



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00961

(22) Data de depozit: 05/12/2016

(41) Data publicării cererii:
30/08/2017 BOPI nr. 8/2017

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• MANEA FLORICA,
STR. SURORILE MARTIR CACEU NR. 14,
BL. C4/A, AP. 17, TIMIȘOARA, TM, RO;
• BODOR KATALIN, STR. RECOLTEI
NR. 10, BL. E12, ET. 3, AP. 13, TIMIȘOARA,
TM, RO;

• VLAICU ILIE, STR. PINDULUI NR. 40,
TIMIȘOARA, TM, RO;
• LUNGAR NICOLETA,
INTRAREA LUGOJULUI NR. 21, SC. B,
ET. 3, AP. 8, TIMIȘOARA, TM, RO;
• POP ANIELA, STR. AVRAM IANCU NR.58,
SC.A, ET.3, AP.10, SATU MARE, SM, RO;
• PODE RODICA, STR. FICUSULUI NR. 19,
AP.4, GIROC, TM, RO

(54) INSTALAȚIE ȘI PROCEDEU PENTRU TRATAREA APEI
ÎN SCOP POTABIL

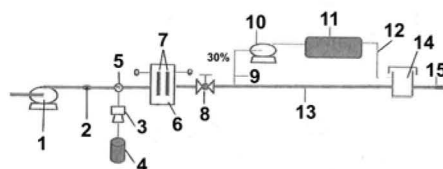
(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație și la un procedeu pentru tratarea apei în scop potabil. Instalația conform invenției folosește un sistem modular constituit dintr-un electrolizor (6) cu electrozi de diamant dopat cu bor (7), alimentat cu apă brută printr-o pompă (1), în care se dozează opțional NaCl printr-un rezervor (4), care se amestecă apoi cu apa brută într-o valvă (2) de amestecare, și este trecută printr-un control de debit (5), iar apa electrolizată, controlată printr-un ștuț (8) de golire, este trecută în proporție de 30% printr-o conductă (9), printr-o pompă (10), într-o unitate (11) de osmoză inversă, din care, printr-o conductă (12), ajunge într-un rezervor (14) de stocare, împreună cu restul de apă electrolizată trecută printr-o conductă (13), și de unde apa potabilă tratată este distribuită printr-o conductă (15). Procedeu conform invenției, care utilizează instalația de tratare, se realizează în următoarele faze: se dozează reactiv NaCl pentru asigurarea condițiilor optime de funcționare a electrolizorului, se trece apa prin electrolizor cu electrozi de diamant dopat cu bor, se controlează debitul apei care alimentează electrolizorul,

pentru a asigura prezența apei în electrolizor în mod continuu, se asigură funcționarea electrolizorului în condiții galvanostatice la densitatea de curent de minimum 25 mAcm^{-2} , și inversând polaritatea aplicată la fiecare 10 min de electroliză, apoi se controlează parametri de evaluare a calității apei, încărcare organică, amoniu, azotit, azotat, clorură și sodiu, iar în final se alimentează rezervorul de stocare prin amestecarea apei electrolizate cu cea trecută prin osmoza inversă.

Revendicări: 2

Figuri: 1



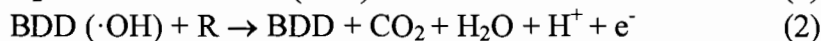
Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



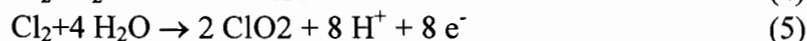
INSTALATIE SI PROCEDEU PENTRU TRATAREA APEI IN SCOP POTABIL

Inventia se refera la elaborarea unui procedeu de tratare avansată a apei potabile bazat pe o instalatie de tip sistem modular care constă într-un electrolizor cu electrozi de diamant dopat cu bor cuplat partial (maxim 30%) cu o unitate de osmoza inversă. Acest sistem poate fi utilizat și pentru epurarea avansată a efluentilor industriali si reziduali si pentru epurarea avansată a apelor uzate municipale.

