



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00397**

(22) Data de depozit: **04/06/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/07/2023** BOPI nr. **7/2023**

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

(73) Titular:  
• **I.C.P.E.BISTRIȚA S.A.**, STR. PARCULUI  
NR. 7, BISTRIȚA, BN, RO;  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN  
BUCUREȘTI**, SPLAIUL INDEPENDENȚEI,  
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• **VÂJU DUMITRU**,  
STR. TUDOR VLADIMIRESCU NR.43,  
BISTRIȚA, BN, RO;  
• **HETVARY MIHAELA**, STR. CANTONULUI  
NR. 1, BL. 1, SC. A, AP. 20, BISTRIȚA, BN,  
RO;  
• **IGNAT DANIELA MARIA**,  
STR. SUBCETATE NR.25, BISTRIȚA, BN,  
RO;

• **BĂISAN GABRIELA CORNELIA**,  
STR. VALERIU BRANIȘTE, NR. 14,  
BISTRIȚA, BN, RO;  
• **STANCIU DANIELA**, STR. SUBCETATE  
BL.61B, SC.B, ET.1, AP.6, BISTRIȚA, BN,  
RO;  
• **VLAD GRIGORE**, STR. GHINZII NR.40 A,  
BISTRIȚA, BN, RO;  
• **PREDESCU ANDRA MIHAELA**,  
STR. GLĂDIȚEI NR.42, BL. T7, ET.4, AP.405,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• **MATEI ECATERINA**, BD.  
CONSTRUCTORILOR NR.3, BL. G-3, ET.2,  
AP.20, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**MD 2406 F1; CN 107447233 A**

(54) **DISPOZITIV DE TRATARE ȘI RECUPERARE A METALELOR  
GRELE DIN APA UZATĂ PRIN UTILIZAREA OXIZILOR  
DE FIER NANOSTRUCTURAȚI**



# RO 133776 B1

1           Invenția se referă la realizarea unui dispozitiv ecologic de tratarea și recuperarea  
2           oxizilor de fier nanostructurați (magnetita) utilizați la tratarea apelor cu conținut de metale  
3           grele. După recuperarea oxizilor de fier nanostructurați prin aglomerare într-un câmp mag-  
4           netic alternativ, aceștia sunt reutilizați în procesul de epurare a apei. După mai multe cicluri  
5           de tratare a magnetitei în procesul de epurare a apei, în funcție de concentrația metalelor  
6           grele dizolvate în apă, acestea sunt adsorbite la suprafața magnetitei, de unde sunt recu-  
7           perate prin spălare cu apă și concentrate prin decantare și reutilizate. În scopul recuperării  
8           eficiente a magnetitei nanostructurate din apa epurată, după zona câmpului electromagnetic,  
9           apa este post-filtrată printr-un filtru textil.

10           Se cunosc instalații de recuperare a oxizilor de fier nanostructurați utilizați în epurarea  
11           apelor industriale constând dintr-un tambur cu ax orizontal, tambur parțial imersat în apă  
12           epurată cu magnetita și care se rotește cu viteza mică de ordinul mm/s, iar pe suprafața  
13           cilindrică a acestuia sunt montați un sistem de magneți permanenți pe care se fixează  
14           particulele de magnetita din apa epurată, care apoi sunt recuperate de pe suprafața tambu-  
15           rului prin răzuire. Deficiențele acestei instalații constau în faptul că nu asigură în volumul de  
16           trecere de la apă la magnetită intensități ale câmpului electric peste pragul de activare a  
17           reacțiilor chimice de oxido-reducere și cataliză și separarea magnetitei de pe tambur prin  
18           răzuire asigură un grad mic de recuperare pentru particulele de dimensiuni nanometrice. De  
19           asemenea, se cunosc dispozitive de recuperare a magnetitei din apă într-o conductă din  
20           material izolant din punct de vedere electric, conductă care trece printr-un solenoid cu mai  
21           multe straturi de spire care este alimentat cu tensiune continuă de către o sursă electronică  
22           în scopul generării în interiorul solenoidului a unui câmp magnetic continuu care produce  
23           aglomerarea magnetitei pe suprafața miezului magnetic din interiorul conductei. Recuperarea  
24           efectivă a magnetitei aglomerate pe miezul magnetic se face prin oprirea sursei de tensiune  
25           de alimentare a solenoidului și evacuarea apei din zona miezului magnetic în exterior.

