



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 01032**

(22) Data de depozit: **06/12/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/11/2023** BOPI nr. 11/2023

(41) Data publicării cererii:
28/06/2019 BOPI nr. 6/2019

(73) Titular:
• **ICPE BISTRIȚA S.A., STR.PARCULUI
NR.7, BISTRIȚA, BN, RO**

(72) Inventatori:
• **SORIN CLAUDIU ULINICI,
STR. IMPĂRATUL TRAIAN, BL.46 A, SC.B,
ET.2, AP.15, BISTRIȚA, BN, RO;**
• **GRIGORE VLAD, STR. GHINZII NR. 40A,
BISTRIȚA, BN, RO;**
• **BĂISAN GABRIELA CORNELIA,
STR. VALERIU BRANIȘTE, NR.14,
BISTRIȚA, BN, RO;**

• **HETVARY MIHAELA, STR. CANTONULUI
NR. 1, BL. 1, SC. A, AP. 20, BISTRIȚA, BN,
RO;**
• **FIERĂSCU RADU CLAUDIU,
STR. DUNĂRII, BL. D4, ET. 4, AP. 18,
ROȘIORI DE VEDE, TR, RO;**
• **AVRAMESCU SORIN MARIUS,
STR. NICOLAE FILIMON NR. 30, BL. 17,
SC. 1, AP. 17, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**WO 2008000169; CN 104556586;
CN 202175599 U**

(54) **PROCEDEU DE TRATARE A APEI CU CONȚINUT
DE POLUANȚI ORGANICI GREU DEGRADABILI**



Invenția se referă la un procedeu ecologic de tratare a apei cu conținut de substanțe organice greu biodegradabile, în special cele cu caracter de disruptor endocrin, prin oxidare catalitică avansată și adsorbție. Procedeul poate fi aplicat atât apei brute utilizată ca sursă de apă potabilă, în cadrul stațiilor de potabilizare a apei sau a instalațiilor de producere și îmbuteliere a apei, cât și apei reziduale rezultată în urma proceselor din industria chimică, farmaceutică, după etapa de epurare fizico-chimică clasică, înainte de deversare.

Poluarea apei reprezintă principala cale de impact asupra mediului, deoarece efluenții apoși acționează ca un vector eficient în răspândirea produselor chimice. În acest context, pentru a evita impactul poluanților, în ultimii ani au apărut noi tehnologii de remediere [Wang J. L., Xu L. J., (2012), *Advanced Oxidation Processes for Wastewater Treatment: Formation of Hydroxyl Radical and Application. Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42: 3, 251-325; Bobu M., Yediler A., Siminiceanu I., Zhang F., Schulte-Hostede S., (2013), *Comparison of different advanced oxidation processes for the degradation of two fluoroquinolone antibiotics in aqueous solutions*, *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 48:3, 251-262]. Aceste tehnici trebuie să îndeplinească rolul de îndepărtare a poluanților țintă în ciuda concentrației scăzute găsite în apele uzate sau sursele de apă. Eliminarea poluanților poate fi realizată prin adsorbție, procese pe bază de membrane filtrante și procese oxidative [EU Commission, (2012), **Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy**, <http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/pdf/com2011876.pdf>.; Bobu M., Yediler A., Siminiceanu I., Zhang F., Schulte-Hostede S., (2013), *Comparison of different advanced oxidation processes for the degradation of two fluoroquinolone antibiotics in aqueous solutions*, *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 48:3, 251-262]. Fiecare dintre aceste categorii de tratamente se realizează prin abordări diferite, în funcție de natura poluantului, debitul de apă, concentrație, etc. Metodele de adsorbție și procesele membranare prezintă dezavantaje majore în cazul transferului poluantului din faza lichidă în faza solidă, necesitând ulterior procedee costisitoare pentru a regenera suportul solid sau de a reface materialul consumat. Aceste tehnici sunt adecvate atunci când poluantul țintă nu poate fi transformat în compus inofensiv (metale grele). De asemenea, deși eficiente, metodele de filtrare pe membrane (ultrafiltrare, nanofiltrare, osmoză inversă) au dezavantajul major de a genera subprodusi foarte toxici (concentratul) care trebuie neutralizat prin metode speciale în instalații specializate.

