



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00397

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

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

(71) Solicitant:
• 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:
• VĂJU DUMITRU,
STR.TUDOR VLADIMIRESCU NR.43,
BISTRIȚA, BN, RO;
• HETVARY MIHAELA, STR. CANTONULUI
NR. 1, BL. 1, SC. A, AP. 20, BISTRIȚA, BN,
RO;

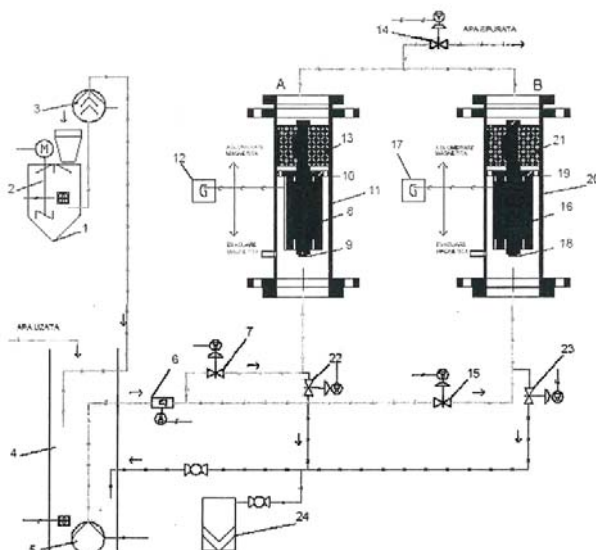
• IGNAT DANIELA MARIA,
STR.SUBCETATE NR.25, BISTRIȚA, BN,
RO;
• BĂISAN GABRIELA CORNELIA,
STR. VALERIU BRANIȘTE, NR.14,
BISTRIȚA, BN, RO;
• STANCIU DANIELA, STR.SUBCETATE
BL.61B, SC.B, ET.1, AP.6, BISTRIȚA, BN,
RO;
• VLAD GRIGORE, STR.GHINZII NR.40 A,
BISTRIȚA, BN, RO;
• PREDESCU ANDRA MIHAELA,
STR.GLĂDIȚEI 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

(54) DISPOZITIV ECOLOGIC DE TRATAREA ȘI RECUPERAREA
METALELOR GRELE DIN APA UZATĂ CU AJUTORUL
OXIZILOR DE FIER NANOSTRUCTURAȚI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv ecologic pentru tratarea și recuperarea metalelor grele din apa uzată cu ajutorul oxizilor de fier nanostructurați, care pot fi reutilizați în mai multe cicluri de tratare a apei cu magnetită. Dispozitivul conform invenției este constituit dintr-un rezervor (1) în care se prepară, prin agitare, soluția de apă-magnetită, soluția fiind preluată de către o pompă (3) dozatoare și trimisă într-o coloană (4) de amestec în care se face amestecul dintre magnetită și apa uzată care conține metale grele dizolvate; pentru extragerea metalelor grele din apă, prin aglomerare în prezența câmpului magnetic, soluția apă-magnetită este trimisă de o pompă (5) submersibilă în două sub-module cu funcționare hidraulică alternativă, în care este montată câte o bobină (8 și 16) multistrat, alimentate fiecare cu tensiune electrică alternativă de către două surse (12 și 17) electronice de putere-invertoare, iar în scopul evitării magnetizării permanente a particulelor de magnetită, care să ducă la scăderea suprafeței specifice de adsorbție a metalelor grele, bobinele (8 și 16) multistrat se alimentează cu tensiune electrică alternativă pentru a genera în vecinătatea lor un câmp magnetic alternativ.

Revendicări: 4
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).



9

Buletinul de Stat pentru Invenții și Mărci
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2018 00397
Data depozit 14-06-2018

2

Dispozitiv ecologic de tratarea și recuperarea metalelor grele din apa uzată cu ajutorul oxizilor de fier nanostructurați

Invenția se referă la realizarea unui dispozitiv ecologic de tratarea și recuperarea metalelor grele din apa uzată cu ajutorul oxizilor de fier nanostructurați (magnetită). După recuperarea metalelor grele din apă de către oxizii de fier nanostructurați, prin aglomerare într-un câmp magnetic alternativ, aceștia sunt reutilizați în procesul de epurare a apei. După mai multe cicluri de tratare a apei cu magnetită, în funcție de concentrația metalelor grele dizolvate în apă, acestea sunt adsorbite la suprafața magnetitei, de unde sunt recuperate prin spălare cu apă industrială și concentrate prin decantare și recuperate. În scopul recuperării eficiente a magnetitei nanostructurate din apa epurată, după zona câmpului electromagnetic, apa este post-filtrată printr-un filtru textil.

