



(11) **RO 133757 B1**

(51) **Int.Cl.**

B01D 15/00 (2006.01),

B01J 21/06 (2006.01),

C02F 1/28 (2006.01),

C02F 1/30 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00467**

(22) Data de depozit: **25/06/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/03/2024** BOPI nr. **3/2024**

(41) Data publicării cererii:
30/12/2019 BOPI nr. **12/2019**

(73) Titular:

• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
ELECTROCHIMIE ȘI MATERIE
CONDENSATĂ - INCEMC TIMIȘOARA,
STR.DR.AUREL PĂUNESCU PODEANU
NR.144, TIMIȘOARA, TM, RO**

(72) Inventatori:

• **MANEA FLORICA, STR.LUȚĂ IOVIȚĂ,
NR.12, TIMIȘOARA, TM, RO;**

• **ORHA CORINA,
BULEVARDUL CONSTANTIN
BRÂNCOVEANU, NR.52 A, SC.A, AP.13,
ET.4, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **LAZAU CARMEN, STR. AEROPORT, BL.9,
SC.A, AP13, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **PODE RODICA, STR. FICUSULUI NR.19,
AP.4, GIROC, TM, RO;**
• **URSU DANIEL, STR. LEV TOLSTOI,
NR.13, AP.19, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **POP ANIELA, STR.AVRAM IANCU NR.58,
SC.A, ET.3, AP.10, SATU MARE, SM, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

**US 20120241385 A1; RO 132340 B1;
RO 131776 A0**

(54) **INSTALAȚIE DE FILTRARE ASISTATĂ FOTOCATALITIC
PENTRU TRATAREA APEI ÎN SCOP POTABIL**



RO 133757 B1

1 Invenția se referă la o instalație de filtrare asistată fotocatalitic de tip multi-strat cu rol
dublu de reținere a poluanților din apă ca sistem de filtrare și/sau de degradare a poluanților
3 din apă ca și sistem fotocatalitic în strat fix care necesită utilizarea unei surse de lumină de
tip UV și materiale compozite pe bază de TiO_2 și cărbune activ/zeolit natural granular.

5 Procesul fotocatalitic aparține categoriei de procese de oxidare avansate (POA)
aplicate pentru purificarea apei potabile și decontaminarea apelor reziduale și este
7 considerat o metodă versatilă, prietenoasă cu mediul, care implică costuri reduse [**M.E.
Borges, M. Sierra, E. Cuevas, R. D. Garcia, P. Esparza, Solar Energy, 2016**]. Acest pro-
9 ces permite îndepărtarea poluanților prezenți atât în efluenți apoși cât și gazoși prin inter-
mediul unei reacții care are loc pe suprafața fotocatalitică activată de o radiație luminoasă
11 cu o lungime de undă specifică. Se cunoaște faptul că mecanismul care stă la baza activității
fotocatalitice presupune formarea perechii electron-gol prin iradiere UV, care în anumite
13 condiții generează radicali hidroxil (OH) și alte specii cu capacitate de oxidare ridicată.
Eficiența și aplicarea cu succes a fotocatalizei necesită ca poluantul, catalizatorul și sursa
15 de iluminare să fie în imediata vecinătate sau să intre în contact unul cu celălalt [**A. Zaleska,
Recent Patents on Engineering 2008**]. Cel mai uzual catalizator utilizat pentru purificare
17 apei este TiO_2 datorită proprietăților sale remarcabile: activitate fotocatalitică ridicată, stabili-
tate chimică, nu prezintă toxicitate, poate fi ușor immobilizat pe diferite materiale. Procesul
19 fotocatalitic care utilizează TiO_2 constă în oxidarea mediată de către radicalii hidroxil ($\cdot\text{OH}$)
generați prin formarea perechii electron-gol care conduc la degradarea oricărei molecule
21 organice care ajunge în această zonă producând CO_2 și H_2O . Pe lângă substanțele organice,
acest sistem poate oxida și specii anorganice (cianură, amoniu, nitrit, etc). Cele mai multe
23 aplicații ale procesului de fotocataliză utilizează catalizatorul TiO_2 în suspensie, ceea ce
impune o treaptă ulterioară de filtrare pentru separarea catalizatorului din apă. Pentru a
25 elimina acest inconvenient catalizatorul TiO_2 este depus pe diferite substraturi. Procesul de
fotocataliză heterogenă cu TiO_2 este cel mai des aplicat pentru degradarea poluanților
27 organici din ape reziduale provenite din diferite activități industriale (fenoli, catecoli, naftoli,
clorfenoli, benzeni, acid benzoic, acid salicilic, bifenili policlorurați, etc).

