



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00683

(22) Data de depozit: 19/09/2017

(41) Data publicării cererii:  
30/05/2018 BOPI nr. 5/2018

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN  
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI  
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:  
• MICLE VALER, STR. HOREA NR. 15,  
AP. 8, ET. 1, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• SUR IOANA-MONICA,  
STR. GEORGE GORDON BYRON NR.13,  
ET.3, AP.43, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• MITREA MIHAI,  
STR.EREMIA GRIGORESCU NR.126, ET.4,  
AP.37, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) **PROCEDEU DE BIOREMEDIERE EX SITU A SOLURILOR  
POLUATE CU HIDROCARBURI, UTILIZÂND  
MICROORGANISME PSEUDOMONAS ȘI BACILLUS**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de bioremediere *ex situ* a solurilor poluate cu hidrocarburi. Procedeu conform invenției constă în sortarea și omogenizarea unei cantități de 4000 Kg sol lutos poluat cu hidrocarburi având o concentrație inițială de 4280 mg/kg, pe o platformă betonată, la bază fiind dispus un strat drenant de pietriș; în continuare se tratează cu  $151 \times 10^5$ ... $213 \times 10^7$  UFC/g de sol, microorganisme aparținând genurilor *Pseudomonas* și *Bacillus*, la tempe-

ratura de 24...26°C, pH 7,5...8, cu menținerea unei umidități de 28...30%, în condiții de aerare de 5 zile/săptămână, 8 h/zi, cu un debit de 50 mc/min, rezultând, după 12 săptămâni de tratare, un randament de depoluare de 83%.

Revendicări: 1  
Figuri: 4



## PROCEDEU DE BIOREMEDIERE EX-SITU A SOLURILOR POLUATE CU HIDROCARBURI UTILIZÂND MICOORGANISME *PSEUDOMONAS* ȘI *BACILLUS*

Invenția se referă la un procedeu de bioremediere ex-situ a solurilor poluate cu hidrocarburi utilizând microorganisme aparținând genurilor *Pseudomonas* și *Bacillus*.

Se cunoaște din literatura de specialitate (Micle, V., Neag, G., *Procedee și echipamente de depoluare a solurilor și apelor subterane*, Editura UTPRES, 2009; Meuser, H., *Soil Remediation and Rehabilitation - Treatment of Contaminated and Disturbed Land*, Springer, 2013; Russell, D.L., *Remediation Manual for Contaminated sites*, CRC Press-Taylor & Francisc Group, 2012; Hyman, M., Dupont, R.R., *Groundwater and Soil remediation - Process Design and Cost Estimating of Proven Technologies*, ASCE Press, 2001) că există procedee de bioremediere ex-situ a solurilor poluate cu hidrocarburi: compostarea, „land-farming”, metoda „biopile”, tratarea prin intermediul bioreactorului. Obținerea unui randament ridicat prin procedeele de bioremediere ex-situ este posibilă prin: utilizarea de microorganisme selectate și adaptate la mediul contaminat; asigurarea condițiilor optime pentru supraviețuirea și dezvoltarea microorganismelor; controlul și optimizarea parametrilor de proces, cum sunt: concentrația în oxigen, temperatura solului; umiditatea solului, pH-ul, conținutul în nutrienți minerali și în microorganisme.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este de realizare a unui procedeu care să asigure condițiile de dezvoltare a microorganismelor și desfășurarea în condiții optime a procesului de bioremediere prin utilizarea unui sistem adecvat de aerare și controlul parametrilor de proces.