Se cunoaste aplicarea celulei electrochimice cu electrozi de diamant dopat cu bor in metode de epurare a apelor reziduale sau uzate municipale [Alvarez-Pugliese, C.E.; Marriaga-Cabralles, N.; Machuca-Martinez, F. *Evaluation of Electrochemical Reactors as a New Way to Environmental Protection* 2014, 79-95; Fuji Photo Film Co Ltd., EP1477458; Permelec Electrode Ltd., EP1522526; Windsor Scientific Ltd., Hall, C., Dawes, K., WO/2008/078273]. Electroful de diamant dopat cu bor este cunoscut ca fiind unul dintre cele mai promitatoare materiale de electrod utilizat in special in procesul de electrooxidare avansata datorita urmatoarelor caracteristici ale acestuia: randament ridicat de curent, stabilitate electrochimica, stabilitate la corozione chiar si in medii foarte corozive, suprafata inerta din punct de vedere a proceselor de adsorbție si implicit, de colmatare si fereastra larga de potential care favorizeaza descarcarea O₂ si producerea radicalilor hidroxil care permit degradarea completa a compusilor organici [Fujishima, A.; Einaga, Ya.; Rao, T.N.; Tryk, D.A. *Diamond Electrochemistry*, Elsevier, Tokyo - Amsterdam, 2005, 449]. Majoritatea studiilor cu privire la utilizarea celulei de electroliza cu electrozi de diamant dopat cu bor fac referire la procese de oxidare avansata aplicate pentru epurarea apei reziduale [Cañizares, P.; Hernández-Ortega, M.; Rodrigo, M.A.; Barrera-Díaz, C.E.; Roa-Morales, G.; Sáez, C. *Jornal of Hazardous Materials*, 2008, 164, 120; Brillas, E.; Garcia-Segura, S.; Skoumal, M.; Arias, C. *Chemosphere*, 2010. 79(6), 605] si la dezinfectia acesteia [XH2O Solutions Private Ltd., WO/2012/017445]. Procesul electrochimic cu electrozi de diamant dopat cu bor conta in oxidarea mediata de catre radicalii hidroxil (·OH) generati la anod ca si radicali hidroxil slab adsorbiti la suprafata electrodului (reactia 1), care conduc la degradarea oricarei molecule organice care ajunge in aceasta zona producand CO₂ si H₂O (reactia 2). Pe langa substantele organice, acest sistem poate oxida si specii anorganice (cianura, amoniu, azotit etc).



De asemenea, in functie de matricea apei asupra careia se aplica procesul electrochimic cu electrozi de BDD, se pot forma si alte specii oxidante care imbunatatesc procesul de oxidare: ozon, sulfat si persulfat. In prezenta anionului clorura, se genereaza Cl₂ si acidul hipocloros (conform reactiilor 3 si 4), care au rol si de agent de dezinfectie.



6

Se cunosc aplicatii ale procesului electrochimic cu electrozi de diamant dopat cu bor in oxidarea avansata a unor poluanti organici specifici din ape reziduale si pentru dezinfectia apei [Permelec Electrode Ltd., EP1522526; Windsor Scientific Ltd., Hall, C.; Dawes, K., WO/2008/078273; Condias GmbH., DE102008047148 A1]. Dezanvantajul metodelor prezentate consta in necesitatea unei conductivitati minime pentru asigurarea operarii in conditii optime a celulei de electroliza, care conduce la o salinitate prea ridicata a apei tratate. Din acest motiv, nu s-a raportat integrarea celulei de electrooxidare in tehnologia de tratare a apei in scop potabil.

Procesul de osmoza inversa (RO) este un proces cu utilizari dese in desalinizarea apei (Arba, J.W.; Zoccolante, G.V.; Wood, J.H.; Ganzi, G.C., US20026398965; Gsell, G.V., US20046679988). Totusi, aplicarea acestui proces pentru intreg debitul de apa duce la indepartarea si a altor specii dizolvate a caror prezenta ii confera apei o calitate imbunatatita si impune costuri ridicate de operare.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in elaborarea unui procedeu de tratare avansata a apei potabile bazat pe o instalatie care sa permita indepartarea in conditii de performanta ridicata din sursele de apa subterana a mai multor tipuri de poluanti/impuritati in special a incarcarii organice, amoniului, azotitului si azotatului si a microorganismelor.