29 Utilizarea catalizatorului TiO_2 immobilizat în plasă de sticlă este raportată în brevetul
US 5683589 pentru degradarea colorantului albastru de metilen din ape reziduale.
31 Dezavantajele acestei invenții se referă la necesitatea unui reactor special dificil de realizat
și la limitarea aplicării pentru degradarea poluanților organici.

33 Se cunoaște aplicarea procesului de fotocataliză heterogenă în etapa de dezinfectie
a apei reziduale care utilizează un compozit care conține un fotocatalizator sau o combinație
35 de fotocatalizatori, de exemplu, TiO_2 și ZnO cementați [**US 2014/0183141 A1**]. Dezavantajul
acestui procedeu îl reprezintă îndepărtarea unui număr redus de contaminanți din apă.

37 Se cunoaște aplicarea procesului fotocatalitic heterogen bazat pe iradiere UV și
catalizator de TiO_2 pe suport de plăci de sticlă cu adaos de ozon gazos pentru producerea
39 radicalilor hidroxil ($\text{TiO}_2/\text{UV}/\text{O}_3$) pentru îndepărtarea amoniului, materiei organice dizolvate
și realizarea treptei de dezinfectie pentru o apă uzată rezultată din acvacultură
41 (**P.A.V.Cabello, M.C.Y.Ortiz, A.L.N. Dinamarca, C.P.S. Vennekool, C.M.O. Sanhueza,
H.V. Morales, US 8038938 B2/2011**). Principalele dezavantaje constau în: necesitatea
43 reglării pH-ului, controlul timpului de staționare în proces (de recirculare) și o treaptă preli-
minară de filtrare mecanică.

45 Compozitele de tipul cărbune activ/ TiO_2 sunt considerate ca fiind o generație nouă
de fotocatalizatori care prezintă potențial ridicat de aplicare datorită efectului sinergic rezultat
47 prin combinarea TiO_2 cu cărbune activ. Efectul sinergic a fost raportat pentru degradarea

