



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00967**

(22) Data de depozit: **04/12/2015**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2018** BOPI nr. **8/2018**

(41) Data publicării cererii:
29/07/2016 BOPI nr. **7/2016**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI,**
BD. PROF. DIMITRIE MANGERON NR.67, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• **BĂRJOVEANU GEORGE,**
ȘOS. TUDOR NECULAI NR. 54, AP. 2, IAȘI, IS, RO;
• **TEODOSIU CARMEN,** *STR. N.GANE NR.15, IAȘI, IS, RO;*
• **CATRINESCU CEZAR- FLORIN,**
STR. CIURCHI NR. 117A, BL. F8, SC. D, ET. 4, AP. 3, IAȘI, IS, RO;

• **FIGHIR DANIELA,** *STR. NUFĂRULUI NR. 5, BL. C1, ET. 2, AP. 7, SAȚ VALEA LUPULUI, COMUNA VALEA LUPULUI, IS, RO;*
• **GAVRILESCU DANIELA,** *STR. HORGA NR. 3, BL. 575, SC. B, ET. 2, AP. 1, IAȘI, IS, RO;*
• **MUSTEREȚ CORINA-PETRONELA,**
STR. CLOPOTARI NR. 38, BL. 673, SC. A, ET. 4, AP. 16, IAȘI, IS, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
CN 102942270 (A); M. PETROVIC, S. GONZALES ȘI D. BARCELO, "ANALYSIS AND REMOVAL OF EMERGING CONTAMINANTS IN WASTEWATER AND DRINKING WATER", TRAC TRENDS IN ANALYTICAL CHEMISTRY, VOL. 22, PP. 685-696, 2003

(54) **PROCEDEU INTEGRAT DE DEGRADARE CHIMICĂ ȘI SEPARARE PE MEMBRANE SEMIPERMEABILE PENTRU EPURAREA APELOR UZATE CONȚINÂND POLUANȚI EMERGENȚI**



RO 131271 B1

1 Procedeul se referă la epurarea avansată a apelor uzate cu conținut de compuși
organici greu biodegradabili din clasa poluanților emergenți proveniți din ape uzate munici-
3 pale sau industriale. Procedeul de epurare avansată integrează procesele de degradare
chimică și separare pe membrane semipermeabile, și realizează distrugerea moleculelor de
5 poluant sub acțiunea unui agent oxidant (apă oxigenată) în prezența unui catalizator într-o
treaptă de oxidare catalitică, urmată de o treaptă de ultrafiltrare cu membrane semiperme-
7 abile în care are loc separarea suplimentară a moleculelor de poluanți care nu au reacționat
în treapta anterioară, dar și reținerea catalizatorului în vederea recuperării. În funcție de
9 caracteristicile apei uzate care necesită epurare și de cerințele de deversare sau de recir-
culare/reutilizare a apelor uzate, procedeul integrat poate fi implementat realizând mai întâi
11 o concentrare a poluanților în treapta de ultrafiltrare pe membrane semipermeabile, urmând
distrugerea acestora în etapa de oxidare catalitică. Acest din urmă caz se poate aplica, de
13 exemplu, și pentru finisarea calității concentratului rezultat de la treapta de ultrafiltrare.

Sunt cunoscute metode și procedee de epurare a apelor uzate foarte diverse, atât
15 ca soluții tehnice, cât și ca aplicabilitate și performanțe. Astfel, în mod obișnuit, cele mai des
utilizate procedee de epurare sunt reprezentate de procedee de epurare mecanică, urmate
17 de epurarea biologică. Aceste metode, denumite generic convenționale, prezintă următoarele
dezavantaje:

19 - de cele mai multe ori nu reușesc să elimine suficient de mult poluanții emergenți
prezenți în apele uzate, astfel încât efluenții rezultați nu se încadrează în normele legale
21 privind deversarea apelor uzate în receptori naturali sau pentru recircularea acestora;
- costurile de operare sunt ridicate, datorită consumului mare de energie și nămol
23 rezultat (în epurarea biologică).