Disruptorii endocrini (ECD) sunt substanțe chimice de sinteză care mimează funcția hormonilor și, odată ajunși în organism, alterează echilibrul hormonal. Sursa acestor disruptori endocrini este diversă, provenind din produși de sinteză utilizați sau rezultați din cele mai diferite ramuri ale economiei. Vorbim aici de: dioxine, paraben, bisfenol A, ftalați (industria maselor plastice), insecticide organice etc. Surse importante de disruptori endocrini sunt constituite de compușii din produsele farmaceutice și cei din produsele de îngrijire personală (PCP). Compușii farmaceutici sunt substanțe utilizate în fabricarea medicamentelor (contraceptive, analgezice, reglatorii de lipide, antibiotice, tranchilizante, psiho-stimulente, etc.). În apele uzate și apele de suprafață, produsele farmaceutice pentru uz uman și veterinar se găsesc, de obicei, în concentrații de ordinul ng/l până la sute de ng/l. Produsele de îngrijire personală (PCP) includ produse de îngrijire a părului, a pielii, produse cosmetice decorative, pentru igienă orală, parfumuri, gel de duș, deodorant, săpun, creme UV pentru

protecția solară, creme împotriva insectelor, produse dezinfectante etc. Impact negativ asupra mediului îl au ingredientele active, cum ar fi, tensidele, moscul policiclic, cremele anti UV și cele antimicrobiene. Două dintre cele mai frecvent detectate ECD-uri în apele de suprafață, aparțin produselor farmaceutice și produselor de îngrijire personală sunt:	1
(1) Ibuprofenul care este un medicament anti-inflamator, nesteroidian, fiind, de asemenea, al treilea cel mai popular medicament din lume, atât în ceea ce privește vânzările cât și utilizarea acestuia; și	3
(2) Triclosanul care este un produs dezinfectant antimicrobian, găsit într-o gamă largă de produse pentru îngrijirea personală sau în produse de curățare de uz casnic.	5
În agricultură, o cantitate mare de pesticide (peste două milioane de tone de pesticide/an) este utilizată în întreaga lume. Pesticidele din apele de suprafață au concentrații în jurul valorii de 1 µg/l. Cele mai întâlnite pesticide sunt erbicidele alaclor și atrazina, fungicidul vinclozolin, insecticidul DDT și biocidul TBT. În majoritatea țărilor, legislația curentă interzice o parte din pesticide. Totuși, fără un control eficient substanțele interzise sunt folosite pe scară largă.	7
Toate aceste categorii de compuși au trei proprietăți comune:	9
(1) prezintă efect negativ accentuat, pe termen lung asupra mediului, inclusiv asupra organismelor animale și a omului începând de la concentrații extrem de mici;	11
(2) migrează ușor în mediul acvatic și în sursele de apă de suprafață și subterane; și	13
(3) nu pot fi degradați prin procedee convenționale, datorită biodegradabilității reduse și a pragurilor de concentrație situate sub capacitatea operațională a proceselor clasice de depoluare.	15
Procesele și tehnologiile clasice de decontaminare au devenit depășite, în special în relație cu specii și grupări de poluanți chimici refractari față de procesele de degradare utilizate în prezent, cum ar fi, acizii humici, dioxanii, fenolii, ftalații, perclorații, produșii secundari de dezinfecție, produsele farmaceutice, inclusiv disruptorii endocrini, substanțele surfactante fluorinate. Procesele fizico-chimice cunoscute sub denumirea generică de "Procese de oxidare avansată" (AOP - Advanced Oxidation Processes) constituie un domeniu actual de cercetare științifică interdisciplinară, permițând degradarea oxidativă, neselectivă și energetică a substanțelor organice și anorganice din mediul apos în prezența speciilor de radicali °OH înalt reactive. În acest context se poate menționa acțiunea plasmelor de joasă temperatură, procese de oxidare avansată cu O ₃ în mediu apos, procese de oxidare avansată în sisteme O ₃ /UV, H ₂ O ₂ /UV, H ₂ O ₂ /O ₃ , H ₂ O ₂ /O ₃ /UV, procese Fenton, procese de fotocataliză eterogenă, cavitație electrohidraulică și sonoliză, procese de oxidare supercritică a apei, acțiunea radiației γ și a fasciculelor de electroni.	17
Procesele de oxidare avansată (AOP) sunt destinate, prioritar, îndepărtării cvasitotale a poluanților organici sau pentru transformarea lor în produși secundari netoxici și/sau biodegradabili. AOP sunt adecvate pentru efluenții care conțin poluanți nebiodegradabili în concentrații relativ scăzute. În cazul tratării apei în vederea potabilizării, integrarea acestor procese permite utilizarea unor surse de apă neadecvate folosirii proceselor convenționale de tratare, aspect relevant în perspectiva unei penurii a acestui element primordial.	19
Aplicațiile actuale ale proceselor de oxidare avansată sunt, în general, axate pe procese "clasice", procese de fotoliză și fotocataliză, mai puțin pe procese hibride, sau pe procese secvențiale: oxidare avansată - pe membrane sau pe coloane. Aceste aplicații prezintă o "densitate" mai ridicată în zona SUA și Asia. Sunt brevetate sisteme secvențiale de oxidare avansată (one batch at-a-time) [Markle S. P., (2007), <i>Method and Apparatus for Sequenced Batch Advanced Oxidation Wastewater Treatment</i> , US 2007/0158276	21