RO 133757 B1

unor compuși organici [J. Matos, J. Laine, J.-M. Herrmann, D. Uzcategui, J.L. Brito, Appl. Catal. B: Environ. 70 (2007) 461-469., J.-M. Herrmann, J. Matos, J. Disdier, C. Guillard, J. Laine, S. Malato, J. Blanco, Catal. Today 54 (1999) 255-265]. Se cunoaște metoda de obținere a compozitului cărbune activ/TiO ₂ raportată de către inventatorul B. Michalkiewicz, în brevetul EP 2899239 A1/2015. Dezavantajul acestei invenții îl reprezintă limitarea la îndepărtarea compușilor organici din apă.	1 3 5
Se cunoaște obținerea catalizatorului de TiO ₂ depus pe diferite tipuri de zeolit în scopul utilizării acestuia pentru eliminarea amoniului, compușilor cu azot, compușilor organici volatili din atmosferă și apă uzată [S. Park; J. -S. Hwang; J. -S. Chang; J. -M. Kim; D. S. Kim; H. S. Chai, US 2002/0098977 A1]. Dezavantajul acestei invenții îl reprezintă limitarea la îndepărtarea compușilor cu azot și a compușilor organici volatili din apă.	7 9 11
Se cunoaște aplicarea unui sistem filtrant de tip multistrat cu straturi de cărbune activ granular și zeolit granular cu performanță bună pentru îndepărtarea compușilor organici și ai metalelor grele din apă [D. Thomas McCarthy; A. Deletic; Timothy D. Fletcher, US 2012/02413 85 A1]. Dezavantajul acestei invenții îl constituie fenomenul de epuizare și colmatare a stratului filtrant care produce ruperea acestuia și necesitatea spălării/regenerării acestuia, și implicit, durată de funcționare redusă.	13 15 17
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în elaborarea unei instalații de filtrare asistată fotocatalitic cu performanță ridicată care să permită îndepărtarea mai multor tipuri de poluanți/impurități dizolvați: încărcare organică, amoniu, nitrit, arsen, fier, mangan, microorganisme etc., din sursele de apă pentru potabilizare.	19 21
Instalația de filtrare asistată fotocatalitic pentru tratarea apei în scop potabil conform invenției se realizează în următoarele faze:	23
- se echipează coloana filtrantă cu cele trei straturi filtrante: nisip cuarțos, zeolit granular funcționalizat cu TiO ₂ , cărbune activ granular funcționalizat cu TiO ₂ ;	25
- se trece apa prin coloana filtrantă astfel încât timpul de staționare în coloană să fie minimum 15 min;	27
- se controlează debitul apei;	
- se pornește lampa și sistemul de răcire pentru asistarea filtrării de către fotocataliză (opțional, funcție de caracteristicile apei);	29
- se pornește compresorul și se menține presiunea la 1 bar pentru îmbunătățirea concentrației oxigenului (opțional, funcție de caracteristicile apei);	31
- se controlează parametrii de evaluare a calității apei: încărcare organică, amoniu, nitrit, arsen, fier, mangan;	33
- se stochează apa tratată în rezervorul de stocare.	35
Instalația de filtrare asistată fotocatalitic pentru tratarea apei în scop potabil conform invenției prezintă următoarele avantaje:	37
- versatilitate largă (poate fi aplicat atât ca sistem de filtrare simplă, cât și ca sistem de oxidare avansată aplicabil fie pentru îmbunătățirea eficienței procesului, fie pentru spălarea/regenerarea materialului filtrant);	39
- evitarea generării apei de spălare a sistemului de filtrare încărcată cu contaminanți (așa cum rezultă în cazul filtrării convenționale) datorită degradării contaminanților prin fotocataliză și nu reținerii lor simple în stratul filtrant;	41 43
- durată mare de funcționare;	
- minimizarea pierderii de material filtrant/fotocataiitic;	45
- operare simplă;	
- aplicabilitate pentru o varietate largă de tipuri de apă (potabilă, reziduală, uzată);	47

RO 133757 B1

- 1 - aplicabilitate pentru îndepărtarea unui spectru larg de contaminanți;
- posibilitate de aplicare ca sistem singular sau integrat într-un flux tehnologic
3 complex ca treaptă de finisare.

Se dă un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...3 care reprezintă:

- 5 - fig. 1, schema simplificată a instalației de filtrare asistată fotocatalitic;
- fig. 2, monitorizarea eficienței de îndepărtare a încărcării organice naturale din apa
7 subterană în instalația de filtrare asistată fotocatalitică descrisă în fig. 1.
- fig. 3, monitorizarea eficienței de îndepărtare a acidului humic (AH), a nitritului,
9 amoniului și arsenului în instalația de filtrare asistată fotocatalitică descrisă în fig. 1.

Instalația de filtrare asistată fotocatalitic pentru tratarea apei în scop potabil conform
11 invenției folosește un sistem filtrant asistat fotocatalitic cu rol bifuncțional adsorbiv-
fotocatalitic constituit dintr-o coloană de filtrare multistrat (5) echipată cu trei straturi filtrante:
13 strat cu nisip cuarțos (9), strat cu zeolit modificat cu TiO_2 (10) și cărbune activ modificat cu
 TiO_2 (11), prevăzută cu un tub cilindric central de cuarț echipat cu sistem de răcire (7) în care
15 se imersează lampa (6) alimentată la sursa de curent (8). Sistemul filtrant este alimentat cu
apa brută din rezervorul de alimentare (1) prin pompa (2) și este trecut prin dispozitivul de
17 control a debitului (3) la partea inferioară a coloanei și urcă prin straturile filtrante până la
partea superioară a coloanei, de unde apa tratată este colectată în rezervorul de stocare (8).
19 Opțional, prin sistemul de filtrare asistat fotocatalitic poate fi barbotat aer prin compresorul
(4). Spălarea/regenerarea stratului filtrant se realizează cu apă în contracurent în condiții de
21 lampă pornită și barbotare aer la presiunea de 1 bar.