Procedeul de bioremediere ex-situ a solurilor poluate cu hidrocarburi elimină dificultățile procesului de bioremediere prin aceea că, tratarea solurilor se face după cum urmează:

- solul poluat cu hidrocarburi petroliere, după sortare și omogenizare este amestecat cu substanțe nutritive și microorganisme aparținând genurilor *Pseudomonas* și *Bacillus* și apoi este dispus sub forma unei grămezi pe o suprafață impermeabilă, la baza grămezii fiind un strat drenant din pietriș care favorizează procesul de aerare;

- condițiile aerobe de tratare sunt asigurate prin intermediul unui sistem de aerare constituit din suflantă și rețeaua de distribuție a aerului;

- menținerea umidității și a concentrației în microorganisme a solului la valori optime se face prin adăugarea periodică a cantității necesare de apă precum și a soluției cu substanțe nutritive și microorganisme prin intermediul unui rezervor, pompă, rețeaua de distribuție având o parte comună cu cea de distribuție a aerului; temperatura solului este constantă, tratarea având loc într-o hală încălzită.

- controlul concentrației în hidrocarburi, a numărului total de germeni de microorganisme și a umidității solului se efectuează prin analize ale probelor de sol prelevate cu regularitate după o schemă prestabilită.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1, 2, 3 și 4, care reprezintă:

- Figura 1 – vedere principală;
- Figura 2 – secțiunea A-A;
- Figura 3 – vedere de sus;
- Figura 4 – schema de prelevare a probelor de sol.

Procedul de bioremediere a solului poluat are loc prin acțiunea combinată a sistemului de aerare și a sistemului de introducere a soluției cu substanțe nutritive și microorganisme (fig. 1...3) iar controlul parametrilor se face prin analiza probelor prelevate după o schemă prestabilită (fig. 4).

Solul poluat 4 este dispus sub forma unei grămezi pe o suprafață impermeabilă constituită din platforma betonată 1 și folia din plastic 2, la baza grămezii fiind un strat drenant din pietriș 3. Sistemul de aerare este constituit dintr-o suflantă 5 și rețeaua de distribuție a aerului (6, 8). Rețeaua de distribuție a aerului este prevăzută cu cinci țevi găurite 8, trei sunt plasate orizontal în stratul de pietriș de la baza grămezii iar două la mijlocul grămezii în scopul asigurării unei aerări uniforme a solului.

Sistemul de introducere a apei și a soluției cu substanțe nutritive și microorganisme este format dintr-un rezervor 9, pompa cu hidrofor 10 și furtunurile gofrate de absorbție și refulare 11. Furtunul de refulare este racordat la rețeaua de distribuție, constituită din cele două țevi găurite plasate orizontal la mijlocul grămezii –utilizate și la distribuția a aerului. Înainte de pornirea sistemului, se acționează manual asupra celor trei robinete 7 pentru a obtura pătrunderea apei și a soluției cu substanțe nutritive și microorganisme în stratul de pietriș al grămezii. Pentru asigurarea unei umidități optime și a necesarului de substanțe nutritive în toată masa de sol, o cantitate determinată de apă și soluție cu substanțe nutritive și microorganisme se adaugă prin stropirea manuală a grămezii de sol.

Prelevarea probelor de sol se face pe baza schemei de prelevare. Cele nouă puncte de prelevare sunt alese în mod judicios, stabilindu-se trei planuri de prelevare a probelor din grămada de sol (I-I, II-II, III-III), probele 1', 1'', 1''' și 2', 2'', 2''' fiind prelevate de la adâncimea de 15 cm iar probele 3', 3'', 3''' de la adâncimea de 35 cm. Prelevarea probelor pentru determinarea concentrației în hidrocarburi și a numărului total de germeni de microorganisme se face odata la două săptămâni iar pentru determinarea umidității săptămânal.

Aplicarea procedurii de bioremediere ex-situ a solurilor poluate cu hidrocarburi cu respectarea condițiilor menționate mai sus permite obținerea următoarelor avantaje:

- asigurarea unei aerări uniforme a grămezii de sol;
- menținerea umidității și a concentrației în microorganisme a solului la valori optime pe durata procesului de tratare prin sistemul de control și sistemul de introducere a apei și a soluției cu substanțe nutritive și microorganisme;
- creșterea randamentului de depoluare și reducerea duratei procesului de tratare;
- este un procedeu cu impact redus asupra mediului, necesită costuri reduse și este adecvat pentru tratarea cantităților mari de sol.

