



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00543

(22) Data de depozit: 27/08/2020

(41) Data publicării cererii:  
29/01/2021 BOPI nr. 1/2021

(71) Solicitant:  
• DUNCA EMILIA-CORNELIA,  
STR.AVIATORILOR, BL.62A/5,  
PETROȘANI, HD, RO;  
• SÂRBU ROMULUS IOSIF, STR. UZINEI,  
NR.14, PETROȘANI, HD, RO

(72) Inventatori:  
• DUNCA EMILIA-CORNELIA,  
STR.AVIATORILOR, BL.62A/5,  
PETROȘANI, HD, RO;  
• SÂRBU ROMULUS IOSIF, STR. UZINEI,  
NR.14, PETROȘANI, HD, RO

Această publicație include și modificările descrierii,  
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35  
alin. (20) din HG nr. 547/2008

(54) TEHNOLOGIE ȘI INSTALAȚIE DE EPURARE A APELOR  
ACIDE DE MINĂ PRIN BIOACUMULARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație de epurare a apelor acide de mină, care au o mare încărcare de elemente poluante, prin utilizarea laptelui de var în calitate de coagulant și neutralizant și a rogozului în calitate de plantă bioacumulatoare și la un procedeu de realizare a acesteia. Instalația conform invenției este constituită dintr-o stație (I) de captare a apei brute și pregătirea reactivului coagulant și neutralizant, un decantor (II) cu pat fluidizat, o instalație (IV) de desecare a îngroșatului obținut prin decantare utilizând centrifugarea și/sau uscarea pe platforme (V) și o baterie (III) de celule de fitoextracție cilindro - conice înseriate prin supra-scurgere, montate în cascadă și alimentate de jos în sus, în care se dezvoltă o vegetație de rogoz care are proprietatea de a reține și metaboliza metalele grele, după care efluentul în deplină sanitate este deversat în emisar, vegetația fiind periodic recoltată și incinerată în condiții speciale de protecție a mediului înconjurător, cu posibilitatea recuperării elementelor utile. Procedeu conform invenției are un ansamblu de procese unitare de epurare incluse în două stadii distincte și anume: un stadiu primar constituit din captarea apei brute, tratarea acesteia cu reactivi chimici neutralizanți și coagulanți, urmată de decantarea fazei solide și tratarea nămolului, și stadiul secundar, care constă în îndepărtarea meta-

lelor grele și neutralizarea acidității prin trecerea efluentului primului stadiu printr-o baterie (III) de celule de fitoextracție.

Revendicări inițiale: 3  
Revendicări amendate: 3  
Figuri: 2

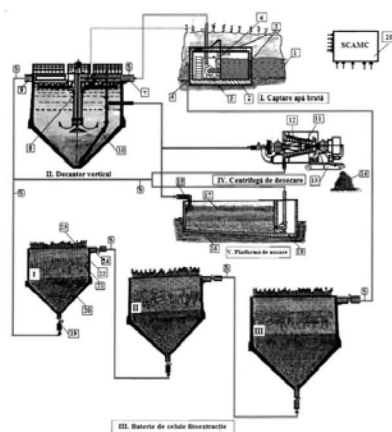


Fig. 1

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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	a 2020 00543
Data depozit .....	27-08-2020

## Descriere

Invenția se referă la un procedeu și la o instalație de epurare a apelor acide de mină, formate din ape subterane, ape de zăcământ, infiltrații, scurgeri de suprafață, lixivierea mineralelor din rocile înconjurătoare etc. care la un loc formează pâraie și părăsind perimetrul minier, se constituie în surse majore de poluare.

În literatura de specialitate și practica mondială, pentru epurarea acestor ape, se cunosc multe tehnologii și instalații care în principal au dezavantajul unor suprafețe mari ocupate, investiții importante și dificultăți în exploatare și mentenanță, iar randamentul de epurare este mic datorită curgerii influentului în strat subțire, la suprafață, fără a trece prin patul artificial de calcar, folosit aproape în toate instalațiile de acest gen.

Tehnologia, conform invenției, elimină dezavantajele menționate, prin aceea că, fluxul tehnologic propus, constituie un ansamblu de procese unitare de epurare incluse în două stadii distincte:

1 – Stadiul primar, constituit din captarea apei brute, tratarea cu reactivi chimici neutralizanți și coagulanți, decantarea fazei solide și tratarea nămolului;

2 – Stadiul secundar, constând în îndepărtarea metalelor grele și neutralizarea acidității prin trecerea efluentului primului stadiu, printr-o baterie de celule de fitoextracție, folosind în acest scop celule cu pat artificial de calcar granulat stratificat și un strat organic fertil în care se dezvoltă o vegetație specifică de rogoz, care are proprietatea de a reține și metaboliza metalele grele. În final efluentul în deplină sanitate se deversă în emisar. Periodic, partea aeriană a vegetației este recoltată și incinerată în condiții speciale de protecție a mediului înconjurător și eventual se recuperează elementele utile.

Fluxul tehnologic din figura nr.1 se caracterizează prin aceea că, pentru epurarea apelor acide de mină este prevăzută o captare (I), care este o construcție din beton armat bicamerală, amplasată perpendicular pe fluxul apei (1). În prima cameră – cămin de captare - (2), prevăzută frontal și în tavan cu grătare lamelare sau din tablă ștanțată cu ochiuri de 10 mm (3), care rețin corpurile materiale grobe, se acumulează întreaga cantitate de apă reziduală brută. În a doua cameră (4) – a pompelor – se montează două pompe centrifuge (5) (una de rezervă), care refulează apa brută în decantorul vertical (II). Tot în această cameră se poate amenaja și stația de prelucrare și dozare a reactivilor (6).

Decantoarele verticale cu pat fluidizat (II) sunt de formă cilindrică, prin care apa circulă de jos în sus. Decantoarele verticale se utilizează în locurile unde nu există spațiu suficient și numai în cazul instalațiilor mici (până la circa 15.000 m<sup>3</sup>/zi respectiv 625 m<sup>3</sup>/h) la o funcționare continuă de 24 ore pe zi.