Eliminarea poluanților/impurităților dizolvate în apă se bazează pe capacitatea de
23 reținere a materialului filtrant, cărbunelui activ și/sau zeolitului care prezintă o selectivitate
pentru anumite impurități dizolvate în condiții de operare cu lampă oprită. Prin pornirea
25 lămpii, TiO_2 de pe suprafața cărbunelui activ și a zeolitului acționează prin activitatea fotoca-
talică generând procese de oxidare și reducere care produc degradarea și mineralizarea
27 compușilor organici dizolvați și transformarea contaminanților anorganici în compuși care pot
fi reținuți pe materialul filtrant sau compuși care nu afectează calitatea apei. De asemenea,
29 procesele de oxidare și reducere care decurg în condiții de iluminare UV permit distrugerea
contaminanților și implicit, curățarea stratului filtrant.

31 Sistemul poate fi utilizat în două moduri, funcție de caracteristicile apei:

- pentru o apă slab încărcată cu contaminanți care pot fi reținuți pe materialul filtrant,
33 lampa UV nu este pornită pe durata funcționării sistemului ci doar în etapa de spălare/rege-
nerare, evitându-se astfel generarea unei apei de spălare încărcată cu contaminanți;

- pentru o apă încărcată cu contaminanți care nu pot fi adsorbiți pe materialul filtrant,
35 sistemul funcționează cu lampa pornită asigurând decontaminarea apei și o auto-curățare
37 în timpul funcționării, datorită proceselor de oxidare/reducere care degradează contaminanții
din apă.

39 Fig. 2, prezintă eficiența îndepărtării încărcării organice naturale din ape naturale
(acizi humici) exprimată ca randament de proces în sistemul de filtrare asistată fotocatalitic
41 pentru debite diferite ale apei puternic încărcată (concentrația acidului humic de 50 mg l^{-1}).
Pentru debitul cel mai mic, de $0,5 \text{ l h}^{-1}$, s-au obținut cele mai mari randamente determinate,
43 încărcarea organică fiind exprimată prin concentrația acidului humic (AH) și prin parametrul
Carbon Organic Total (COT), fiind necesar un timp minim de staționare a apei în coloana
45 filtrantă de 15 min.

RO 133757 B1

În fig. 3, sunt prezentate eficiente de îndepărtare a unui spectru mai larg de contaminanți cu concentrații mai mari decât limita impusă prin Legea apei potabile: acid humic (AH), nitrit, amoniu și arsen, observându-se că pentru îndepărtarea simultană a tuturor contaminanților se impune funcționarea sistemului cu lampa pornită care asigură funcționarea procesului de fotocataliză. Prin asigurarea timpului de staționare de 15 min în sistemul de filtrare asistată fotocatalitic, toți parametrii au ajuns la concentrații sub limita impusă de Legea apei potabile.