Procesele de epurare avansată (de natură fizică, chimică sau combinate) reușesc să
25 elimine din apele uzate municipale sau industriale poluanții care au un impact sever asupra
mediului sau sănătății umane datorită caracterului lor cancerigen, mutagen și, respectiv, a
27 toxicității acute și cronice ridicate, și care de obicei se găsesc în apele uzate rezultate după
epurarea biologică în concentrații foarte mici (de ordinul 10^{-3} ... 10^{-6} g/l). Poluanții emergenți
29 sunt definiți ca substanțe chimice naturale sau de sinteză care nu sunt monitorizate în mod
obișnuit în mediu, dar care au potențialul de a produce efecte negative ecologice sau asupra
31 sănătății umane (**Geissen ș.a. “Emerging pollutants in the environment: A challenge for
water resource management”, International Soil and Water Conservation Research 3,
33 57-65, 2015**). Poluanții emergenți sunt clasificați în peste 20 clase, după originea lor, și în
multe cazuri, comportarea, transformarea și efectele eco-toxicologice nu sunt pe deplin
35 înțelese. Principalele clase de poluanți emergenți sunt: substanțele farmaceutice, pesticidele,
produșii secundari de dezinfecție, substanțele chimice de uz industrial și produșii de conser-
37 vare a lemnului ([http://www. norman-network.net](http://www.norman-network.net)).

Conform literaturii de specialitate (**Ganyiu S.O. ș.a., “Coupling of membrane
39 filtration and advanced oxidation process for removal of pharmaceutical residues: A
critical review” , Separation and Purification Technology, (2015), 156 (3) 819-914**),
41 procesele de oxidare avansată pot fi cuplate cu procese de separare pe membrane, în
diverse configurații. Ca primă etapă de epurare avansată, procesele de oxidare avansată au
43 ca scop degradarea chimică a poluanților emergenți care pot conduce la colmatarea rapidă
a membranelor în etapa de filtrare. Ca treaptă de epurare, care succede procesul de mem-
45 brană, oxidarea avansată poate fi folosită pentru degradarea unor poluanți organici din per-
meat care nu sunt reținuți în membrane, sau din concentrat, înainte de deversarea acestuia.
47 O parte din procesele de oxidare avansată, cum sunt oxidarea, ozonizarea în prezența apei
oxigenate sau procedeele fotocatalitice în prezența apei oxigenate, pot fi cuplate, secvențial,

cu procesele de membrană în timp ce procesele fotocatalitice sau procesele avansate de electro-oxidare pot avea loc simultan cu procesul de membrană în cadrul aceleiași trepte de proces. Procesele de tip oxidare catalitică în prezența catalizatorilor pe bază de Fe, cele fotocatalitice și cele avansate de electrooxidare sunt recomandate apelor uzate cu concentrații mari de poluanți și debit mic.

Procesele combinate de tip oxidare catalitică în prezența catalizatorilor pe bază de Fe (Fenton clasic sau Fenton similar) și filtrare pe membrane semipermeabile s-au dovedit a fi mai eficiente ca treaptă de epurare avansată decât cele de tip foto-Fenton. Procesele de tip Fenton clasic sunt cele mai folosite în epurarea avansată a apelor uzate (**Legrini O. ș.a., "Photochemical processes for water treatment", Chemical Engineering Journal, 224, 89-95; Miralles-Cuevas S. ș.a., (2013) "Combined nanofiltration and photo-Fenton treatment of water containing micropollutants", Chemical Engineering Journal, 224, 89-95; Pignatello J.J. ș.a., (2006) "Advanced Oxidation Processes for Organic Contaminant Destruction Based on the Fenton Reaction and Related Chemistry", Critical Reviews in Environmental Science and Technology 36, 1-84; Suty H. ș.a., (2004), "Applications of advanced oxidation processes: present and future", Water Science and Technology 49, 227-233**). Prima apariție a proceselor combinate de separare pe membrane (osmoză inversă) și proces Fenton clasic a fost raportată de Westerhoff și colab., în 2009 (**Westerhoff P. ș.a., (2009), "Oxidation of organics in retentates from reverse osmosis wastewater reuse facilities", Water Research 43, 3992-3998**).