Apa brută – influentul - refulată de pompa centrifugă (5) ajunge în tubul de alimentare al decantorului (7) care comunică cu tubul central (8) scufundat la o adâncime H, astfel încât întâlnind deflectorul conic să se constituie într-un curent radial ascendent cu o viteză (u) mai mică decât viteza de sedimentare (v<sub>0</sub>) stabilită experimental prin teste de sedimentare, respectându-se astfel în fiecare secțiune condiția u ≤ v<sub>0</sub>. În acest scop în fluxul apei brute se dozează reactivul coagulant și neutralizant, hidroxidul de calciu, asigurând astfel, până la părăsirea tubului central, amestecarea reactivului cu apa brută.

În aceste condiții, toate particulele distincte sau flocluate, caracterizate prin viteza limită de cădere  $v_0 > u$  vor sedimenta în contracurent, acumulându-se la baza decantorului, zonă numită pâlnia de nămol, formând produsul îngroșat. Toate particulele cu viteza  $v_0 < u$  vor fi antrenate în preaplinul decantorului sub formă de limpezit. Particulele discrete sau flocluate cu  $v_0 = u$  vor forma un strat (pat) fluidizat, într-un oarecare echilibru dinamic, care constituie un filtru în calea particulelor și floclulelor ascendente, asigurând în acest fel un grad avansat de limpezire. Sigur că din această cauză patul fluidizat se va îngreuna și periodic din el se va rupe un strat care se va acumula în pâlnia de nămol. Apa limpezită este colectată într-un jgheab periferic - rigolă de preaplin (9), iar depunerile sunt colectate în pâlnia de nămol. Depunerile se evacuează continuu sau intermitent printr-o conductă de sifonare tip Sokolov (10).

La o funcționare normală și continuă cele două produse ale limpezirii trebuie eliminate continuu. Astfel, limpezitul acumulat în preaplinul decantorului constituie alimentarea treptei de fitoextracție, iar îngroșatul se supune unei operații de desecare avansată fie în centrifuge de desecare fie pe platforme de uscare.

Îngroșatul decantorului vertical, în funcție de conținutul de elemente prioritar periculoase și/sau utile, precum și posibilitățile de separare – valorificare, pe de o parte și de terenul disponibil pentru aceste construcții și operații, pe de altă parte, se supune operației de desecare avansată fie în centrifuge de desecare fie pe platforme de uscare. În ambele cazuri materialul desecat până la umiditatea care permite transportul acestuia în deplină siguranță se depozitează temporar, într-un deponeu special amenajat, iar lixiviatul se recirculează în alimentarea primei celule de fitoextracție.

#### a) Deshidratarea mecanică prin centrifugare

În epurarea apelor în scopul desecării îngroșatelor se utilizează, de regulă, centrifugele decantoare cu ax orizontal, cu funcționare continuă (IV).

În principiu, acestea sunt constituite dintr-un corp cilindro-conic rotativ (11) în care se rotește, la rândul său, în același sens, dar cu o viteză ceva mai mică - un tambur melcat (12). Îngroșatul decantorului este introdus axial și este proiectat, sub acțiunea forțelor centrifuge spre fața interioară a corpului centrifugei (11). Solidele depuse pe acest perete sunt raclate și împinse de către corpul melcat (12) spre capătul zonei conice a corpului centrifugei, evacuându-se continuu. Desecatul este preluat continuu de banda de cauciuc (13) și depozitat temporar într-un depozit special amenajat (14).

Fugatul (limpezitul) din cauza conținutului de suspensii coloidale și metale grele, se unește cu limpezitul decantorului vertical (II) și împreună constituie alimentarea primei trepte de fitoextracție (III).

#### b) Deshidratarea naturală a îngroșatului pe platforme de uscare

Este larg utilizată, având în vedere simplitatea construcției și costul redus de exploatare.

Atunci când calitatea îngroșatului nu necesită condiții speciale de depozitare iar condițiile de teren oferă această posibilitate, se preferă deshidratarea naturală pe paturi de uscare.

Platformele de uscare (V) sunt suprafețe de teren îndiguite în care se depozitează nămolul. Dimensiunile platformelor de uscare sunt alese în funcție de metoda adoptată pentru evacuarea nămolului deshidratat. Când evacuarea nămolului se face manual, lățimea patului nu trebuie să depășească 4 m; evacuarea cu mijloace mecanizate permite o lățime de până la 20 m. Lungimea platformelor de uscare este determinată, în principal, de panta terenului și nu trebuie să depășească 50 m. Platformele pot fi așezate pe un strat de bază permeabil sau impermeabil. Stratul de drenaj permeabil se execută din zgură, pietriș sau piatră spartă cu o grosime de 0,2-0,3 m (stratul de susținere), peste care se așează un strat de nisip sau pietriș mai fin, cu o grosime de 0,2 - 0,6 m. În stratul de susținere se îngroapă tuburile de drenaj pentru colectarea lixiviatului.

Grosimea stratului de nămol ce se trimite pe paturi depinde de caracteristicile materialului și de climatul zonei respective. În general, o înălțime de circa 0,20 m este recomandabilă pentru o climă temperată.

Îngroșatul decantorului vertical se alimentează și se dispersează cu ajutorul conductei (15) în partea amonte a patului de uscare într-un strat subțire uniform distribuit (17) peste patul de drenare (16) format din straturi succesive de pietriș, cu granulometrie controlată cu dimensiuni descrescând de jos în sus și un strat de nisip fin. Lixiviatul drenat se evacuează continuu cu pompa centrifugă (18) și se unește cu limpezitul decantorului vertical, constituind alimentarea primei trepte de fitoextracție.

Nămolul deshidratat se evacuează mecanic și se transportă în deponeuri special amenajate.