A1], sisteme de oxidare avansată și biofiltrare aerobă [Dong Y., (2009), *Wastewater Purifying System in Hospitals*, US 2009/0166280 A1], sisteme duale de oxidare avansată pentru recircularea apei pe vasele maritime [Markle S. P., Jones R. S., (2009), *Dual-train Wastewater Reclamation and Treatment System*, US Pat. 007534357 B2], fotocataliză în prezența O₃ [Cabello P.A.V., ș.a., (2011), *Photocatalytic Reactor and Process for Treating Wastewater*, US 8038938 B2], sisteme fotocatalitice de recuperare a apei bazate pe o separare a camerelor de membrane [Cabello P.A.V., ș.a., (2011), *Photocatalytic Reactor and Process for Treating Wastewater*, US 8038938 B2], sisteme O₃/H₂O₂ [Conget H. C., Muzzy J. W., Mullins M. E., (2011), *Method, Apparatus and Systems for Treating Contaminants in Waste Fluid*, US 7931816 B2], procese hibride de fotocataliză eterogenă/biodegradare [Ulinici S., Vlad G., Suci L., (2010), *The study of the O3/UV advanced oxidation processes for a swimming pool water treatment*, *Environmental Engineering and Management Journal*, 9:5, p. 637-642].

Aplicațiile comerciale existente sunt în general axate pe sisteme de fotocataliză (VANOX-AOP-Siemens-USA), utilizare combinată H₂O₂/Fe zero valent (CATADOX- ESCO Int. - UK, Ozone Elettronica Internationale-Italia, HIPOX - APT WATER (SUA), sau pe procese secvențiale de ozonizare catalitică/fotocataliză eterogenă (PHOTOCAT- Purifics Inc. - USA; CatalySystems Ltd.-UK; NOXXALL- Ozo Nano Sciences Ltd. - India), oxidare avansată la interfață în membrana de electroliză cu anod de diamant (CONDIACELL- Condias GmbH-Germany).

Deficiențele actuale ale tehnologiilor ce vizează eliminarea sau reducerea compușilor organici din apă și decontaminarea apei sunt reprezentate, în principal, de:

- 1) Acțiune eficientă limitată doar asupra unor categorii restrânse de poluanți;
- 2) Limitarea eficienței datorită prezenței adiționale unor specii anorganice;
- 3) Metodele de decontaminare actuale sunt axate în general pe reținerea poluanților (separare) și mai puțin pe degradarea acestora. Sunt generate reziduuri toxice concentrate (de exemplu: procese membranare);
- 4) Tehnologiile clasice de oxidare duc la o degradare incompletă, urmată de o generare a compușilor secundari toxici;
- 5) Consumuri energetice ridicate, volume mari pentru sistemele de 3embran, mentenanță dificilă;
- 6) Sunt utilizați agenți chimici ce necesită condiții de transport și depozitare;
- 7) Grad redus de optimizare și automatizare a proceselor;
- 8) Imposibilitatea utilizării aceleiași familii de tehnologii pentru plaje mari de debite, în aplicații mobile sau în cele care necesită un timp scurt de răspuns și amorsare a proceselor (situații de urgență, accidente de mediu);
- 9) Imposibilitatea eliminării compușilor organici la un nivel de concentrații foarte scăzut, cum este cazul poluanților organici emergenți.