RO 133757 B1

1

Revendicare

3

Instalație de filtrare asistată fotocatalitic pentru tratarea apelor de suprafață, din râuri, lacuri, cât și a celor subterane, din foraje, în scopul potabilizării acestora, cu caracteristici bifuncționale adsorbitive-fotocatalitice de decontaminare avansată, care utilizează ca mediu filtrant nisip cuarțos, cărbune activ și zeolit, **caracterizată prin aceea că**, este alcătuită dintr-o coloană cilindrică de filtrare multistrat **(5)** umplută cu trei straturi filtrante fixe care asigură eficiență de filtrare și germicidală, care constau dintr-un strat cu nisip cuarțos **(10)**, un strat cu zeolit modificat, funcționalizat cu fotocatalizatori TiO_2 **(11)** și un strat de cărbune activ, de asemenea, modificat, funcționalizat cu fotocatalizatori TiO_2 **(12)**, în mijlocul instalației, coaxial, este amplasat un tub cilindric central de cuarț echipat cu sistem de răcire **(7)** în care se imersează o lampă **(6)** cu radiație în spectrul ultraviolet, alimentată de la o sursă de curent **(8)**, instalația fiind alimentată la partea inferioară cu apa brută dintr-un rezervor de alimentare **(1)** printr-o pompă **(2)**, trecută printr-un dispozitiv de control a debitului **(3)** și avansează prin straturile filtrante până la partea superioară a coloanei, de unde apa tratată este colectată într-un rezervor de stocare **(9)**, iar prin instalație, opțional, în scopul spălării sau regenerării stratului filtrant, în contracurent de apă, se poate barbota aer la o presiune de 1 bar de la un compresor **(4)**, introdus în instalație la baza coloanei.

5

7

9

11

13

15

17

(51) Int.Cl.

B01D 15/00 (2006.01);

B01J 21/06 (2006.01);

C02F 1/28 (2006.01);

C02F 1/30 (2006.01)

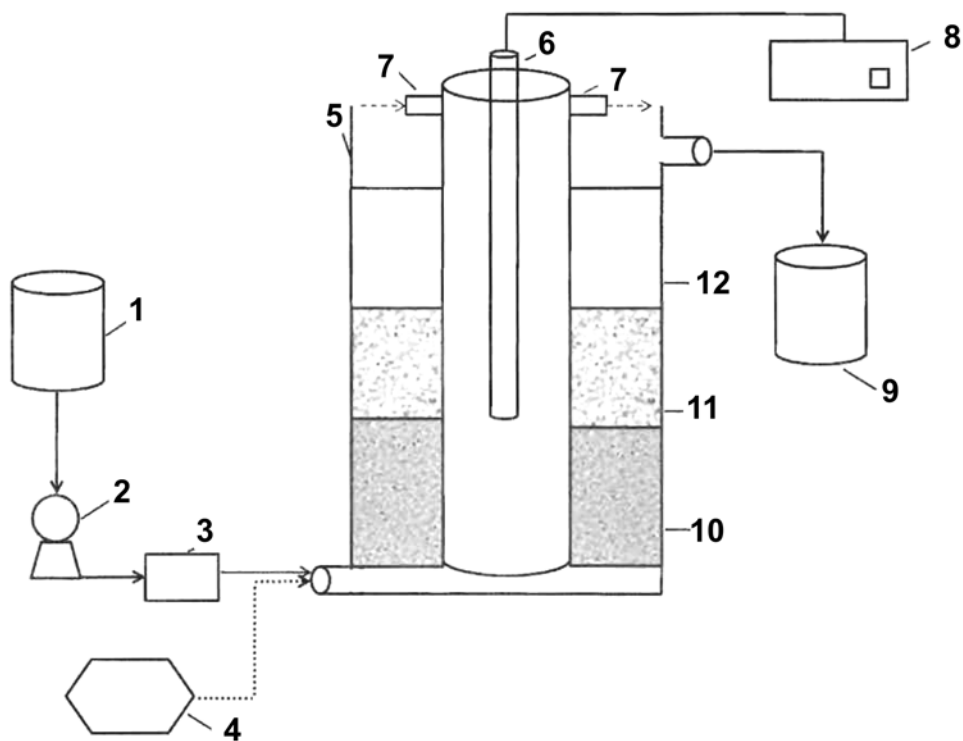


Fig. 1

(51) Int.Cl.

