



(12)

BREVET DE INVENȚIE

- (21) Nr. cerere: **a 2018 00716**
(22) Data de depozit: **25/09/2018**
(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/09/2024** BOPI nr. **9/2024**

(41) Data publicării cererii:
30/03/2020 BOPI nr. **3/2020**

(73) Titular:
• **PROCEMA PERLIT S.R.L.**,
ȘOS. GIURGIULUI NR. 3-5, JILAVA, IF, RO

(72) Inventatori:
• **DRĂGHICI ELENA MARIA**, STR.PRESEI
NR.1, BL.28, SC.B, AP.1, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• **SOMACESCU CLAUDIU VASILE**,
STR. MUNTELE LUNG NR. 16B,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• **MATEI GABI MIRELA**,
STR.CALBOREANU GEORGE, NR.4,
BL.122, SC.B, ET.6, AP.68, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;

• **MATEI SORIN**,
STR.GEORGE CALBOREANU NR.4,
BL.122, SC.B, ET.6, AP.68, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• **JERCA OVIDIU IONUȚ**, STR.VICTORIEI,
NR.196, BL.196, SC.3, ET.3, AP.15,
TÂRGU JIU, GJ, RO;
• **DOBROTA CRISTINA TEODORA**,
BDUL.CONSTANTIN BRÂNCUȘI, NR.1,
AP.14, CLUJ NAPOCA, CJ, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 5733067 A; US 2007297858 A1;
KR 2010001298 A

(54) **METODĂ DE REMEDIERE A SOLULUI POLUAT**

Examinator: ing. **NICOLAE MARIAN**



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 133960 B1

1 Invenția se referă la o metodă de remediere a solului poluat cu produse petroliere prin
folosirea combinată a perlitului expandat, a gelului și a unui fertilizant organic.

3 În ultimele secole prin activitatea sa industrială, agricultura și creșterea demografică,
pe lângă sărăcirea în resurse a pământului, omul a determinat și grave probleme de poluare
5 asupra întregului ecosistem al Terrei (Berea M., 2000). Efectele negative ale poluării solului
cu produși petrolieri, în caz de deversare accidentală pe sol sunt poate mai puțin vizibile, dar
7 sunt de lungă durată. În zonele de extracție a petrolului problema poluării solului este mai
complicată deoarece, concomitent cu poluarea cu reziduri petroliere, are loc și o poluare cu
9 ape uzate, sărate, capabile să provoace și o salinizare puternică a solurilor poluate cu petrol.
În condițiile unei astfel de poluări solul devine practic neproductiv, fiind scos complet din
11 circuitul economic, în Europa cele mai noi date estimează că există în jur de 250.000 zone
de soluri poluate, din care 33,7% sunt cele poluate cu produși petrolieri. În această situație
13 în politica europeană o prioritate ce trebuie rezolvată se referă tocmai la implementarea unor
tehnologii prietenoase cu mediul pentru o curățare sustenabilă a acestor zone (Jones și
15 colab. 2012). Un studiu coordonat de European Commission - Joint Research Centre -
Institute for Environment and Sustainability, arată că o mare parte din suprafața Europei, în
17 special în țările vestice, starea de degradare a solurilor reprezintă o amenințare față de
biodiversitate deci și față de siguranța alimentară pentru locuitorii Europei (Jones și colab.
19 2012). În mod evident degradarea solului conduce la consecințe economice și sociale. Astfel
un document al evaluării impactului în cadrul strategiei pentru sol (EC, 2006b) arată că de
21 exemplu în Europa, poluarea cu petrol urmată de salinizarea solului înseamnă pierderi de
158-321 milioane euro pe an. De asemenea, pe baza unui studiu de caz efectuat în Franța,
23 se apreciază că din cauza acestui tip de contaminare a solului se pierde anual 2,4-17,3
miliarde de euro pe an. Salinizarea reprezintă un proces prin care sunt acumulate în sol
25 cantități excesive de săruri de sodiu, magneziu și calciu afectând în sens negativ starea
acestui de fertilitate. O pondere însemnată a sării în sol inhibă creșterea plantelor. Un grad
27 de salinizare ridicat determină reducerea cu 50% a randamentului anual în cazul culturilor
de cereale sau oleaginoase. Mecanismele toxice ale efectelor salinității asupra culturilor sunt
29 descrise prin diferite teorii cum sunt inhibiția osmotică, dezechilibru în balanța nutrițională,
acțiunea toxică a ionului salin și dezechilibru în metabolismul azotului (Tsanis și colab.
31 2015).

 În prezent și în România, gospodărirea și asigurarea unor condiții de calitate bune
33 a solurilor, a devenit o problemă majoră în contextul alinierii țării noastre la standardele și
cerințele impuse pe plan mondial. De asemenea, poluarea solului cu produse petroliere, face
35 parte din cele mai evidente probleme de mediu cu care se confruntă România în ultimii ani,
având în vedere ritmul tot mai accelerat și intensiv de folosire a acestor substanțe pentru
37 satisfacerea nevoilor de echitate și de energie. Compactarea solului ca urmare a poluării cu
petrol/sare este o formă de degradare a acestuia, datorită utilizării unor mijloace mecanice
39 (în special la arat). Problema compactării solului se pune mai ales în cazul solurilor cu
textură fină. Acest proces modifică proprietățile solului, cum ar fi porozitatea și permeabi-
41 litatea. Circulația gazelor și a apei prin sol este împiedicată prin întreruperea porilor, deter-
minând existența unei cantități reduse de apă și oxigen. Creșterea rădăcinilor este
43 îngreunată. De asemenea trebuie să avem în vedere că împreună cu poluarea solului are
loc și poluarea apei freactice. Analizând aceste date observăm că practic circa 53% din
45 poluanți pot fi datorați poluării cu petrol și produși petrolieri. Modul în care acești poluanți
afectează sănătatea umană nu a fost elucidat foarte clar, deși toxicitatea individuală a
47 acestor produși a fost demonstrată (Panagos și colab, 2013).