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

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

Invenția înlătură dezavantajele menționate anterior, prin aceea că magnetita sub formă granulară de dimensiuni nanometrice, solidă, este introdusă într-un rezervor, prevăzut cu un agitator de preparare a soluției de magnetită în apă, iar din acest rezervor, soluția de magnetită este preluată de către o pompa dozatoare și trimisă într-o coloană verticală în care este imersată o pompă submersibilă de antrenare a soluției apă-magnetită printr-un debitmetru cu ieșire electrică

în impulsuri care măsoară debitul de apă, debit care trebuie să fie inferior unui debit maxim prestabilit, urmând două sub-module magnetice de separație prin aglomerare în câmp magnetic alternativ a magnetitei încărcate cu particule coloidale de metale grele din apă, sub-module magnetice legate hidraulic în paralel, unul în funcțiune (AGLOMERARE MAGNETITĂ), iar celălalt în faza de EVACUARE nămol, concentrat de magnetită și metale grele sau PAUZĂ. Selecția traseului de fluid apă-magnetită către unul din sub-module magnetice A sau B se face cu ajutorul unor vane hidraulice cu acționare electrică comandate de către un tablou electric de acționare și automatizare ce conține un automat programabil (PLC) în care se implementează pașii de funcționare automată a dispozitivului. În prima fază de funcționare a dispozitivului, prin deschiderea 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, bobină alimentată cu tensiune alternativă de către o sursă electronică de putere (invertor), 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 către 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 din oțel, pereții conductei și capătul inferior al solenoidului. Forța magnetică de atracție a magnetitei dizolvate în apă către centrul bobinei datorate câmpului magnetic generat de către aceasta este egală cu gradientul energiei magnetice conform relației următoare:

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

Unde- μ 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, ceea ce semnifică faptul 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 particula solidă de magnetită și apa în care este imersată, forța magnetică are valoarea maximă, și în aceasta zonă datorită câmpului magnetic variabil în timp apare un câmp electric intens care favorizează apariția reacțiilor chimice de oxidoreducere 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. Apa care iese din sub-modulul 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 de unde 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 magnetită și metale grele, moment în care sub-modulul B parcurge aceiași pași ca sub-modulul A, ciclurile reluându-se. Magnetita se reutilizează până ce suprafața acesteia se saturează cu metale grele, moment în care concentratul de magnetita se direcționează către un sistem de spălare cu site, metalele grele fiind recuperate prin decantare și filtrarea cu saci, iar după spălare, magnetita se reutilizează. Controlul procesului de tratare și recuperare a magnetitei se face prin controlul debitului de apă, intensitatea câmpului magnetic și durata fiecărui ciclu.

Funcționând în acest fel, dispozitivul ecologic de tratarea și recuperare a metalelor grele din apa uzată utilizând oxizi de fier nanostructurați în procesul de epurare a apelor cu conținut de metale grele, 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.

Se da în continuare un exemplu de realizare a invenției, în figura următoare, care reprezintă alcătuirea și traseul hidraulic al dispozitivului.

Dispozitivul ecologic de tratare și recuperare a metalelor grele din apa uzată utilizând oxizi de fier nanostructurați în procesul de epurare a apelor cu conținut de metale grele, conform invenției, este compus dintr-un rezervor de apă (1) în care se introduce magnetita solidă de dimensiuni nanometrice, aici se face amestecul de soluție apă-magnetită cu ajutorul unui agitator vertical (2) acționat de către un motor electric, soluție preluată de către o pompa dozatoare (3) care o injectează într-o coloană verticală (4) în care intră apa uzată ce conține metale grele și care trebuie epurată, coloana în care se face amestecul de apă uzată - soluție de magnetită de către o pompă submersibilă (5) acționată electric care trimite soluția printr-un debitmetru (6) de măsurarea debitului de apă procesat, debitmetru cu ieșire electrică, debit care trebuie să fie inferior unui debit maxim prestabilit. Prin amestecul magnetitei de dimensiuni nanometrice cu apa uzată poluată cu metale grele, la suprafața particulelor de magnetită sunt adsorbite aceste metale iar la final, aceste suspensii din apă (magnetită și metale grele) trebuie extrase. În scopul aglomerării și extragerii magnetitei din apă, debitul de apă străbate o vană hidraulică (7) de intrare și ajunge în vecinătatea unei bobine electrice multistrat (8) verticală, bobină susținută de către un miez magnetic din oțel (9) care este fixat pe o diafragmă orizontală (10) din oțel prevăzută cu găuri de trecere a lichidului, diafragmă fixată prin sudură în interiorul unei conducte verticale din oțel (11). Alimentând bobina

(8) cu o tensiune electrică alternativă de către o sursă electronică de putere –invertoare (12), în miezul magnetic (9) apare un câmp magnetic alternativ care se închide prin diafragma (10), pereții conductei (11) și capătul inferior al bobinei amintite. Astfel liniile câmpului magnetic alternativ pătrund în volumul de apă cu magnetită din vecinătatea bobinei producând aglomerarea acesteia sub influența forțelor magnetice către zonele de câmp intens.