Cele mai frecvente cazuri menționate în literatura de specialitate sunt utilizarea proceselor de oxidare catalitică în prezența catalizatorilor pe bază de Fe (Fenton clasic sau Fenton similar) în etapa de epurare a concentratului provenit din etapa de separare de membrane, reprezentată cel mai frecvent de nanofiltrare. Cu scopul eliminării produselor farmaceutice, Martínez și colab. (**Martínez F., ș.a., (2013), "Coupling of membrane separation and photocatalytic oxidation for the degradation of pharmaceutical pollutants", Water Research 47, 5647-5658**) au investigat procesele combinate de nanofiltrare/osmoză inversă și foto-Fenton, cu catalizatori de tip $Fe_2O_3/SBA-15$, iar Ioannou și colab. (**Ioannou L.A., ș.a., (2013), "Winery wastewater purification by reverse osmosis and oxidation of concentrate by solar photo-Fenton", Separation and Purification Technology 118, 659-669**) au raportat rezultatele performante ale unui proces combinat de tipul osmoză inversă - foto-Fenton. Alți cercetători au analizat eficiența eliminării compușilor farmaceutici proveniți din procese de nanofiltrare combinate cu procese foto-Fenton sau ozonizare ca procese de oxidare avansată operând în diverse condiții, cu rezultate promițătoare (**Miralles-Cuevas S., ș.a., (2014), "Removal of Pharmaceuticals at microg L-1 by combined nanofiltration and mild solar photo-Fenton", Chemical Engineering Journal, 239 (2014) 68-74; Miralles-Cuevas S., ș.a., (2014), "Pharmaceuticals removal from natural water by nanofiltration combined with advanced tertiary treatments (solar photo-Fenton, photo-Fenton-like Fe(III)-EDDS complex and ozonation)", Separation and Purification Technology 122, 515-522**).

Un studiu recent (**Mozia S., ș.a., (2016), "Hybridization of Advanced Oxidation Processes with Membrane Separation for Treatment and Reuse of Industrial Laundry Wastewater", International Journal of Membrane Science and Technology, 3, 1-11**) a analizat cuplarea proceselor de oxidare avansată cu procese de membrană, în 3 etape succesive, care pot permite reutilizarea unui efluent provenit din treapta de epurare biologică. Procesele investigate sunt: (1) fotocataliză în prezența suspensiilor de TiO_2 , P25, în prezența O_3 - ultrafiltrare (UF) - nanofiltrare (NF); (2) fotocataliză în prezența unei faze imobilizate TiO_2 , P25, în prezența O_3 - ultrafiltrare (UF) - nanofiltrare (NF); (3) fotoliză/ozonizare în prezența O_3 - ultrafiltrare (UF) - nanofiltrare (NF).

RO 131271 B1

1 Escalona Hernández (**Escalona Hernández I.G., “Membrane-Assisted Advanced**
2 **Oxidation Processes For Wastewater Treatment”**, (2014), Teză de doctorat) a prezentat
3 un studiu referitor la posibilitatea eliminării unor compuși precum bisfenolul A (poluant emer-
4 gent cu proprietăți de disruptor endocrin) și tartazina, folosind procese combinate de oxidare
5 catalitică de tip Fenton și nanofiltrare, procese de ozonizare-nanofiltrare și oxidare enzi-
6 matică de tip Laccase-nanofiltrare.

7 Este cunoscut un procedeu de epurare avansată (**CN 102942270 A;**
8 **CN 102942270 B**) a apei provenite din industria petrochimică care constă în utilizarea unui
9 catalizator pentru oxidarea catalitică și a unui flocculant, urmată de o treaptă de ultrafiltrare
10 și o treaptă de osmoză inversă. Acest procedeu de epurare avansată prezintă dezavantajul
11 că necesită două etape de filtrare (ultrafiltrare și osmoză inversă), plus o etapă de flocculare,
12 ceea ce mărește complexitatea procesului și implicit a costurilor de realizare și utilizare a
13 instalației de epurare.