Instalatia si procedeul pentru tratarea apei in scop potabil conform inventiei foloseste un sistem modular constituit dintr-un electrolizor (6) cu electrozi de diamant dopat cu bor (7) alimentat cu apa bruta prin o pompa (1), in care se dozeaza optional reactiv NaCl prin un injector (3) din un rezervor (4), care se amesteca cu apa bruta in valva de amestecare (2) si care este trecuta prin un control de debit (5). Apa electrolizata controlata printr-un stut de golire (8) din care se preleveaza proba de apa pentru determinarea parametrilor de control, este trecuta in proportie de 30% prin conducta (9) prin o pompa (10) in o unitate de osmoza inversa (11), din care prin conducta (12) ajunge in rezervorul de stocare (14) impreuna cu restul de apa electrolizata trecuta printr-o conducta (13). Din rezervorul de stocare (14) apa potabila tratata este distributa prin o conducta (15).

Instalatia si procedeul pentru tratarea apei in scop potabil conform inventiei se realizeaza in urmatoarele faze :

- Se dozeaza reactiv NaCl pentru asigurarea conditiilor optime de functionare a electrolizorului
- Se trece apa prin electrolizor cu electrozi de diamant dopat cu bor
- Se controleaza debitul apei care alimenteaza electrolizorul pentru a asigura prezenta apei in electrolizor in mod continuu
- Se asigura functionarea electrolizorului in conditii galvanostatice la densitatea de curent de minim 25 mAcm^{-2} si inversand polaritatea aplicata la fiecare 10 minute de electroliza
- Se controleaza parametrii de evaluare a calitatii apei : incarcare organica, amoniu, azotit, azotat, clorura, sodiu
- Se alimenteaza unitatea de osmoza inversa cu 30% din debitul apei electrolizata
- Se alimenteaza rezervorul de stocare prin amestecarea apei electrolizate cu cea trecuta prin osmoza inversa



Instalatia si procedeul pentru tratarea apei in scop potabil conform inventiei prezinta urmatoarele avantaje :

- versatilitate larga (poate fi aplicat atat ca si electrooxidare, electroreducere si electrodezinfectie) ;
- operare simpla;
- aplicabilitate pentru o variate larga de tipuri de apa (potabila, reziduala, uzata):
- posibilitate de aplicare ca sistem singular sau integrat intr-un flux tehnologic complex

Se da un exemplu de realizare a inventiei in legatura cu figura care reprezinta :

Fig.1. Schema bloc a sistemului modular compus din electrolizor echipat cu electrozi de diamant dopat cu bor asistat partial de modulul de osmoza inversa

Instalatia si procedeul pentru tratarea apei in scop potabil conform inventiei consta in utilizarea electrolizorului echipat cu electrozi de diamant dopat cu bor intr-un ansamblu in care se cupleaza modulul de osmoza inversa care intra in functiune partial (maxim 30%) si optional functie de conductivitatea apei supusa procesului de electrooxidare.

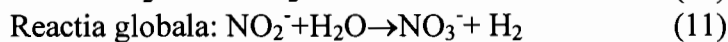
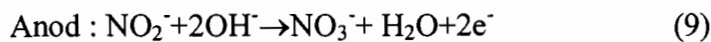
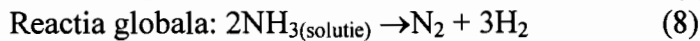
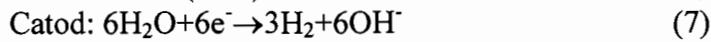
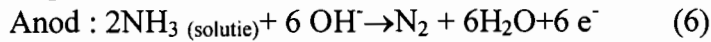
Un sistem modular compus din electrolizorul echipat cu electrozi de diamant dopat cu bor asistat partial de modulul de osmoza inversa permite tratarea avansata a apei in scop potabil putand fi usor adaptat diferitelor tipuri de surse de apa potabila. Celula electrochimica cu electrozi de diamant dopat cu bor reprezinta elementul central al acestui modul, putand fi operata specific functie de caracteristicile de calitate a a sursei de apa. Celula electrochimica cu electrozi de diamant dopat cu bor poate functiona ca proces de electrooxidare, proces de electroreducere si proces de dezinfectie. Modulul de osmoza inversa este cuplat cu celula electrochimica doar in situatii de salinitate ridicata, fiind suficienta o trecere a doar 30% din apa tratata electrochimic. Sistemul constă în cuplarea partiala a unui electrolizor echipat cu electrozi de diamant dopat cu bor cu o unitate de osmoza inversă care va fi utilizată doar pentru 30 % din debitul total al apei de tratat.