Determinarea duratei de deshidratare a nămolului pe platformele de uscare presupune cunoașterea proprietăților fizico-chimice ale nămolului și regimului climatic al zonei respective. În general, în climat temperat, durata de deshidratare este cuprinsă între 40 și 100 zile, ceea ce înseamnă că, în total, se poate conta pe o grosime de nămol ce se răspândește pe platformă de 1,5 - 2,0 m pe an, respectiv o productivitate de 80 - 100 kg substanță uscată /m<sup>2</sup> și an.

### c) Fitoextracția metalelor grele

Apa limpezită și neutralizată împreună cu fugatul centrifugei și/sau lixiviatul patului de uscare, constituie alimentarea bateriei de fitoextracție (III) alcătuită din trei celule de biosorbție și fitoextracție.

Volumul respectiv suprafața fiecărei celule crește progresiv dinspre alimentare spre evacuare realizându-se astfel o scădere a vitezei ascensionale de parcurgere a straturilor de calcar și sol fertil, care susțin vegetația cu proprietăți acumulative de metale grele.

O celulă de fitoextracție, **se caracterizează prin aceea că**, pentru a-și îndeplini funcția de biosorbție se compune dintr-un vas tronconic cu baza mică în partea inferioară în care influentul pătrunde pe la partea de jos (19) astfel încât să treacă forțat prin interspațiile create de granulele din patul de calcar (20), dispuse în trei straturi succesive, în ordine descrescătoare a dimensiunii granulelor, cu o viteză mică, care permite realizarea schimbului ionic, reglarea pH-ului și reținerea unor ioni ai metalelor grele. Peste patul de calcar se dispune stratul biologic constituit din sol fertil (21) și o plantație de plante bioacumulative (23). Preaplinul fiecărei celule de biosorbție (24) constituie alimentarea celulei următoare, în

care continuă procesul de neutralizare și fitoextracție, iar în final se obține apă epurată care se poate deversa în deplină sanitate în emisar, în aval de stația de captare.

Planta testată pentru fitoextracția metalelor grele din apele de mină acide și cu conținut mare de metale grele, conform invenției, este „*rogozul*”, cu următoarele proprietăți:

Rogozul este o plantă înaltă de peste 50 cm. Are rădăcina foarte lungă, cu numeroase ramificații subțiri de 2-3 mm și lungi ceea ce-i oferă o bună ancorare în solul nisipos. Tulpina este triunghiulară și dură, frunzele cresc în plan vertical, sunt lungi de peste 10 cm dar foarte înguste, de culoare verde-închis, cu teci maronii bazale. Inflorescențele sunt de formă conică, lungi de 3-8 cm, în nuanțe maronii-deschise. Fructele sunt de forma unor achene. Perioada de înflorire este din luna iunie și până în septembrie.

Este o plantă perenă care crește pe soluri nisipoase și acide. Preferă solul umed, parțial umbrit și este sensibilă la dăunători și boli. Este cunoscută și cu numele de șovar, are denumirea științifică de *Carex arenaria* și face parte din familia *Cyperaceae*. În mediul natural există în jur de 500 de specii de rogoz care aparțin genului *Carex* și din care face parte și *Carex nigra*, specie folosită în celulele de biosorbție din experiment.

Deoarece rata de înmulțire și dezvoltare a acestei plante este mare, periodic se recoltează partea aeriană și se supune operațiilor de incinerare controlată și/sau recuperarea elementelor utile.

Pentru controlul debitului de alimentare a instalației complexe de epurare precum și a calității acestuia, pe de o parte și a calității efluentului fiecărei celule de fitoextracție, pe de altă parte, în punctele cheie din flux se amplasează senzori [S] cu posibilitatea măsurării valorilor pH-ului, turbidității și conductivității, parametrii care dau o vedere generală privind calitatea procesului de epurare. Datele prelevate de senzori sunt prelucrate în stația computerizată de analiză, monitorizare și comandă a procesului (25). În funcție de calitatea efluentului se reglează toți factorii de influență în proces, debit de alimentare, respectiv timpul de retenție, consum specific de reactivi etc.