14 Problema tehnică pe care o rezolvă procedeul conform invenției constă în simplifica-
15 rea procedurii de epurare avansată, cunoscut precum cel din brevetele **CN 102942270 A**
16 și **CN 102942270 B**, și în îmbunătățirea randamentelor (gradelor) de epurare pentru elimina-
17 rea poluanților de tip emergent, prin aceea că este constituit din două etape: de distrugere
18 prin oxidare catalitică a acestor compuși din apele uzate, prin transformarea lor în dioxid de
19 carbon, apă și parțial și în molecule mai simple și de reținere prin ultrafiltrare pe membrane
20 semipermeabile a materiilor solide în suspensie, coloizilor, a intermediarilor de reacție și
21 compușilor nereacționați.

22 Procedeul integrat de epurare conform invenției poate fi aplicat cu succes pentru
23 eliminarea poluanților emergenți din apele uzate, înlăturând dezavantajele procedurilor con-
24 venționale de epurare, prin aceea că este constituit din două etape succesive de epurare
25 avansată, a căror ordine poate fi aleasă flexibil și care permit atât distrugerea chimică a
26 poluanților emergenți, cât și separarea lor fizică din fluxul de apă uzată, ceea ce conduce
27 atât la creșteri ale gradului de epurare, dar și la aplicarea procedurii pentru a elimina o
28 varietate largă de poluanți din apele uzate din diferite industrii (petrochimică, celuloză și
29 hârtie, chimică, biotehnologică, textilă). Mai mult decât atât, prin acest proces integrat se pot
30 elimina și poluanți emergenți din apele uzate municipale, ca de exemplu: produse de îngrijire
31 personală, medicamente (inclusiv hormoni, steroizi, analgezice și antibiotice).

32 Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:

33 - asigură grade de epurare ridicate pentru poluanții organici emergenți prezenți în
34 apele uzate;

35 - poate fi cuplat cu ușurință cu treptele de epurare convenționale existente, caz în
36 care eficiența epurării este și mai mare;

37 - configurația integrată, în trepte succesive de epurare, asigură o versatilitate și adap-
38 tabilitate ridicată a procedurii, prin aceea că, în funcție de necesitățile de epurare, ordinea
39 etapelor de epurare avansată (oxidare catalitică/ultrafiltrare) poate fi schimbată pentru a
40 maximiza performanțele procesului.

41 În continuare, este prezentat procedeul integrat oxidare catalitică - ultrafil-
42 trare/ultrafiltrare - oxidare catalitică, în legătură cu figura (schema procedurii integrat de
43 degradare chimică și separare pe membrane semipermeabile pentru epurarea apelor uzate
44 conținând poluanți emergenți).

45 Procedeul integrat de oxidare catalitică și ultrafiltrare conține două etape de epurare
46 avansată (figura). Apa uzată este alimentată din rezervorul **6** în reactorul catalitic **5**, unde are
47 loc etapa de oxidare catalitică. În reactorul catalitic **5** se introduce o soluție de acid sulfuric
diluată din rezervorul **1** pentru modificarea pH-ului apei uzate, până la o valoare acidă de pH,

RO 131271 B1

cuprinsă în intervalul 2,5...4; apoi se dozează suspensia acidă a catalizatorului din rezervorul **4** și, după stabilizarea valorilor de temperatură și pH, se adaugă, în mod continuu, o soluție de peroxid de hidrogen, de concentrație 30...50% din rezervorul **3**. Cantitatea totală de peroxid de hidrogen depinde de încărcarea organică a apei uzate și se va determina în laborator, într-un experiment prealabil. Doza de catalizator în masa de reacție va fi cuprinsă între 0,5...10 g catalizator/l. Reacția se conduce până la epuizarea oxidantului (peroxid de hidrogen). La final, se introduce, din rezervorul **2**, cu ajutorul unei pompe de dozare, o soluție diluată de hidroxid de sodiu, pentru neutralizarea acidității apei epurate, astfel încât pH-ul final să fie în intervalul 7...8. La această valoare de pH, ionii de Fe solubilizați în timpul procesului de oxidare, ce decurge în mediu acid, precipită sub forma hidroxizilor de Fe, cu formare de coloizi. Procesul de oxidare catalitică este urmărit cu ajutorul unui senzor de temperatură, al unui pH și al unui senzor de peroxid de hidrogen.