26           Soluțiile descrise mai sus au dezavantajul că utilizează pentru aglomerarea mag-  
27           netitei din apă câmpuri magnetice staționare care produc magnetizarea permanentă a parti-  
28           culelor de magnetită cu diametru mai mare și din această cauză, după un număr de cicluri  
29           de funcționare, prin auto-aglomerare suprafața specifică a acestora se diminuează, reducând  
30           eficiența acestora. Un alt dezavantaj este faptul că utilizând câmp magnetic staționar, în  
31           zona de graniță dintre particulele de apă și magnetită, nu apar câmpuri electrice a căror  
32           intensitate să depășească valoarea de prag pentru apariția reacțiilor chimice de oxido-  
33           reducere și cataliză.

34           Invenția înlătură dezavantajele menționate anterior, prin aceea că magnetita sub  
35           formă granulară de dimensiuni nanometrice, este introdusă într-un rezervor, rezervor pre-  
36           văzut cu un agitator de preparare a soluției de magnetită în apă, iar din acest rezervor,  
37           soluția de magnetită este preluată de către o pompă dozatoare și trimisă într-o coloană  
38           verticală în care este imersată o pompă submersibilă de antrenare a soluției apa-magnetită  
39           printr-un debitmetru cu ieșire electrică în impulsuri care măsoară debitul de apă, debit care  
40           trebuie să fie inferior unui debit maxim prestabilit, urmând două sub-module magnetice de  
41           separare prin aglomerare în câmp magnetic alternativ a magnetitei încărcate cu particule  
42           coloidale de metale grele din apă, sub-module magnetice legate hidraulic în paralel, unul în  
43           funcțiune (AGLOMERARE MAGNETITĂ), iar celălalt în faza de EVACUARE nămol  
44           concentrat de magnetită și metale grele sau PAUZĂ. Selecția traseului de fluid apă-mag-  
45           netită către unul din sub-module magnetice A sau B se face cu ajutorul unor vane hidraulice  
46           cu acționare electrică comandate de către un tablou electric de acționare și automatizare ce  
47           conține un automat programabil (PLC) în care se implementează pașii de funcționare  
48           automată a dispozitivului. În prima fază de funcționare a dispozitivului, prin deschiderea

# RO 133776 B1

vanei automate de intrare a sub-modulului magnetic A, apa cu magnetită intră în partea inferioară a acestuia și ajunge în vecinătatea unei bobine multistrat sub formă cilindrică verticală, bobina fiind alimentată cu tensiune alternativă de către o sursă electronică de putere de tip inverter, în centrul bobinei fiind montat un miez magnetic din oțel sub formă cilindrică filetată (prezon) de susținere a bobinei în care apare un câmp magnetic alternativ generat de spirele bobinei, câmp magnetic care se închide printr-o diafragmă orizontală din oțel cu rol de fixare a bobinei într-un tronson de conductă metalică tot din oțel, pereții conductei și capătul inferior al solenoidului. Forța magnetică de atracție a magnetitei dizolvate în apă către centrul bobinei datorată câmpului magnetic generat de către aceasta este egală cu gradientul energiei magnetice conform relației următoare:

$$F_m = grad\left(\frac{1}{2} \cdot \mu \cdot H(t)^2\right)$$

unde -  $\mu$  este permitivitatea magnetică

$H(t)$  - intensitatea câmpului magnetic

Conform relației menționate, forța magnetică de atracție (aglomerare) a magnetitei este proporțională cu pătratul intensității câmpului magnetic, rezultând că păstrează același sens de deplasare, indiferent de sensul câmpului magnetic, adică alimentând solenoidul cu tensiune alternativă, sensul forțelor magnetice se păstrează, dar intensitatea acestora depinde de timp și de configurația geometrică și parametrii fizici ai materialelor din care este confecționat sub-modulul. Sub acțiunea câmpului magnetic variabil în timp, particulele de magnetită nu prezintă o magnetizare remanentă care să producă auto-aglomerarea acestora după mai multe cicluri de utilizare a acestora reducându-le suprafața specifică. Tot datorită câmpului magnetic variabil în timp și a diferențelor de presiune din apa aflată în vecinătatea bobinei, particulele de magnetită au o mișcare de vibrație microscopică care favorizează captarea eficientă a metalelor dizolvate în apă. În zona de trecere (graniță) dintre o particulă solidă de magnetită și apa în care este imersată, forța magnetică are valoarea maximă și în această zonă datorită câmpului magnetic variabil apare, în timp, un câmp electric intens care favorizează apariția reacțiilor chimice de oxido-reducere și cataliză a poluanților dizolvați în apă. Particulele de magnetită din apă care nu au fost reținute în vecinătatea bobinei străbat împreună cu debitul de apă fantele diafragmei din oțel și sunt reținute într-un material textil poros. După un timp prestabilit, în funcție de debitul de apă, concentrația metalelor grele și concentrația magnetitei, vecinătatea bobinei se saturează cu suspensii de magnetită și metale grele astfel încât gradul de reținere a acestora din apă scade semnificativ. Pentru evacuarea acestor suspensii din sub-modulul magnetic A, debitul de apă-magnetită este comutat prin închiderea vanei de intrare a sub-modulului A și deschiderea unei vane hidraulice cu acționare electrică pe sub-modulul B, repetându-se și în acesta fenomenele prezentate pentru sub-modulul A, iar apa de la ieșirea sub-modulului B este direcționată către sub-modulul A prin închiderea unei vane hidraulice de ieșire cu acționare electrică, pe care îl parcurge în sens descendent. Prin oprirea alimentării electrice a bobinei din cadrul sub-modulului A și deschiderea unei vane hidraulice cu acționare electrică de spălare a sub-modulului A, concentratul de magnetită-metale grele ajunge în coloana pompei submersibile din care este recirculată. După evacuarea concentratului din sub-modulul A, vana hidraulică de spălare a acestuia se închide și se deschide vana hidraulică cu acționare electrică de pe ieșirea celor două sub-module, sub-modulul A trecând în faza de PAUZĂ, apa procesată de sub-modulul B fiind reciclată sau deversată până în momentul în care și acest sub-modul se saturează cu magnetita și metale grele, moment în care sub-modulul B parcurge aceeași pași ca sub-modulul A, ciclurile reluându-se. Magnetita se reutilizează până ce suprafața

# RO 133776 B1

1 acesteia se saturează cu metale grele, moment în care concentratul de magnetită se  
2 direcționează către un sistem de spălare cu site, metalele grele fiind recuperate prin  
3 decantare și filtrarea în saci, iar după spălare, magnetita se reutilizează. Controlul procesului  
4 de tratare și recuperare a magnetitei se face prin controlul debitului de apă, intensitatea  
5 câmpului magnetic și durata fiecărui ciclu.

6 Funcționând în acest fel, dispozitivul de tratare și recuperare a metalelor grele din  
7 apa uzată prin utilizarea oxizilor de fier nanostructurați, este fiabil, are un consum mic de  
8 energie și asigură o reducere semnificativă a metalelor grele din apă, fără ca să rezulte alți  
9 produși secundari, toxici în apă.