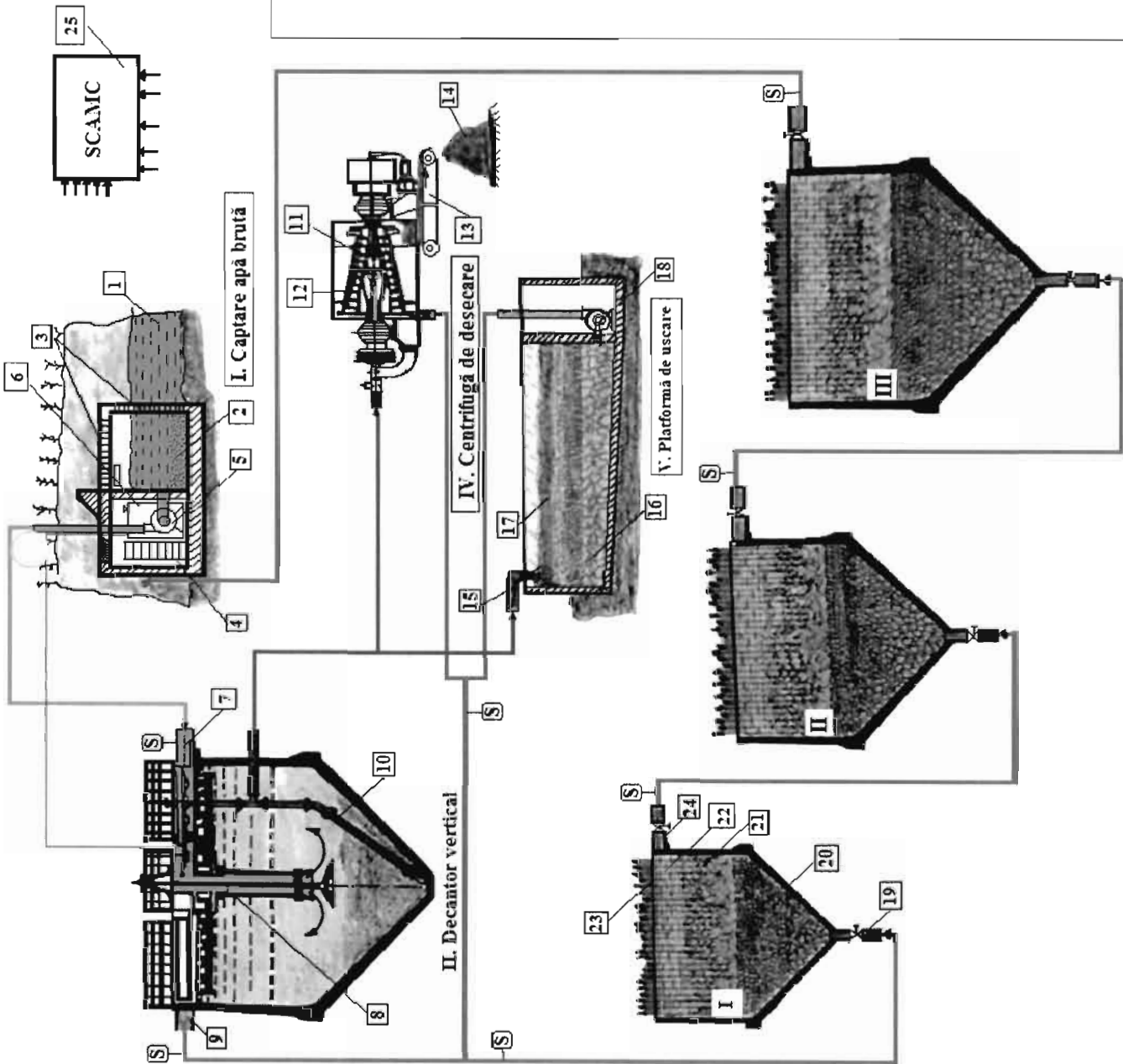
Încercările efectuate în flux continuu în instalația micropilot (figura nr. 2), care respectă întru totul principiul hidrodinamic și fluxul tehnologic descris anterior. Analizele fizico-chimice efectuate pe probe prelevate din influent, efluent și sediment, precum și determinările stereomicroscopice asupra structurii țesuturilor vegetale, au demonstrat veridicitatea soluției propuse și eficiența ridicată de epurare în cele două stadii. Astfel, eficiența de separare a suspensiilor minerale crește de la 85% prin decantare la 99% prin biofiltre, pH-ul crește de la valori de 3 – 4 cât are apa brută la 6,5 – 7 prin decantare și la 8 în efluentul bateriei de fitoextracție. Referindu-ne la metalele grele Pb, Fe, Cu, Zn, Co, Cr, rezultatele experimentelor au arătat că se poate ajunge la eficiențe de epurare de 99,5%, cu încadrarea strictă în condițiile de calitate impuse apelor deversate în receptori naturali.

### Revendicări

1. Tehnologia de epurare a apelor acide de mină prin bioacumulare, **caracterizată prin aceea că**, după captarea apei și condiționarea acesteia cu reactivul coagulant și neutralizant, are loc îndepărtarea suspensiilor minerale într-un decantor vertical cu pat fluidizat, urmată de desecarea îngroșatului depus, prin centrifugare sau uscare pe platforme și epurarea avansată a suprascurgerii decantorului prin schimb ionic și bioacumulare într-o baterie de celule de fitoextracție.

2. Instalația pentru realizarea tehnologiei conform revendicării 1, cuprinzând o stație de captare a apei brute, un decantor vertical, o centrifugă de desecare sau platformă de uscare a îngroșatului obținut prin decantare și o baterie de celule de fitoextracție, **caracterizată prin aceea că**, are în componență un decantor vertical [II] în care prin controlul debitului de alimentare și a reactivului coagulant se realizează un pat fluidizat, care se menține într-un echilibru hidrodinamic la o anumită înălțime în decantor și care filtrează particulele de suspensie flocculate sau discrete nou venite în zonă, crescând astfel eficiența limpezirii.

3. Suprascurgerea decantorului, conform revendicării 1 se supune unei epurări avansate într-o baterie de celule de fitoextracție [III], **caracterizată prin aceea că**, este compusă din minim trei celule, de formă tronconică, cu baza mică în partea de jos, pe unde se face și alimentarea, înseriate prin suprascurgere, în care se dispun straturile succesive de calcar cu granulometrie controlată și descrescândă de jos în sus, peste care se dispune stratul vegetal bioacumulator de rogoz, prin care apa circulă cu viteză mică de jos în sus și trecând prin interspațiile patului artificial de calcar și natural de sol, asigură atât schimbul ionic cât și bioextracția metalelor grele, volumul celulelor crescând dinspre alimentare spre evacuare permite creșterea timpului de retenție a apei în celule și a numărului de plante de rogoz, iar dispunerea celulelor în cascadă la niveluri descrescânde, asigură presiunea hidrostatică necesară învingerii rezistenței la curgere a patului de material, de jos în sus.