Catalizatorul poate aparține uneia din următoarele categorii: argilă naturală care conține Fe, oxizi de Fe depuși pe argilă, argilă schimbată ionic cu Fe, argilă activată acid schimbată ionic cu Fe, oxizi de Fe depuși pe argilă activată acid, argilă naturală calcinată, argilă cu stâlpi micști conținând oxizi de Fe sau Cu, zeoliți sintetici sau naturali conținând Fe schimbat ionic, sub forma oxizilor de Fe depuși pe suport, sau substituiți izomorfic cu Fe, oxizi de Fe depuși pe alumină, oxizi de Fe depuși pe silice.

La finalizarea reacției de oxidare catalitică, după corectarea pH-ului, suspensia de apă epurată și catalizator este preluată cu ajutorul pompei **7** și pompată în modulul **8** de ultrafiltrare care conține membranele semipermeabile de ultrafiltrare. Randamentul procesului (gradul de epurare obținut) depinde în mod esențial de caracteristicile membranelor de ultrafiltrare utilizate și de modalitatea de realizare a curgerii în ultrafiltrare. În această situație, etapa de ultrafiltrare poate fi condusă atât în curgere de capăt (situație în care rezultă un singur curent de ieșire, permeat sau apa epurată), cât și în curgere tangențială (cu scindarea curentului de alimentare la ultrafiltrare în 2 curenți de ieșire: permeatul - apa epurată și concentratul care se recirculă înapoi în reactorul de oxidare catalitică). În configurația oxidare catalitică - ultrafiltrare, membranele de ultrafiltrare rețin o parte din moleculele de poluanți emergenți neoxidați, precum și o parte din compușii de reacție rezultați în treapta de oxidare catalitică, catalizatorul solid și coloizii de oxihidroxizi de fier, precipitați la pH neutru, rezultând astfel un efluent a cărui calitate permite deversarea în receptori naturali sau recircularea apelor uzate.

În configurația ultrafiltrare - oxidare catalitică, modulul **8** de ultrafiltrare este direct alimentat, cu ajutorul pompei **7**, cu apă uzată din rezervorul **6**. În această situație, procesul de ultrafiltrare este condus în curgere tangențială, adică fluxul de intrare este separat în două fluxuri de ieșire: permeatul, care străbate membrana de ultrafiltrare și care reprezintă curentul de apă epurată (colectat prin drenul **10**) și, respectiv, concentratul care conține toate speciile reținute pe membrana de ultrafiltrare. În această configurație, concentratul este trimis, prin conducta **13**, în reactorul de oxidare catalitică **5**, unde are loc procesul de oxidare catalitică în prezența apei oxigenate, iar ulterior apa epurată este colectată prin drenul **14**.

Parametrii procesului de ultrafiltrare sunt urmăriți cu ajutorul a doi senzori de presiune plasați înainte și după modulul cu membrane de ultrafiltrare, iar fluxul de permeat este măsurat cu ajutorul debitmetrului **9**. Când valoarea fluxului de permeat, exprimat ca debit raportat la suprafața ariei membranelor de ultrafiltrare, scade sub o anumită valoare de prag pentru productivitatea sistemului, procesul trebuie oprit, iar membranele de ultrafiltrare trebuie curățate prin spălare în sens invers sau prin curățare chimică. Pentru aceasta se introduce apă demineralizată sau un agent de curățare chimică prin conducta **11**, iar apele de spălare sunt colectate prin drenul **12**.