10 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1, în care  
11 se prezintă alcătuirea și traseul hidraulic al dispozitivului.

12 Dispozitivul de tratare și recuperare a metalelor grele din apa uzată prin utilizarea  
13 oxizilor de fier nanostructurați, conform invenției, este compus dintr-un rezervor **1** de apă în  
14 care se introduce magnetita solidă de dimensiuni nanometrice în care se face amestecul de  
15 soluție apă-magnetită cu ajutorul unui agitator vertical **2** acționat de către un motor electric,  
16 soluție preluată de către o pompă dozatoare **3** care o injectează într-o coloană verticală **4**  
17 în care intră apa uzată ce conține metale grele și care trebuie epurată, coloana în care se  
18 face amestecul de apă uzată-soluție de magnetită de către o pompă submersibilă **5** acționată  
19 electric care trimite soluția printr-un debitmetru **6** de măsură a debitului de apă procesat,  
20 debitmetru cu ieșire electrică, debit care trebuie să fie inferior unui debit maxim prestabilit.  
21 Prin amestecul magnetitei de dimensiuni nanometrice cu apă uzată poluată cu metale grele,  
22 la suprafața particulelor de magnetită sunt adsorbite aceste metale și pentru terminarea  
23 procesului de epurare, aceste suspensii din apă (magnetita și metale grele) trebuie extrase.  
24 În scopul aglomerării și extragerii magnetitei din apă, debitul de apă străbate o vană  
25 hidraulică **7** de intrare și ajunge în vecinătatea unei bobine electrice multistrat **8** verticală,  
26 bobina susținută de către un miez magnetic din oțel **9** care este fixat pe o diafragmă orizon-  
27 tală **10** tot din oțel prevăzută cu găuri de trecere a lichidului, diafragma fixată prin sudură în  
28 interiorul unei conducte verticale din oțel **11**. Alimentând bobina **8** cu o tensiune electrică  
29 alternativă de către o sursă electronică de putere-invertor- **12**, în miezul magnetic **9** apare  
30 un câmp magnetic alternativ care se închide prin diafragma **10**, pereții conductei **11** și  
31 capătul inferior al bobinei amintite. Astfel liniile câmpului magnetic alternativ pătrund în  
32 volumul de apă cu magnetită din vecinătatea bobinei producând aglomerarea acesteia sub  
33 influența forțelor magnetice către zonele de câmp intens. Sub acțiunea câmpului magnetic  
34 variabil în timp, particulele de magnetită nu prezintă o magnetizare remanentă care să  
35 producă auto-aglomerarea acestora după mai multe cicluri de utilizare a acestora reducându-  
36 le suprafața specifică. Tot datorită câmpului magnetic variabil în timp și a diferențelor de  
37 presiune din apa aflată în vecinătatea bobinei, particulele de magnetită au o mișcare de  
38 vibrație microscopică care favorizează captarea eficientă a metalelor dizolvate în apă. În  
39 zona de trecere (granița) dintre o particulă solidă de magnetită și apă în care este imersată,  
40 forța magnetică are valoarea maximă și în această zonă datorită câmpului magnetic variabil  
41 în timp apare un câmp electric intens care favorizează apariția reacțiilor chimice de oxido-  
42 reducere și cataliză a poluanților dizolvați în apă. Debitul de apă din care s-a extras  
43 magnetita cu metale grele prin aglomerare, străbate diafragma **10** și ajunge într-un strat  
44 filtrant textil **13** în care sunt reținute particulele de magnetită care nu au fost reținute prin  
45 aglomerare în câmp magnetic și ajunge printr-o vană hidraulică de ieșire **14** cu acționare  
46 electrică, aflată în poziție deschisă, de unde este recirculată în procesul de producție sau  
47 este deversată la rețeaua de canalizare. După un timp prestabilit, în funcție de debitul de