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, magnetizare remanentă reduce suprafața specifică a particulelor de magnetită. 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 în timp apare un câmp electric intens care favorizează apariția reacțiilor chimice de oxido-reducere și cataliză a poluanților dizolvați în apă. Debitul de apă din care s-a extras magnetita cu metale grele (adică apa epurată) prin aglomerare, străbate diafragma (10) și ajunge într-un strat filtrant textil (13) în care sunt reținute particulele de magnetită care nu au fost reținute prin aglomerare în câmp magnetic, și printr-o vană hidraulică de ieșire (14) cu acționare electrică, aflată în poziție deschisă, apa epurată este recirculată în procesul de producție sau este deversată la rețeaua de canalizare. După un timp prestabilit, în funcție de debitul de apă, concentrația metalelor grele și concentrația magnetitei, apa 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, debitul de apă-magnetită este transferat prin închiderea vanei (7) și deschiderea unei vane hidraulice (15) cu acționare electrică în alt sub-modul, sub-modulul B. În acest sub-modul particulele de magnetită sunt aglomerate prin alimentarea unei alte bobine multistrat (16) de către o sursă electronică de putere-invertoare (17) care generează într-un miez magnetic (18) un câmp magnetic alternativ. Liniile de câmp magnetic închizându-se printr-o diafragma din oțel (19) de susținere a bobinei, miezul magnetic și pereții unei conducte din oțel (20) 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 (16) străbate un filtru textil (21) și ajunge în partea superioară a acestuia, dar vana de ieșire (14) fiind închisă, debitul de apă ajunge în sub-modulul A pe care îl parcurge în sens descendent. Prin oprirea sursei electronice de putere (12) și deschiderea unei vane hidraulice de spălare (22) a sub-modulului A, vana acționată electric, concentratul de magnetită și metale grele din sub-modul ajung în coloana (4) de amestec pentru reutilizare. După evacuarea concentratului de magnetită din sub-modulul A, vana de spălare (22) și vana de ieșire (14) 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 (7) și a unei vane de spălare (23), acționată electric pentru sub-modulul B și închiderea vanei de ieșire (14) și a vanelor (15) și (22), după care

ciclurile se reiau până la saturarea suprafeței magnetitei cu metale grele, moment în care gradul de adsorbție a metalelor de magnetită se diminuează și aceasta trebuie spălată. Pentru spălarea magnetitei de metalele grele adsorbite, aceasta se direcționează către un sistem de spălare cu site (24) utilizând apa industrială, metalele grele fiind recuperate prin decantare și filtrare în saci, iar magnetita se reutilizează.

Dispozitivul ecologic de tratarea și recuperarea metalelor grele din apa uzată cu ajutorul oxizilor de fier nanostructurați, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- este fiabil;
- are un consum mic de energie;
- asigură o reducere semnificativă a metalelor grele din apă, fără să rezulte alți produși secundari, toxici în apă.

Bibliografie

1. Brevet MD 2406 F1 2004.03.31- Republica Moldova, Instalație pentru obținerea galvanochimică a sedimentelor dispersate de ferită;
2. Patent SUA, US9409148B2, Compositions and methods for direct capture of organic materials from process streams
3. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:665773/FULLTEXT01.pdf>, Ramnath Lakshmanan, Application of Magnetic nanoparticles and reactive filter materials for wastewater treatment

REVENDICĂRI

1. Dispozitivul ecologic de tratarea și recuperarea metalelor grele din apa uzată cu ajutorul oxizilor de fier nanostructurați utilizați în procesul de epurare, este format dintr-un rezervor (1) în care se prepară prin agitare soluția de apă-magnetită, soluție preluată de către o pompa dozatoare (3) și trimisă într-o coloană de amestec (4) în care se face amestecul dintre magnetită și apa uzată ce conține metale grele dizolvate. Pentru extragerea acestora din apă prin aglomerare în prezența câmpului magnetic, soluția apă-magnetită este trimisă de o pompă submersibilă (5) în două sub-module cu funcționare hidraulică alternativă în care sunt montate câte o bobină multistrat (8) și (16) alimentate fiecare cu tensiune electrică alternativă, de către două surse electronice de putere-invertoare (12) și (17).
2. Dispozitiv ecologic de tratarea și recuperarea metalelor grele din apa uzată cu ajutorul oxizilor de fier nanostructurați utilizați în procesul de epurare, conform revendicării 1, se caracterizează prin aceea că, în scopul evitării magnetizării permanente a particulelor de magnetită care să ducă la scăderea suprafeței specifice de adsorbție a metalelor grele, bobinele multistrat (8 și 16) se alimentează cu tensiune electrică alternativă pentru a genera în vecinătatea lor un câmp magnetic alternativ.
3. Dispozitiv ecologic de tratarea și recuperarea metalelor grele din apa uzată cu ajutorul oxizilor de fier nanostructurați utilizați în procesul de epurare, conform revendicării 1, se caracterizează prin aceea că, în scopul colectării eficiente a metalelor grele dizolvate în apă, prin generarea câmpului magnetic variabil în timp, particulele de magnetită suferă o mișcare microscopică de vibrație care drenează particulele coloidale.
4. Dispozitiv ecologic de tratarea și recuperarea metalelor grele din apa uzată cu ajutorul oxizilor de fier nanostructurați utilizați în procesul de epurare, conform revendicării 1, se caracterizează prin aceea că, în scopul catalizei reacțiilor chimice de oxido-reducere dintre apă și poluanții acesteia, 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.