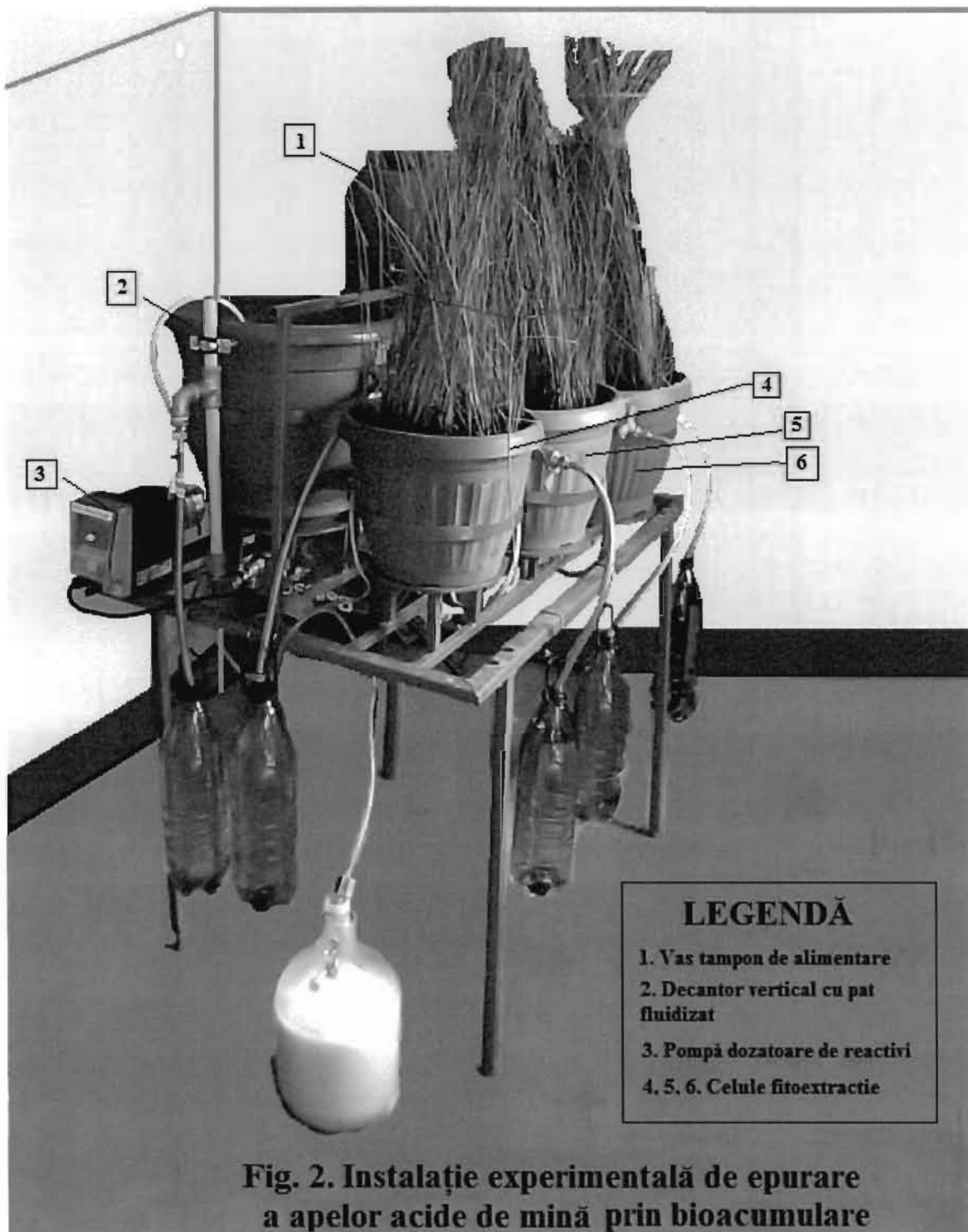


**LEGENDĂ**

1. Apă acidă de mină
2. Cămin de captare apă de mină
3. Grătare fixe
4. Casa pompelor și pregătire reactivi
5. Pompă centrifugă
6. Omogenizator reactivi
7. Conductă alimentare decantor
8. Tubul central
9. Evacuare preaplin
10. Conductă sifonare îngroșat
11. Corpul cilindrico-conic al centrifugei
12. Tambur melcat
13. Bandă cauciuc
14. Depozit temporar
15. Conductă alimentare
16. Patul de drenare
17. Strat de nămol deshidratat
18. Pompă centrifugă
19. Conductă de alimentare celulă
20. Strat de calcar
21. Strat de sol fertil
22. Strat de apă
23. Plantație bioacumulatoare
24. Evacuare preaplin
25. Stație Centrală Automatizată de Monitorizare și Control (SCAMC)

III. Baterie de celule fitoextracție

Fig. 1. Flux tehnologic de epurare a apelor acide de mină prin bioacumulare





## DESCRIERE MODIFICATĂ

### Descriere

Prezenta invenție se referă la un procedeu și la o instalație de epurare a apelor acide de mină, cu o mare încărcare în poluanți și suspensii, formate din ape subterane de zăcământ, infiltrații, scurgeri de suprafață, lixivierea mineralelor din rocile înconjurătoare etc. care la un loc formează pâraie și părăsind perimetrul minier, se constituie în surse majore de poluare.

Se cunosc numeroase procedee și instalații, care în principal au dezavantajul unor suprafețe mari ocupate, investiții importante și dificultăți în exploatare și mentenanță, iar eficiența de epurare este relativ scăzută datorită, în principal, construcției acestor instalații în care influența curge în strat subțire, la suprafață, fără a fi obligat să treacă prin patul artificial de calcar, folosit aproape în toate instalațiile de acest gen.

Invenția de față înlătură dezavantajele menționate, prin aceea că, procedeu propus, constituie un ansamblu de procese unitare de epurare incluse în două stadii distincte:

- stadiul primar, constituit din captarea apei brute, tratarea cu reactivi chimici neutralizanți și coagulanți, decantarea fazei solide și tratarea nămolului, prin sisteme în sine cunoscute și,
- stadiul secundar, constând în îndepărtarea metalelor grele și neutralizarea acidității prin trecerea efluentului primului stadiu, printr-o baterie de celule de fitoextracție, folosind în acest scop celule cu pat artificial de calcar granulat stratificat și un strat organic fertil în care se dezvoltă o vegetație specifică de rogoz, care are proprietatea de a reține și metaboliza metalele grele. În final apa epurată la nivelul exigențelor ecologice actuale se deversează în emisar. Periodic, partea aeriană a vegetației este recoltată și incinerată în condiții speciale de protecție a mediului înconjurător cu posibilitatea recuperării elementelor utile.

Avantajele pe care le prezintă invenția sunt următoarele:

- asigură un grad de epurare ridicat al poluanților din apa reziduală în limitele următoarelor valori:
- între 6,7...8,4 unit. pH pentru pH;
- între 85,00...94,4 % la suspensii;
- între 80,00...90,00 % la conductivitate;
- între 80,00...90,00 % la sulfăți;
- între 99,54...99,77 % la fier total;
- între 99,71...99,85 % la zinc;
- în proporții asemănătoare și la ceilalți poluanți;
- simplificarea treptei de bioacumulare atât ca dimensiuni, cât și sub raportul consumurilor energetice, deoarece nici decantorul vertical și nici celulele de fitoextracție nu au piese în mișcare, iar alimentarea celulelor de jos în sus se realizează prin dispunerea lor în cascadă.