# RO 133776 B1

apă, concentrația metalelor grele și concentrația magnetitei, lichidul din vecinătatea bobinei se saturează cu suspensii de magnetită și metale grele, astfel încât gradul de reținere a acestora din apă scade semnificativ. Pentru evacuarea acestor suspensii din sub-modulul magnetic A descris, debitul de apă-magnetită este comutat prin închiderea vanei <b>7</b> și deschiderea unei vane hidraulice <b>15</b> cu acționare electrică pe un alt sub-modul, sub-modulul B. În acest sub-modul particulele de magnetită sunt aglomerate prin alimentarea unei alte bobine multistrat <b>16</b> de către o sursă electronică de putere de tip invertor <b>17</b> care generează într-un miez magnetic <b>18</b> un câmp magnetic alternativ, liniile de câmp magnetic închizându-se printr-o diafragmă din oțel <b>19</b> de susținere a bobinei, miezului magnetic și pereții unei conducte tot din oțel <b>20</b> în care este fixat tot ansamblul și capătul inferior al bobinei. Procesele fizico-chimice descrise anterior pentru sub-modulul A se desfășoară după același scenariu și pentru sub-modulul B. Apa din vecinătatea bobinei <b>16</b> străbate un filtru textil <b>21</b> și ajunge în partea superioară a acestuia, dar vana de ieșire <b>14</b> fiind închisă, debitul de apă ajunge în sub-modulul A pe care îi parcurge în sens descendent. Prin oprirea sursei electronice de putere tip invertor <b>12</b> și deschiderea unei vane hidraulice de spălare <b>22</b> a sub-modulului A, vana acționată electric, concentratul de magnetită și metale grele din sub-modul ajunge în coloana <b>4</b> de amestec pentru reutilizare. După evacuarea concentratului de magnetită din sub-modulul A, vana de spălare <b>22</b> și vana de ieșire <b>14</b> se închid, astfel că sub-modulul trece în faza de pauză sau așteptare, iar debitul de apă este epurat de către sub-modulul B până și acesta se saturează cu suspensii de magnetită. Evacuarea concentratului de magnetită și metale grele din sub-modulul B se face prin deschiderea vanei <b>7</b> și a unei vane de spălare <b>23</b> acționată electric pentru sub-modulul B și închiderea vanei de ieșire <b>14</b> și a vanelor <b>15</b> și <b>22</b> , după care ciclurile se reiau până la saturarea suprafeței magnetitei cu metale grele, moment în care gradul de adsorbție a metalelor la magnetită se diminuează și aceasta trebuie spălată. Pentru spălarea magnetitei de metalele grele adsorbite, aceasta se direcționează către un sistem de spălare cu site <b>24</b> utilizând apa industrială, metalele grele fiind recuperate prin decantare și filtrare în saci, iar magnetita se reutilizează.	1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27
Dispozitivul ecologic de tratarea și recuperare a oxizilor de fier nanostructurați utilizat în procesul de epurare a apelor cu conținut de metale grele, conform invenției, este fiabil, are un consum mic de energie și asigură o reducere semnificativă a metalelor grele din apă, fără ca să rezulte alți produși secundari, toxici în apă.	29 31

# RO 133776 B1

## Revendicări

1

3

1. Dispozitivul de tratare și recuperare a metalelor grele din apă uzată prin utilizarea oxizilor de fier nanostructurați, **caracterizat prin aceea că**, este constituit dintr-un rezervor (1) în care se prepară, prin agitare, o soluție de apă-magnetită, soluție care este preluată de o pompă dozatoare (3) și trimisă într-o coloană de amestecare (4) în care se obține amestecul dintre magnetită și apa uzată care conține metale grele dizolvate, pentru extragerea metalelor grele din apă în prezența unui câmp magnetic, soluția de apă-magnetită este trimisă, printr-o pompă submersibilă (5), în două sub-module cu funcționare hidraulică alternativă, în care s-a montat o bobină multistrat (8) și (16) alimentată, în fiecare caz, cu tensiune electrică alternativă, de două surse electronice de putere de tip invertoar (12) și (17).

