANN
$H_2O$