Performanțele superioare ale acestui procedeu se explică prin aceea că, hidroxidul de calciu folosit în dublă calitate de coagulant și neutralizant, pe lângă destabilizarea soluției coloidale, reacționează cu sulfății din apa brută formând sulfatul de calciu care precipită

## DESCRIERE MODIFICATĂ

sub forma unor flocoane mari care adsorb la suprafața lor și substanțe care în mod obișnuit nu se precipită prin coagulare, comportându-se astfel ca acceleratori de coagulare, iar prin reglarea corespunzătoare a vitezei ascensionale a apei, se asigură formarea patului filtrant în decantorul vertical, pe de o parte, iar folosirea rogozului ca plantă bioacumulatoare, asigură reducerea conținutului de metale grele până la valorile admise de normele în vigoare, pe de altă parte.

În continuare, se dă un exemplu de realizare a invenției, cu referire la figura nr.1. care reprezintă instalația de epurare a apei, conform invenției.

Instalația constă dintr-o captare I, care este o construcție din beton armat bicamerală, amplasată perpendicular pe fluxul apei 1. În prima cameră – cămin de captare - 2, prevăzut frontal și în tavan cu grătare lamelare sau din tablă ștanțată cu ochiuri de 10 mm 3, care rețin corpurile materiale grobe, se acumulează întreaga cantitate de apă reziduală brută. În a doua cameră 4 – a pompelor – se montează două pompe centrifuge 5 (una de rezervă), care refulează apa brută în decantorul vertical II. Tot în această cameră se poate amenaja și stația de prelucrare și dozare a reactivilor 6, sisteme în sine cunoscute.

Decantoarele verticale cu pat fluidizat (II) sunt de formă cilindro-conică, prin care apa circulă de jos în sus. Decantoarele verticale se utilizează în locurile unde nu există spațiu suficient și numai în cazul instalațiilor mici (până la circa 15.000 m<sup>3</sup>/zi respectiv 625 m<sup>3</sup>/h) la o funcționare continuă de 24 ore pe zi.

Apa brută – influentul - refulată de pompa centrifugă 5 ajunge în tubul de alimentare al decantorului 7 care comunică cu tubul central 8 scufundat la o adâncime bine determinată, astfel încât întâlnind deflectorul conic să se constituie într-un curent radial ascendent cu o viteză (u) mai mică decât viteza de sedimentare ( $v_0$ ) stabilită experimental prin teste de sedimentare, respectându-se astfel în fiecare secțiune condiția  $u \leq v_0$ . În acest scop în fluxul apei brute se dozează reactivul coagulant și neutralizant, hidroxidul de calciu, soluție 1% cu un consum specific de 5 – 12,5 x 10<sup>-3</sup> kg/m<sup>3</sup>, realizându-se astfel, amestecarea reactivului cu apa brută, până la părăsirea tubului central. În aceste condiții, toate particulele distincte sau flocculate, caracterizate prin viteza limită de cădere  $v_0 > u$  vor sedimenta în contracurent, acumulându-se la baza decantorului, zonă numită pâlnia de nămol, notat cu N, formând produsul îngroșat. Toate particulele cu viteza  $v_0 < u$  vor fi antrenate în preaplinul decantorului sub formă de limpezit, L. Particulele discrete sau flocculate cu  $v_0 = u$  vor forma un strat (pat) fluidizat, notat cu PF, într-un oarecare echilibru hidrodinamic, care constituie un filtru în calea particulelor și flocculelor ascendente, asigurând în acest fel un grad avansat de limpezire. Sigur că din această cauză patul fluidizat se va îngreuna și periodic din el se va rupe un strat care se va acumula în pâlnia de nămol, N. Apa limpezită este colectată într-un jgheab periferic - rigolă de preaplin 9, iar depunerile colectate în pâlnia de nămol se evacuează continuu sau intermitent printr-o conductă de sifonare 10.

La o funcționare normală și continuă cele două produse ale limpezirii trebuie eliminate continuu. Astfel, limpezitul acumulat în preaplinul decantorului constituie alimentarea treptei de fitoextracție, iar îngroșatul decantorului vertical, în funcție de conținutul de elemente prioritar periculoase și/sau utile, precum și de posibilitățile de separare – valorificare, pe de o parte și de terenul disponibil pentru aceste construcții și anotimp, pe de altă parte, se supune operației de desecare avansată în centrifuge de desecare IV și/sau pe platforme de uscarea V, procedee în sine cunoscute. În ambele cazuri materialul desecat până la umiditatea care permite transportul acestuia în deplină siguranță se depozitează temporar, într-un deponeu

## DESCRIERE MODIFICATĂ

special amenajat, iar fugatul centrifugei, precum și lixiviatul platformei de uscare se recirculează în alimentarea primei celule de fitoextracție.

Preaplinul decantorului vertical împreună cu fugatul centrifugei și/sau lixiviatul patului de uscare, constituie alimentarea bateriei de celule de fitoextracție III alcătuită din trei celule de biosorbție și fitoextracție.

Volumul respectiv suprafața fiecărei celule crește progresiv dinspre alimentare spre evacuare realizându-se astfel o scădere a vitezei ascensionale de parcurgere a straturilor de calcar și sol fertil, care susțin vegetația cu proprietăți acumulative de metale grele.

O celulă de fitoextracție, pentru a-și îndeplini funcția de biosorbție se compune dintr-un vas cilindro-conic în care influentul pătrunde pe la partea de jos 19 astfel încât să treacă forțat, cu o viteză mică, prin interspațiile create de granulele din patul de calcar 20, dispuse în trei straturi succesive, în ordine descrescătoare a dimensiunii granulelor, care permite realizarea schimbului ionic, reglarea pH-ului și reținerea unor ioni ai metalelor grele. Pentru realizarea unei repartizări granulometrice uniforme, indiferent de înălțimea patului de calcar, se respectă următoarele proporții:

Clasa granulometrică [mm]	Cantități procentuale [%]
4 - 10	17
10 - 20	28
20 - 40	55
	100

Suprafața specifică obținută, cu rol determinant în schimbul ionic, este de 3 m<sup>2</sup>/kg, iar porozitatea totală este de 3 %.