11

13

2. Dispozitiv de tratare și recuperare a metalelor grele din apă uzată, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru a se evita magnetizarea permanentă a particulelor de magnetită care duce la scăderea suprafeței specifice de adsorbție a metalelor grele, bobinele multistrat (8 și 16) sunt alimentate cu tensiune electrică alternativă pentru a genera un câmp magnetic alternativ în vecinătatea lor .

15

17

3. Dispozitiv de tratare și recuperare a metalelor grele din apă uzată, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, prin generarea câmpului magnetic variabil în timp de bobinele multistrat (8 și 16) alimentate de două surse electronice de putere de tip invertoar, particulele de magnetită suferă o mișcare microscopică de vibrație care drenează particulele coloidale dizolvate în apă.

19

21

23

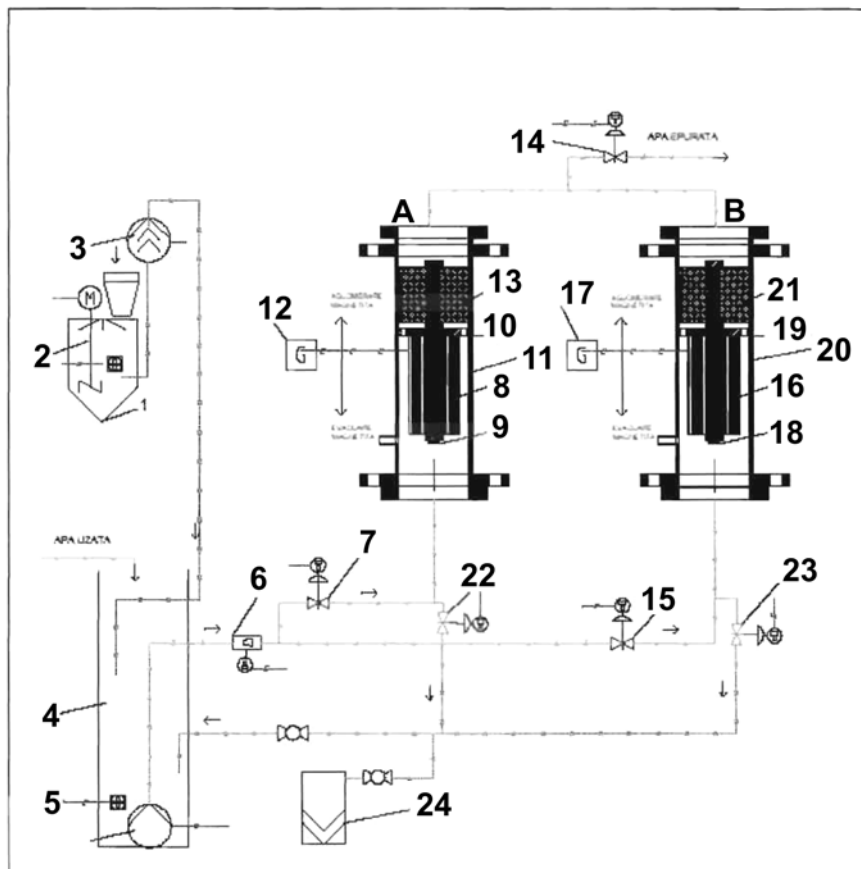
4. Dispozitiv de tratare și recuperare a metalelor grele din apă uzată, conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că**, în zona de trecere dintre o particulă solidă de magnetită și apă, datorită câmpului magnetic variabil în timp, apare un câmp electric intens care produce radicali hidroxil care favorizează cataliza reacțiilor chimice de oxido-reducere dintre apă și substanțele poluante.

25

(51) Int.Cl.

C02F 1/48 (2006.01);

C02F 1/62 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 280/2023