Prin utilizarea acestui procedeu în cazul tratării în condiții optime a unei cantități de 4000 kg sol lutos contaminat cu hidrocarburi petroliere cu o concentrație inițială de 4280 mg/kg: cu utilizarea de microorganisme aparținând genurilor *Pseudomonas* și *Bacillus* și o creștere a numărului total de germeni (unități formatoare colonii - UFC) de la  $151 \times 10^5$  la  $213 \times 10^7$  UFC/gram de sol; pH 7,5-8; temperatura 24-26 °C; menținerea unei umidități între 28-30 %; aerare 5 zile/ săptămână, 8 ore /zi cu un debit de 50 m<sup>3</sup>/min, după 12 săptămâni de tratare randamentul de depoluare atins este de 83 %.

## REVENDICARE

Procedul de bioremediere ex-situ a solurilor poluate cu hidrocarburi, utilizând microorganisme aparținând genurilor *Pseudomonas* și *Bacillus*, presupune tratarea solului poluat are loc prin acțiunea combinată a sistemului de aerare și a sistemului de introducere a soluției cu substanțe nutritive și microorganisme iar controlul parametrilor se face prin analiza probelor prelevate după o schemă prestabilită:

- solul poluat **4** este dispus sub forma unei grămezi pe o suprafață impermeabilă constituită din platforma betonată **1** și folia din plastic **2**, la baza grămezii fiind un strat drenant din pietriș **3**

- sistemul de aerare este constituit dintr-o suflantă **5** și rețeaua de distribuție a aerului (**6, 8**), rețeaua de distribuție a aerului este prevăzută cu cinci țevi găurite **8**, trei sunt plasate orizontal în stratul de pietriș de la baza grămezii iar două la mijlocul grămezii în scopul asigurării unei aerări uniforme a solului 5 zile/ săptămână, 8 ore /zi

- sistemul de introducere a apei și a soluției cu substanțe nutritive și microorganisme este format dintr-un rezervor **9**, pompa cu hidrofor **10** și furtunurile gofrate de absorbție și refulare **11**, furtunul de refulare este racordat la rețeaua de distribuție, constituită din cele două țevi găurite plasate orizontal la mijlocul grămezii –utilizate și la distribuția a aerului, permițând acționarea manuală asupra celor trei robinete **7** pentru a obtura pătrunderea apei și a soluției cu substanțe nutritive și microorganisme în stratul de pietriș al grămezii, o cantitate determinată de apă și soluție cu substanțe nutritive și microorganisme se adaugă prin stropirea manuală a grămezii de sol pentru asigurarea unei umidități optime 28-30 % și a necesarului de substanțe nutritive și microorganisme în toată masa de sol, în condițiile unui pH 7,5-8, temperatura de 24-26 °C, durata de tratare de 12 săptămâni

- prelevarea periodică a probelor de sol pe baza schemei de prelevare pentru determinarea concentrației în hidrocarburi, a numărului total de germeni de microorganisme și a umidității, punctele de prelevare sunt alese în mod judicios, stabilindu-se trei planuri de prelevare a probelor din grămada de sol (I-I, II-II, III-III), probele 1<sup>I</sup>, 1<sup>II</sup>, 1<sup>III</sup> și 2<sup>I</sup>, 2<sup>II</sup>, 2<sup>III</sup> fiind prelevate de la adâncimea de 15 cm iar probele 3<sup>I</sup>, 3<sup>II</sup>, 3<sup>III</sup> de la adâncimea de 35 cm.