Invenția propune, ca procedeu de tratare, o abordare nouă a proceselor de oxidare avansată (AOP) în scopul reducerii consumului energetic, a obținerii unei mineralizări cât mai complete a poluanților, transformând astfel AOP-ul într-un proces aplicabil cu succes la nivel industrial. Abordarea implică aplicarea unui proces de ozonizare catalitică într-o configurație nouă, având drept rezultat reducerea costurilor de operare, a costurilor de capital, creșterea performanțelor de mediu și a eficienței energetice a procesului de depoluare. Utilitatea procedurii este ridicată datorită versatilității procesului, fapt important din punct de vedere economic în toate procesele chimice industriale. Invenția înlătură deficiențele proceselor actuale de tratare prin oxidare avansată (ozonizarea directă - este selectivă, nu degradează

decât molecule cu anumită structură; procesele de fotocataliză sau ozon/UV - sunt energofage; O_3/H_2O_2 , UV/ H_2O_2 - necesită adăugarea de reactivi, deci costuri crescute etc.) prin implementarea procesului de ozonizare catalitică cu eficiență ridicată, utilizând un sistem nou de contact apă-ozon și reacție.

În cazul proceselor de ozonizare catalitică, principala limitare a procesului este dată de faptul că în reacțiile de cataliză eterogenă sunt implicate 3 faze: faza gazoasă (ozonul nesolubilizat), faza solidă (suportul care conține catalizatorul) și faza lichidă (apa în care sunt dizolvați poluanții). Reacțiile de cataliză eterogenă au loc prin adăugarea moleculei de ozon la suprafața catalizatorului, în microporii suportului și migrarea poluanților la situl reactiv, unde aceștia sunt oxidați [Beltrán F. J., (2004), *Ozone Reaction Kinetics for Water and Wastewater Systems*, Lewis Publishers, London, N.Y.]. Factorul limitativ care scade eficiența procesului este dat de transferul moleculei de ozon din faza gazoasă (bula de gaz) în faza lichidă. Sunt cunoscute mai multe procedee clasice de injecție a ozonului în apă, dintre care două cele mai folosite sunt cele ce utilizează difuzorii poroși și cel care utilizează injectoarele de tip Venturi. Ambele procedee injectează ozonul în apă sub forma unor bule fine, generând inconvenientul mai sus amintit în derularea proceselor de ozonizare catalitică.

Invenția propune un procedeu nou de tratare care vine să înlăture acest inconvenient prin introducerea unei trepte speciale de injecție și contact apă-ozon, anterior etapei de ozonizare catalitică (care are loc într-un reactor catalitic), bazată pe un injector cu membrană semipermeabilă din PTFE (teflon) de tip "hollow fibre", în care apa circulă prin interiorul unor microtuburi cu pereții semipermeabili din PTFE hidrofob (impermeabili la apă însă permeabili la ozon) și în care are loc dizolvarea directă, cu mare eficiență, a ozonului în apă, fără generare de bule macroscopice. Practic, acest procedeu de injecție a ozonului în apă constituie inversul procesului de degazare a apei utilizând sisteme membranare, proces care este comercial valabil la producători (3M- Liquicel: <http://www.liquicel.com/>). Reactorul catalitic are o configurație specială, astfel încât partea mediană este detașabilă, putând fi echipat cu catalizator atât în strat fix compus din granule de diverse dimensiuni cât și sub formă de particule în strat fluidizat.

Invenția propune un procedeu nou de tratare în care deficiența principală legată de eficiența procesului de ozonizare catalitică este înlăturată prin limitarea proporției fazei gazoase aflată în contact direct cu reactorul catalitic și creșterea eficienței întregului procedeu de tratare a apei prin utilizarea ozonului rezidual degazat la injecție și contactare și prin prezența etapei de ozonizare catalitică în o a doua treaptă de oxidare cu ozon urmată de o treaptă de adsorbție. Procedeu de tratare implică parcurgerea următorului flux tehnologic: apa brută este preluată, de către o pompă booster dintr-un rezervor tampon în care aceasta este stocată și este vehiculată în circuit sub presiune prin contactorul cu membrana de tip "hollow fiber", contactor în care ozonul prezent în camera externă a acestuia difuzează în fluxul de apă și se solubilizează. În aval de contactor, înainte de reactorul catalitic, este poziționată o coloană de contact și reacție în care continuă procesele de solubilizare a ozonului și au loc procese de preoxidare prin ozonizare directă. În reactorul catalitic, fluxul de apă cu concentrație ridicată de ozon solubilizat este supus unui proces de ozonizare catalitică, având drept rezultat oxidarea neselectivă a compușilor organici poluanți.

Sistemul catalitic are în principal rolul de formare a radicalilor OH^* în urma contactului ozonului cu suprafața solidului. Există și o serie de mecanisme concurente:

(1) chemisorbția ozonului pe suprafața catalizatorului care conduce la formarea de specii active care reacționează cu molecula organică nechemisorbită;

(2) chemisorbția moleculei organice (în formă ionică sau nedisociată) pe suprafața catalizatorului și reacția ei ulterioară cu ozonul din faza gazoasă sau apoasă;

(3) chemosorbția moleculelor de ozon și de poluant urmată de interacțiunea între speciile chemosorbite.