Peste patul de calcar se dispune stratul biologic, constituit din sol fertil 21 și o plantație de plante bioacumulative 23. Preaplinul celulei de fitoextracție 24 constituie alimentarea celulei următoare, în care continuă procesul de neutralizare și fitoextracție, iar în final se obține apă epurată care se poate deversa în deplină sănătate în emisar, în aval de stația de captare.

Planta testată pentru fitoextracția și bioacumularea metalelor grele din apele de mină acide, conform invenției, este „*rogzul*”, cu denumirea științifică de *Carex nigra*, o plantă perenă care crește pe soluri nisipoase, acide, umede și parțial umbrite. Rogzul este o plantă înaltă de peste 50 cm, are rădăcina foarte lungă, cu numeroase ramificații subțiri de 2-3 mm și lungi ceea ce-i oferă o bună ancorare în solul nisipos. Tulpina este triunghiulară și dură, de culoare verde-închis, cu teci maronii bazale. Inflorescențele sunt de formă conică, lungi de 3-8 cm, în nuanțe maronii-deschise. Fructele sunt de forma unor achene. Perioada de înflorire este din luna iunie și până în septembrie. Deoarece rata de înmulțire și dezvoltare a acestei plante este mare, periodic se recoltează partea aeriană și se supune operațiilor de incinerare controlată și/sau recuperare a elementelor utile.

## DESCRIERE MODIFICATĂ

Pentru controlul instalației complexe de epurare, în punctele cheie din flux se amplasează senzori S cu posibilitatea măsurării debitelor, valorilor pH-ului, turbidității și conductivității, parametrii care dau o vedere generală privind calitatea procesului de epurare. Datele prelevate de senzori sunt prelucrate în stația computerizată de analiză, monitorizare și comandă a procesului 25. În funcție de calitatea efluentului se reglează toți factorii de influență în proces, debit de alimentare, respectiv timpul de retenție, consum specific de reactivi etc.

Încercările efectuate în flux continuu în instalația micropilot (figura nr. 2), care respectă întru totul principiul hidrodinamic și procedeul descris anterior, analizele fizico-chimice efectuate pe probe prelevate din influent, efluent și sediment, precum și determinările stereomicroscopice asupra structurii țesuturilor vegetale, au demonstrat veridicitatea soluției propuse și eficiența ridicată de epurare în cele două stadii. Astfel, eficiența de separare a suspensiilor minerale crește de la 85% prin decantare la 95% prin biofiltre, pH-ul crește de la valori de 3 – 4, cât are apa brută, la 6,5 – 7 prin decantare și la 8 în efluentul bateriei de fitoextracție. Referitor la metalele grele Pb, Fe, Cu, Zn, Co, Cr, rezultatele experimentelor au arătat că se poate ajunge la eficiențe de epurare de 99,5%, cu încadrarea strictă în condițiile de calitate impuse apelor deversate în receptori naturali. Îngroșatul decantorului are o concentrație de 10361 mg/dm<sup>3</sup> rezultând o extracție în fază solidă de 98,68%.

Nr. Crt.	Indicator de calitate	UM	Apa brută	Preaplin decantor	Celule fitoextracție			Conținutul maxim admisibil	Eficiența de epurare [%]
					Celula 1	Celula 2	Celula 3		
1	Suspensii	mg/dm <sup>3</sup>	500	58,0	40,0	36,0	28,0	35/65	94,4
2	pH	Unit. pH	3,2	7,0	7,2	7,5	8,0	6,5 – 8,5	
3	Conductivitate	μS/cm	6080	1180	1070	970	879	-	82,69
4	Sulfati	mg/dm <sup>3</sup>	2794	602	568	523	493	600	82,35
5	Fier total	mg/dm <sup>3</sup>	122	4,40	1,26	0,51	0,28	5,0	99,77
6	Zinc	mg/dm <sup>3</sup>	7,04	0,19	0,09	0,04	0,01	0,5	99,85
7	Cupru	mg/dm <sup>3</sup>	0,23	0,001	0,003	0,002	<0,001	0,1	99,56
8	Plumb	mg/dm <sup>3</sup>	0,12	0,0065	<0,0065	<0,0065	<0,0065	0,2	94,58
9	Crom total	mg/dm <sup>3</sup>	0,03	0,005	0,003	0,002	<0,0013	1,0	95,66
10	Cobalt	mg/dm <sup>3</sup>	0,11	0,04	0,009	0,004	0,0007	1,0	99,36