Problema pe care o rezolva inventia consta in elaborarea unui procedeu de tratare avansata a apei potabile bazat pe o instalatie experimentală care contine un sistem modular care consta dintr-un electrolizor echipat cu electrozi de diamant dopat cu bor cuplat partial (maxim 30%) cu o unitate de osmoza inversa. Acest sistem permite indepartarea mai multor tipuri de poluanti/impuritati din sursa de apa pentru potabilizare. Prin operarea electrolizorului ca si proces de electrooxidare se asigura conditiile de indepartare avansata a incarcarii organice, amoniului si azotitului, asigurand in acelasi timp si treapta de dezinfectie prin introducerea in sistem a NaCl la concentratia care sa asigure conductivitatea de operare de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Excesul de clorura si repectiv sodiu fata de concentratia maxim admisa prin legislatie se indeparteaza prin cuplarea partiala (maxim 30 %) cu unitatea de osmoza inversa. Prin inversarea polaritatii celulei de electrooxidare, se asigura conditii atat de curatare a suprafetei electrozilor de eventualele depuneri dar si conditii de electroreducere care asigura indepartarea azotatului din apa. Astfel, prin aplicarea succesiva a polaritatii anodice cu cea catodica se asigura conditii de nitrificare/denitrificare electrochimica, proces caracterizat de performanta ridicata in indepartarea din sursele de apa subterana a amoniului, azotitului si azotatului.

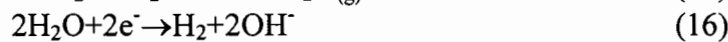
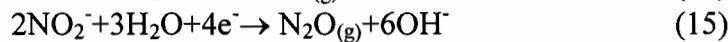
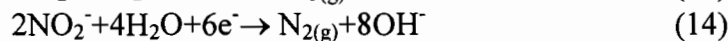
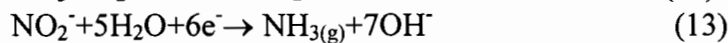
Fig. 1 reprezinta o diagrama bloc care ilustreaza sistemul modular pentru realizarea procedeuului de tratare avansata a apei potabile conform conceptiei acestei inventii. Apa bruta, care poate proveni din diferite surse de apa este alimentata prin pompa 1 in electrolizorul 6, in care se dozeaza optional solutie de NaCl cu pompa dozatoare 3 din rezervorul 4, asigurandu-

se un debit minim in electrolizor controlat prin debitmetrul 5. Functie de compozitia apei brute, electrolizorul poate functiona fie doar ca si celula de electrooxidare, fie doar ca si celula de electroreducere sau ca si celula electrochimica in care alterneaza cele doua procese de oxidare si reducere. Functionarea celulei este comandata de catre polaritatea aplicata electrolizorului, in regim galvanostatic la densitate de curent de 25-100 mAcm⁻².

Prin functionarea electrolizorului ca si celula de electrooxidare pot fi indepartati din apa : substanta organica dizolvata pe baza reactiilor (1) si (2), amoniu pe baza reactiilor(6-8) si azotitul pe baza reactiilor (9-11).



Prin functionarea electrolizorului ca si celula de electroreducere pot fi indepartati din apa azotitii si azotatii conform reactiilor (12-16) care decurg la catod.



In plus, prin operarea electrolizorului ca si celula de electrooxidare, prezenta clorurii fie din matricea apei sau prin dozarea NaCl, se pot genera agenti de dezinfectie conform reactiilor (3-5) care distrug microorganismele asigurand treapta de dezinfectie a apei. La iesire din electrolizor, pe langa parametrii de control ai calitatii apei (incarcare organica, amoniu, azotit, azotat, microorganismele) se determina si anionul clorura si cationul sodiu prelevand apa prin stutul de golire 8 si maxim 30 % din apa electrolizata este trecuta optional prin conducta 9 prin pompa 10 in modulul de osmoza inversa 11, de unde prin conducta 12 ajunge in rezervorul de stocare 14 impreuna cu apa electrolizata trecuta direct prin conducta 13. Din rezervorul de stocare 14, apa este distribuita prin conducta 15 ca si apa tratata.