Desene

DESENE

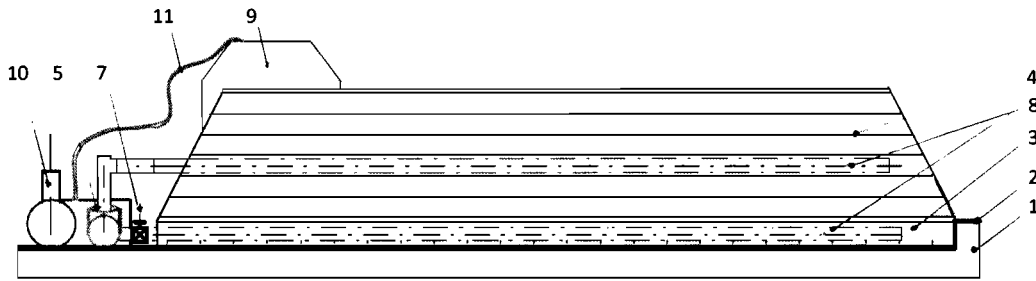


Fig. 1

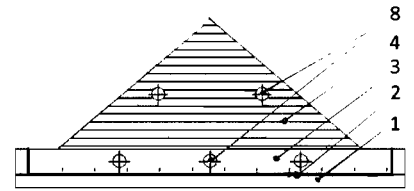


Fig. 2

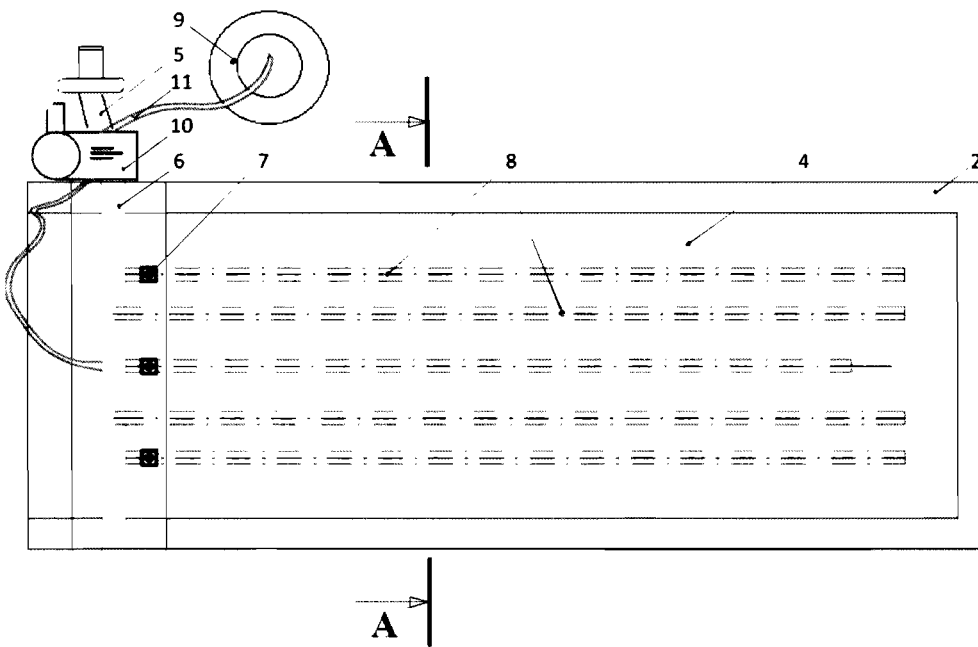


Fig. 3

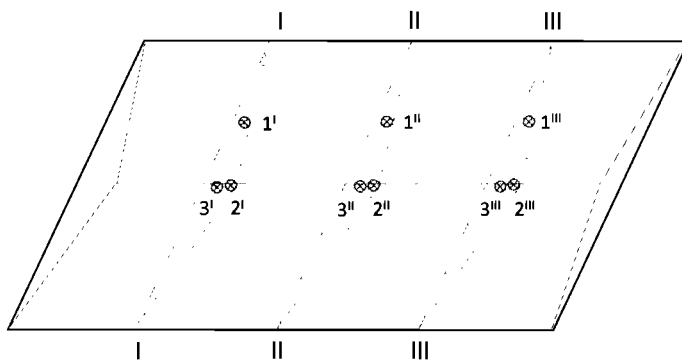


Fig. 4