RO 131271 B1

1 Conform unui exemplu general de realizare a procedurii propus în configurația
oxidare catalitică - ultrafiltrare, apa uzată este alimentată din rezervorul **6** printr-o conductă
3 de alimentare în reactorul de oxidare catalitică **5**, în care se introduce doza optimă de catali-
zator sub formă de pulbere (argilă modificată) și oxidantul, adică o soluție de peroxid de oxigen,
5 având concentrația de 30...50%. În continuare se desfășoară procesul de oxidare cata-
litică în care poluanții organici persistenti sunt degradați în compuși cu moleculă inferioară
7 și cu toxicitate mai redusă.

Au fost efectuate teste catalitice în vederea evaluării activității catalizatorilor, realizate
9 în următoarele condiții de reacție: $pH = 3,5$, temperatura de 30 și 50°C, doza de catalizator
0,5 g/l, cantitatea de apă oxigenată fiind cantitatea stoichiometric necesară descompunerii
11 complete a compușilor organici din apa uzată. În urma testelor efectuate, au fost analizați
următorii indicatori de calitate ai apei: carbon organic total (TOC), azot total (TN), fosfor total
13 (P), azotiți (NO), azotați (NO), fier, cupru și fenoli. Rezultatele experimentale obținute
demonstrează grade de epurare exprimate prin indicatorul Carbon Organic Total, indicatorul
15 TOC, cuprins între 6 și 41% în cazul temperaturii de 30°C și, respectiv, între 11 și 41% la
temperatura de 50°C. Pentru indicatorul de calitate TN, aceste grade de epurare sunt
17 cuprinse între 23 și 28% la 30°C, și valori cuprinse între 12 și 34% la 50°C. În cazul fosforului
total, s-au obținut grade de epurare cuprinse între 45 și 88% atât la 30°C, cât și la 50°C, iar
19 în cazul azotaților, 17 și 50% la 90°C, și valori cuprinse între 2 și 50% la temperatura 50°C.

Gradul de epurare care prezintă eficiența eliminării fiecărui poluant s-a determinat
21 utilizând relația:

$$GE\% = \frac{C_i - C_f}{C_i} \cdot 100,$$

25 în care:

C_i = concentrația inițială a probei determinată pentru indicatorul de calitate i .

C_f = concentrația finală a probei determinată pentru indicatorul de calitate i .

27 În continuare, apa parțial epurată este pompată cu ajutorul pompei **5** la o presiune
29 cuprinsă între 1 și 2,5 bar în modulul **8** de ultrafiltrare care conține membranele semiperme-
abile de ultrafiltrare, caracterizate printr-o capacitate de retenție moleculară de
31 4000...6000 Da. Membranele de ultrafiltrare rețin catalizatorul sub formă de pulbere, colozii
de oxihidroxizi de Fe apăruți în urma corectării de pH după oxidare, dar și o parte din mole-
33 culele de poluanți emergenți nereacționate.

Rezultatele obținute în cadrul seriilor de teste de ultrafiltrare indică grade de epurare
35 care pornesc de la 40% (exprimate prin indicatorul global CCO-Cr) și de 25% (în cazul
indicatorului TOC). Rezultatele obținute pe membrana de polieter sulfonă indică faptul că
37 gradul de epurare exprimat prin indicatorul CCO-Cr și prin indicatorul TOC scade în timp pe
durata testelor de 4 h, cele mai bune rezultate fiind obținute după 2 h de operare continuă.
39 Valorile gradelor de epurare (exprimate prin indicatorul TOC) obținute la presiuni diferite nu
arată o influență semnificativă a presiunii în domeniul studiat (1...2,5 bar). Valorile gradelor
41 de epurare exprimate prin indicatorul CCO-Cr sunt mai sensibile față de variația presiunii,
dar acest lucru poate fi pus pe seama metodei de analiză a indicatorului CCO-Cr, pentru
43 valori foarte mici ale concentrației de poluanți emergenți.