Prin aplicarea acestui procedeu de tratare avansată a apei potabile bazat pe un sistem care constă în cuplarea unei electrolizor echipat cu electrozi de diamant dopat cu bor cu o unitate de osmoza inversă care va fi utilizata partial doar pentru maxim 30 % din debitul total al apei de tratat, se pot indeparta din apa incarcarea organica, amoniu, azotiti, azotati, microorganismele, astfel incat concentratia lor sa fie sub CMA (concentratia maxima admisa) impusa prin legislatie.

REVENDICARI

1. Instalatie de tratare a apei in scop potabil **caracterizata prin aceea ca** foloseste un sistem modular constituit dintr-un electrolizor (6) cu electrozi de diamant dopat cu bor (7) alimentat cu apa bruta prin o pompa (1), in care se dozeaza optional reactiv NaCl prin un injector (3) din un rezervor (4), care se amesteca cu apa bruta in valva de amestecare (2) si trecuta prin un control de debit (5). Apa electrolizata controlata printr-un stut de golire (8) este trecuta in proportie de 30% prin conducta (9) prin o pompa (10) in o unitatea de osmoza inversa (11), din care prin conducta (12) ajunge in rezervorul de stocare (14) impreuna cu restul de apa electrolizata trecuta printr-o conducta (13) si de unde apa potabila tratata este distributa printr-o conducta (15).
2. Procedeu de tratare a apei in scop potabil **caracterizat prin aceea ca se realizeaza in urmatoarele faze :**
 - Se dozeaza reactiv NaCl pentru asigurarea conditiilor optime de functionare a electrolizorului
 - Se trece apa prin electrolizor cu electrozi de diamant dopat cu bor
 - Se controleaza debitul apei care alimenteaza electrolizorul pentru a asigura prezenta apei in electrolizor in mod continuu
 - Se asigura functionarea electrolizorului in conditii galvanostatice la densitatea de curent de minim 25 mAcm^{-2} si inversand polaritatea aplicata la fiecare 10 minute de electroliza
 - Se controleaza parametrii de evaluare a calitatii apei : incarcare organica, amoniu, azotit, azotat, clorura, sodiu
 - Se alimenteaza unitatea de osmoza inversa cu 30% din debitul apei electrolizata
 - Se alimenteaza rezervorul de stocare prin amestecarea apei electrolizate cu cea trecuta prin osmoza inversa

2

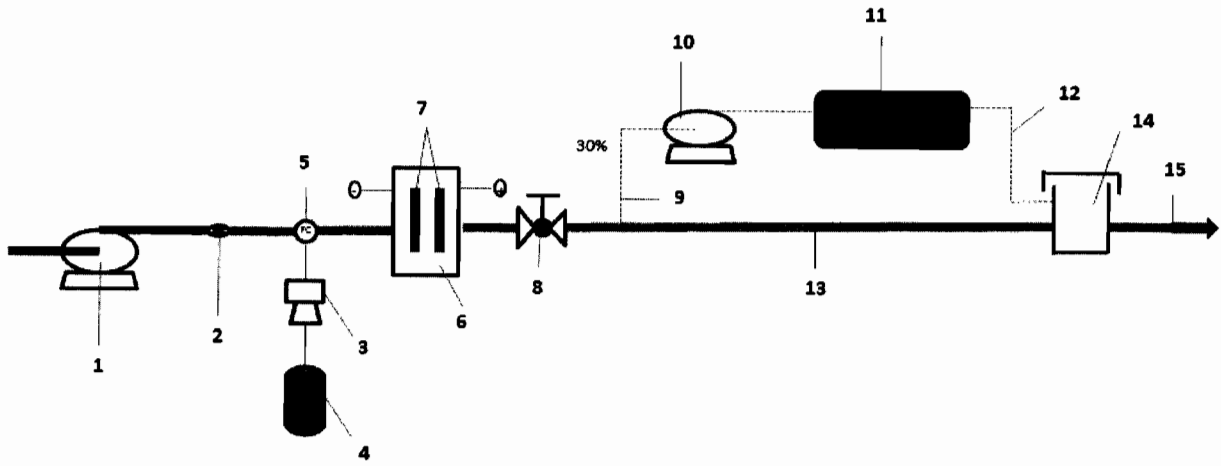


Figura 1