B01D 15/00 (2006.01);

B01J 21/06 (2006.01);

C02F 1/28 (2006.01);

C02F 1/30 (2006.01)

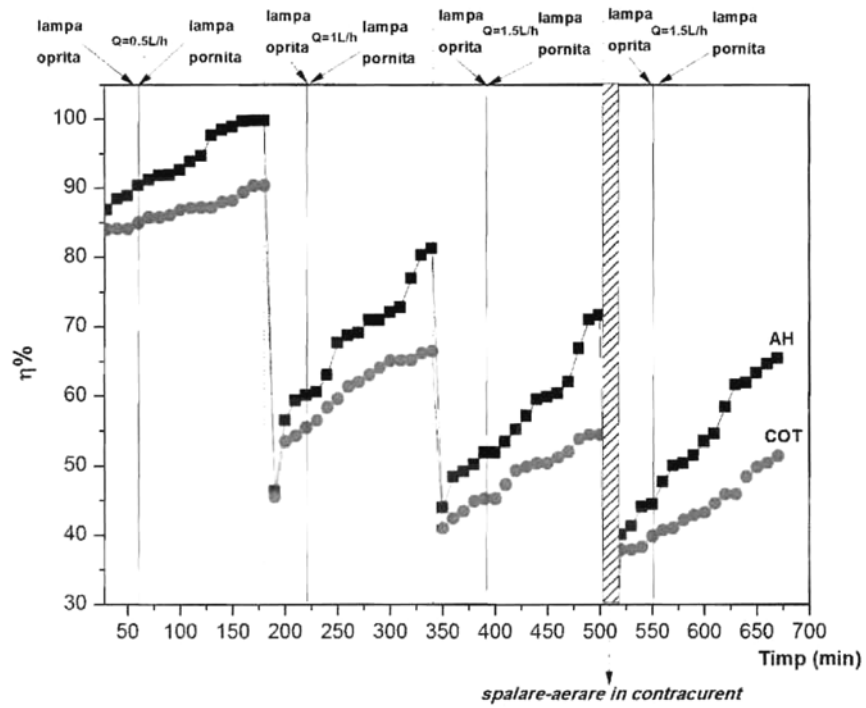


Fig. 2

(51) Int.Cl.

B01D 15/00 (2006.01);
B01J 21/06 (2006.01);
C02F 1/28 (2006.01);
C02F 1/30 (2006.01)

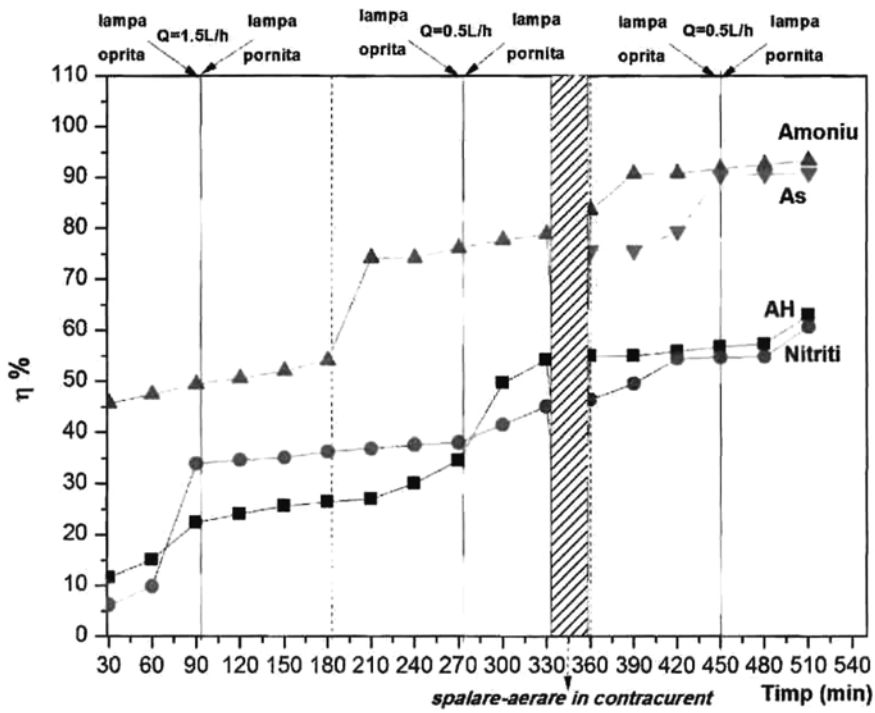


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 87/2024