Ponderea acestor mecanisme depinde de tipul de catalizator, de proprietățile poluanților ținta și de pH-ul soluției. O gamă variată de catalizatori se pot utiliza pentru procesul de ozonizare având la bază două componente: suportul și faza activă.

Concentrația ozonului solubilizat ajunge în această treaptă la valori de până la 4 mg/l. Ozonul utilizat în sistem este produs de către un generator de ozon alimentat de către un concentrator de oxigen. Concentrația nominală a ozonului produs de către generator se situează în plaja reglabilă de 40...80 g/Nm³ la o concentrație a oxigenului de alimentare de minimum 85%. Treptei de ozonizare catalitică îi urmează: o a doua treaptă de injecție a ozonului - utilizând ozonul rezidual degazat din primele două trepte, și un sistem clasic de injecție a ozonului utilizând un injector Venturi și, ulterior, o treaptă de adsorbție pe mediu adsorbant (cărbune activ granular sau zeolit activat), în vederea reținerii cvasimajorității produșilor de reacție. Injectorul Venturi, prin depresiunea creată, are dublu rol: acel de a favoriza degazarea ozonului rezidual anterior treptei de ozonizare catalitică, și cel de reinjecție a ozonului în apă după treapta de ozonizare catalitică și anterior treptei de adsorbție. Procesul de tratare continuă în regim de recirculare până la atingerea gradului de decontaminare dorit. Procedul de tratare nu necesită adăugare de reactivi chimici, și nu generează reziduuri sau produși de reacție toxici, procesul de ozonizare catalitică fiind un proces deosebit de eficient care poate duce până la mineralizarea completă a poluanților de natură organică. Procedul de tratare poate fi complet automatizat, treptele tehnologice incluzând doar echipamente cu alimentare electrică. Urmărirea automată a gradului de încărcare cu compuși organici se poate realiza utilizând un analizor automat de carbon organic total (TOC), sau un analizor în spectrul LJV (254 nm). Controlul procesului de tratare, se face, conform invenției, prin reglarea debitului de apă (pompa booster este echipată cu un convertizor digital de frecvență cu microprocesor), reglarea debitului de gaz ozonat și a concentrației de ozon (prin varierea parametrilor electrici ai generatorului de ozon).

În continuare se prezintă un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1 care reprezintă o diagramă de proces.

Apa cu conținut de substanțe organice greu degradabile (produse farmaceutice - disruptori endocrini), este preluată cu o pompă booster de recirculare (1) cu o putere de 0,37 kW dintr-un rezervor tampon (2) la un debit maximum de 1 m³/h și o vehiculează prin bucla de recirculare tratare (18). În bucla de tratare este prevăzut un filtru mecanic cu cartuș de inox de 10 microni (3), urmat de o treaptă de injecție și contact apă-ozon, alcătuită din contactorul cu membrana semipermeabilă de tip "hollow-fibre" din PTFE (4) și coloana de contact și reacție apă/ozon (5). În contactorul (4) apa curge prin secțiunea centrală a microtuburilor din PTFE, ozonul difuzând din exterior, prin membrana de PTFE către secțiunea interioară de curgere. Datorită caracterului hidrofob al membranei, porii acesteia sunt traversați doar de fluxul de gaz ozonat, care se dizolvă direct în apă. Tipul de membrană utilizat are o porozitate de 40% și o dimensiune a porilor mai mică de 0,3 microni. Diametrul exterior al microtuburilor este de 2,3 mm iar cel interior de 1,2 mm, cu o grosime a peretelui de 550 microni. Controlul presiunii de gaz și a debitului se face prin intermediul vanei de control (11), și al vanei cu acționare continuă (1). Debitul de gaz ozonat este citit pe debitmetrul (14). Coloana de contact și reacție apă/ozon (5) este realizată din oțel inoxidabil AISI 316L și este prevăzută în partea superioară cu o supapă de degazare cu plutitor (12) care permite degazarea ozonului rezidual. Reactorul de ozonizare catalitică (6) este realizat din oțel inox 316 SL și este alcătuit din trei secțiuni, secțiunea mediană fiind detașabilă, aceasta conținând masa activă (catalizatorul). Poate fi utilizat atât catalizator pe suport