## DESCRIERE MODIFICATĂ

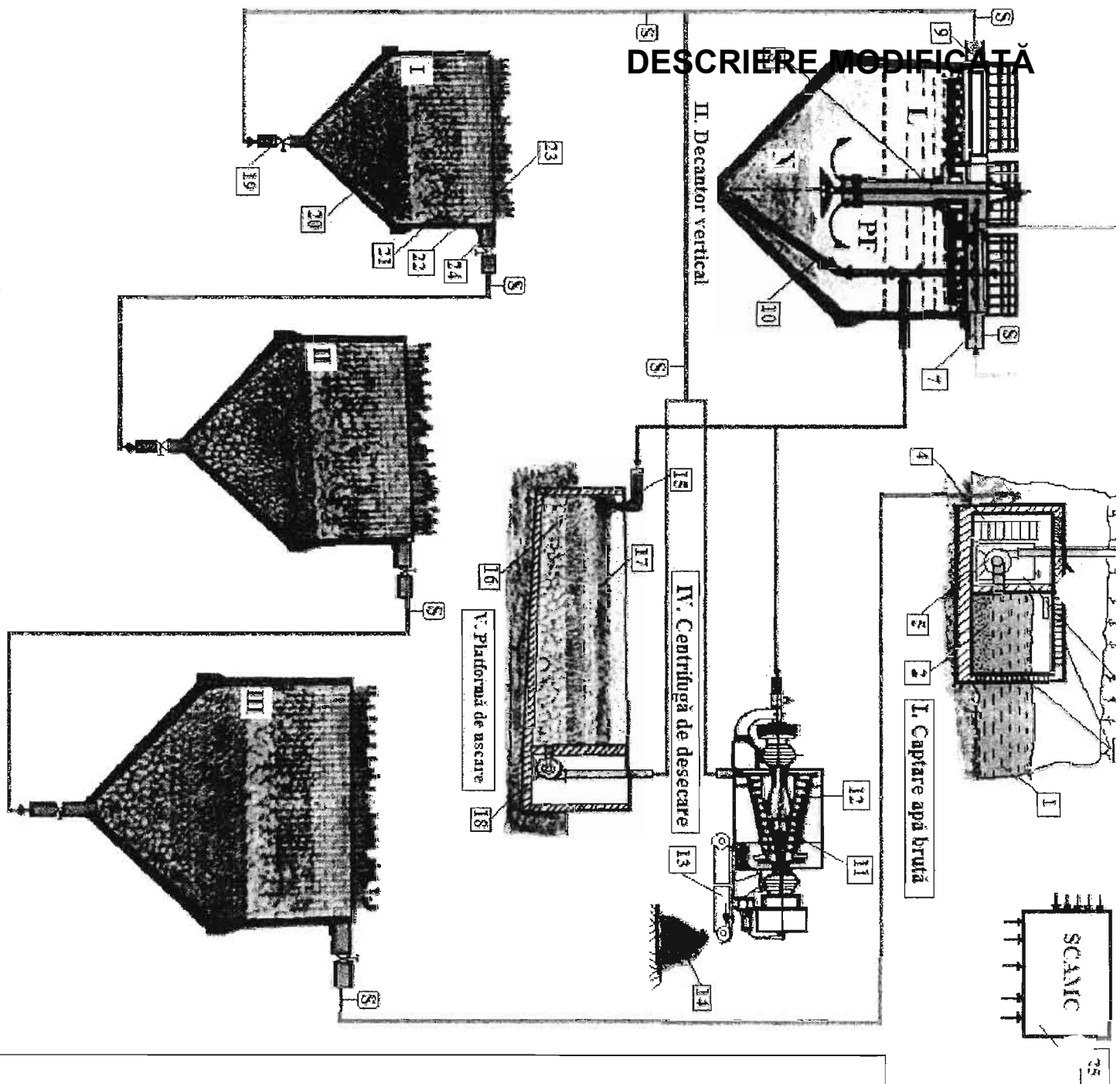
**Revendicări**

1. Procedeeul de epurare a apelor acide de mină prin bioacumulare, **caracterizat prin aceea că**, după captarea apei și condiționarea acesteia cu reactivul coagulant și neutralizant, are loc îndepărtarea suspensiilor minerale într-un decantor vertical cu pat fluidizat, urmată de desecarea îngroșatului depus, prin centrifugare sau uscare pe platforme, urmând o epurare avansată prin schimb ionic și bioacumulare într-o baterie de celule de fitoextracție.

2. Instalația pentru realizarea procedeeului conform revendicării 1, cuprinzând o stație de captare a apei brute (I), un decantor vertical (II), o centrifugă de desecare (IV) și/sau o platformă de uscare (V) a îngroșatului obținut prin decantare precum și o baterie de celule de fitoextracție (III), **caracterizată prin aceea că**, are în componență un decantor vertical (II) în care prin controlul debitului de alimentare și a consumului de reactiv coagulant, respectând condiția ca viteza de sedimentare să fie egală cu viteza ascensională a apei în zonă, se realizează un pat fluidizat (PF), care se menține într-un echilibru hidrodinamic la o anumită înălțime în decantor și care filtrează particulele de suspensie flocculate sau discrete nou venite în zonă, crescând astfel eficiența limpezirii.

3. Suprascurgerea decantorului, conform revendicării 1 se supune unei epurări avansate într-o baterie de celule de fitoextracție (III), **caracterizată prin aceea că**, este compusă din minim trei celule de formă cilindro-conică, înseriate prin suprascurgere (24), în care influentul pătrunde pe la partea de jos (19), și trece prin straturile succesive de calcar (20), cu granulometrie controlată și descrescândă de jos în sus și stratul biologic (21) care găzduiește o plantație bioacumulatoare de rogoz (23), apa circulând cu viteză mică de jos în sus și trecând prin interspațiile patului artificial de calcar și natural de sol, în care se dezvoltă vegetația de rogoz, asigură atât schimbul ionic cât și bioextracția metalelor grele, volumul și respectiv suprafața celulelor crescând dinspre alimentare spre evacuare permite creșterea timpului de retenție a apei în celule precum și a numărului de plante, iar dispunerea celulelor în cascadă, asigură presiunea hidrostatică necesară învingerii rezistenței la curgere prin patul de material.

## DESCRIERE MODIFICATĂ



## LEGENDĂ

1. Apă acidă de mină
2. Cămin de captare apă de mină
3. Grătare fixe
4. Casa pompei și pregătire reactivi
5. Pompă centrifugă
6. Omogenizator reactivi
7. Conducță alimentare decantor
8. Tubul central
9. Evacuare preaplin
10. Conducță sifonare îngroșat
11. Corpul cilindrico-conic al centrifugei
12. Tambur melcat
13. Bandă cauciac
14. Depozit temporar
15. Conducță alimentare
16. Patul de drenare
17. Strat de nămol deshidratat
18. Pompă centrifugă
19. Conducță de alimentare celulă
20. Strat de calcar
21. Strat de sol ferți
22. Strat de apă
23. Planșă bielecumulatoare
24. Evacuare preaplin
25. Stație computerizată de analiză, monitorizare și comandă

III. Baterie de celule de fitoextracție