RO 131271 B1

Revendicare

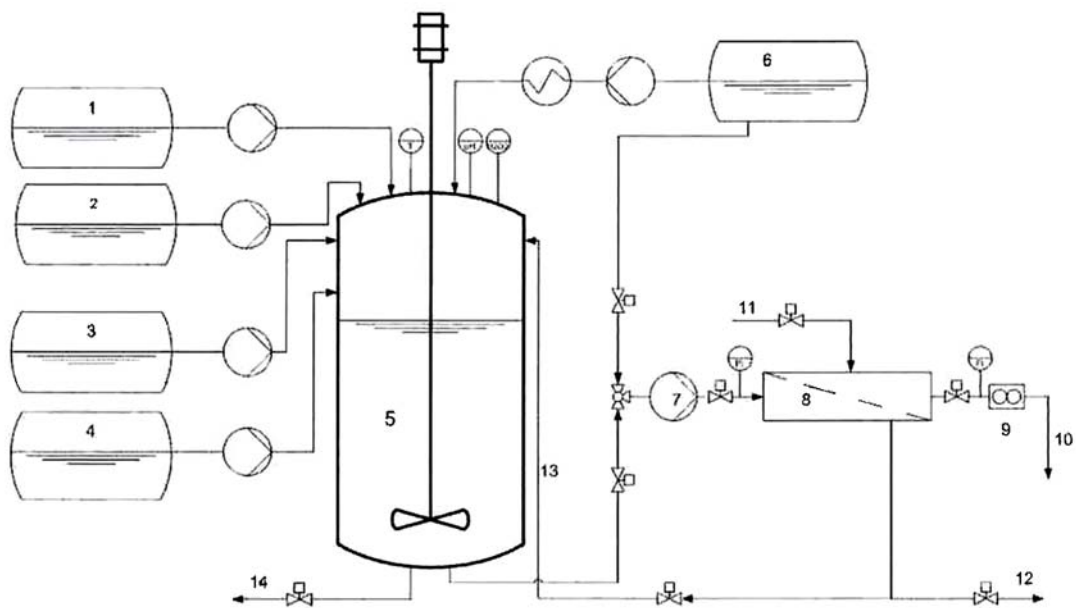
	1
Procedeu integrat de degradare chimică și separare pe membrane semipermeabile pentru epurarea apelor uzate care conțin poluanți emergenți, cum ar fi produse de îngrijire personală, medicamente, inclusiv hormoni, steroizi, analgezice și antibiotice, caracterizat prin aceea că acesta cuprinde următoarele etape de proces:	3
	5
1) oxidarea catalitică a apelor uzate la valori ale <i>pH-ului</i> cuprinse între 2,5 și 4 în prezența unor catalizatori de tip: argilă naturală, oxizi de fier depuși pe argilă, argilă schimbată ionic cu fier, argilă activată acid schimbată ionic cu fier, oxizi de fier depuși pe argilă activată acid, argilă naturală calcinată, argilă cu stâlpi micști care conține oxizi de fier sau cupru, zeoliți naturali sau sintetici care conțin fier schimbat ionic, sub forma oxizilor de fier depuși pe suport, sau substituiți izomorfic cu fier, oxizi de fier depuși pe alumina, oxizi de fier depuși pe silice, într-o cantitate cuprinsă între 0,5 și 10 g/l și în prezența unei cantități stoichiometrice de soluție de apă oxigenată de concentrație cuprinsă între 30 și 50%; și	7
	9
	11
	13
2) ultrafiltrarea suspensiei rezultată din etapa 1), a cărei <i>pH</i> a fost ajustat în domeniul neutru, pe membrane semipermeabile de ultrafiltrare cu o capacitate nominală de retenție moleculară cuprinsă între 4000 și 6000 Da, în modul de operare de tip curgere tangențială, rezultând permeatul, apa epurată, și concentratul care poate fi degradat ulterior în etapa de oxidare, iar în modul de operare de tip curgere de capăt rezultând permeatul, apa epurată.	15
	17
	19

RO 131271 B1

(51) Int.Cl.

C02F 9/04 (2006.01),

C02F 103/36 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 395/2018