granular (peleți, microgranule) cât și catalizator imobilizat pe o masă poroasă filtrantă. Reac-	1
torul catalitic este, de asemenea, echipat cu o supapă de degazare pentru ozonul rezidual.	
Ozonul rezidual degazat din contactorul (4), vasul de contact și reacție apă-ozon (5) și	3
reactorul catalitic (6) prin intermediul supapelor de degazare cu plutitor (12) este preluat de	
injectorul Venturi (7) și reintrodus în circuitul de tratare, înainte de filtrul cu adsorbție (8).	5
Treapta de reinjecție ozon și filtrul cu adsorbție constituie așa-zisa treaptă de finisare,	
compuşii de reacție rezultați în urma ozonizării directe și a ozonizării catalitice fiind reținuți	7
prin mecanisme fizice de adsorbție în interiorul filtrului (8). La partea superioară a filtrului de	
adsorbție este prevăzută o supapă de degazare cu plutitor (12) care realizează degazarea	9
finală și evacuarea ozonului rezidual, sub formă de oxigen recombinat, în atmosferă, prin	
intermediul distrugătorului termocatalitic de ozon (20). Toate aceste trepte descrise mai sus	11
operează sub presiune. Ozonul este furnizat procesului de tratare de către generatorul de	
ozon (9), cu o capacitate maximă de 10 gO ₃ /h, alimentat cu concentratorul de oxigen (10)	13
care are o capacitate maximă de 5 NL/min. Controlul gradului de contaminare organică se	
face automat, prin intermediul unui analizor UV la 254 nm (19), tratarea continuând în bucla	15
de recirculare până la atingerea unui nivel prestabilit. Închiderea fluxului pe circuitul de	
tratare se face prin electrovana cu solenoid (17), electrovana (16) permițând evacuarea apei	17
tratate din sistem. Admisia apei brute (netratate) în rezervorul tampon se face prin inter-	
mediul electrovanei cu solenoid (15). Debitul de apă este reglat prin intermediul converti-	19
zorului de frecvență (20) prin care este alimentată pompa booster de recirculare. Tabloul de	
comandă și control (11) echipat cu un sistem cu PLC alimentează echipamentele și	21
controlează funcționarea întregului proces.	
În cazul prezentei invenții s-a utilizat un sistem catalitic de tip Al ₂ O ₃ (suport)/ Me _x O _y	23
(componenta activă). Oxizii metalici utilizați au fost cel de nichel și ceriu în raport 10:1. Acest	
sistem prezintă avantajul suportului care are suprafața specifică ridicată și cei doi oxizi care	25
prezintă activitate în procese de oxidare avansată.	

Revendicări

1. Procedeu de tratare a apei cu conținut de substanțe organice greu degradabile, prin tratare mecanică, ozonizare și tratare finală, **caracterizat prin aceea că**, cuprinde următoarele etape:

- îndepărtarea mecanică a materiilor în suspensie prin trecere pe un filtru cu sită de 10 microni;

- contactarea apei uzate cu ozonul când are loc dizolvarea directă a ozonului în apă fără formare de bule macroscopice și pre-oxidarea substanțelor organice prin ozonizare directă;

- oxidarea catalitică a apei rezultată din etapa anterioară cu utilizarea unui sistem catalitic de tip oxizi micști pe bază de nichel și ceriu pe suport de alumina; și

- tratare finală prin injectare de ozon.

2. Procedeu de tratare a apei cu conținut de substanțe organice greu degradabile, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, la intrarea în etapa de contactare și pre-oxidare concentrația ozonului în gazul purtător este de 40...80 g O₃/Nm³, concentrația ozonului dizolvat în apă este cuprinsă în domeniul 2...8 g O₃/m³ apă, iar timpul de contact de minimum 4 min.

3. Procedeu de tratare a apei cu conținut de substanțe organice greu degradabile, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, la intrarea în reactorul catalitic concentrația de ozon dizolvat în debitul de apă este de minimum 2 mg/l iar timpul de contact cu masa catalizatorului este de minimum 3 min.

4. Procedeu de tratare a apei cu conținut de substanțe organice greu degradabile, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, treapta finală are loc prin oxidare cu ozon rezidual și adsorbție pe un filtru multistrat cu pat de cărbune activ și zeolit activat.

5. Procedeu de tratare a apei cu conținut de substanțe organice greu degradabile, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, procedeul funcționează în regim de recirculare sub presiune până la atingerea parametrilor de calitate ai apei doriți.