RO 133960 B1

| | |
|--|----------------------|
| Din documentul US 5733067 A se cunoaște o metodă și un sistem bio-remediere a solului contaminat folosind sfere suport inoculate. | 1 |
| Metoda de bio-remediere, conform fig.1, unde este ilustrată o secțiune transversală a unei suprafețe de sol cu un rezervor de stocare subteran cu o scurgere a unui lichid organic halogenat, cum ar fi un solvent clorurat, care se scurge în sol, iar când întâlnește apa subterană aceasta continuă să se scufunde din cauza densității mai mari, substanțele chimice formând niște acumulări. | 3 5 7 |
| Prin montarea unor foi reactive orizontale și a unor foi reactive verticale are loc remedierea in situ a solului contaminat și a apei subterane contaminate. | 9 |
| În fig. 2 este prezentată o vedere de sus unde sunt detaliate trei găuri care sunt utilizate pentru a crea trei foi reactive verticale suprapuse pentru tratarea apei subterane. Niște brațe pentru cele trei foi reactive verticale suprapuse sunt suprapuse astfel încât apa subterană să curgă prin foile poroase pentru tratarea contaminantului din apă. | 11 13 |
| Foile poroase sunt umplute cu un material care oferă capacitatea de a menține deschise fracturile și/sau de a recupera, distruge, imobiliza contaminanții din sol cu reducerea riscului de expunere la contaminanții din sol, sedimente sau roci. Materialele includ produse poroase din sticlă sau ceramică cum ar fi pământ de diatomee tratat (Isolite), perlit expandat, vermiculit sau compuși înrudiți. | 15 17 |
| Din documentul US 2007297858 A1 se mai cunoaște o metodă de remediere a unui sit contaminat. | 19 |
| Pentru decontaminarea solului suspensia este introdusă printr-un ansamblu cu tijă, într-un loc contaminat, printr-o țevă tubulară prevăzută la capătul inferior cu o duză de injecție în pământul contaminat creându-se un cilindru brut de influență. Într-o altă variantă de realizare, țeava cu duză este introdusă în punctul de inserție în interiorul pământului până la o adâncime puțin peste dimensiunea contaminată și apoi suspensia este introdusă pe măsură ce ansamblul tije este extras spre suprafață formându-se un cilindru de influență. | 21 23 25 |
| Adâncimea de introducere poate varia de la 1,5 m până la 7,5 m (terenuri nisipoase). Pentru injecție se pot folosi tije cu diametre diferite. | 27 |
| Metodele convenționale de depoluare a solurilor contaminate cu produse petroliere se aplică cu succes la scară internațională, însă, majoritatea prezintă următoarele inconveniente: generarea unor etluenți lichizi sau gazoși ce necesită o tratare/depozitare suplimentară, perioade mari de operare, dificultăți de monitorizare și control, costuri ridicate de capital și operare. | 29 31 33 |
| În Uniunea Europeană, agricultura și silvicultura reprezintă 78% din acoperire a terenului. Din predicțiile FAO, pierderile de teren agricol vor duce în 2050 la un raport de 0,10 ha per persoană comparativ cu anul 1961 când acest raport era de 0,50 ha/persoană. În acest context, Comisia Europeană a elaborat o strategie tematică pentru sol, o strategie care se bazează pe două principii: prevenirea degradării solului și remedierea solului degradat (Masson, 2015). În această strategie este inclusă și o "Directivă-cadru privind solul" (Soil Framework Directive) (EC 2006a, 2006b). Ținând cont de suprafețele relativ numeroase care sunt poluate din țara noastră, conform datelor Comisiei Europene, România, și-a propus ca țintă ca până în anul 2020 să remedieze majoritatea zonelor poluate (Masson, 2015). | 35 37 39 41 |
| Punerea în aplicare, pe un teren poluat, a procedurii ce face obiectul cererii de brevet, presupune parcurgerea următoarelor etape tehnologice: | 43 |
| - executarea unei rețele de foraje cu adâncimea de maxim 1 m distribuite uniform pe toată suprafața; | 45 |
| - umplerea cu perlit expandat, granular a unei treimi din adâncimea forajului; | 47 |
| - administrarea gelului combinat cu perlit expandat pe a doua treime din adâncimea forajului; | 49 |

RO 133960 B1

- 1 - umplerea forajului, până la cota zero, completând și ultima treime din adâncimea
forajului, cu perlit expandat combinat cu fertilizant organic;
- 3 - executarea pe suprafața terenului a tuturor lucrărilor de pregătire pentru
însămânțare;
- 5 - însămânțarea terenului.

Perlitul expandat este un produs granular, ușor și poros, ce are la bază compuși din
7 categoria oxizilor foarte stabili chimic (SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , Fe_2O_3 , CaO , MgO , TiO_2)
cu densitate cuprinsă între 40-250 Kg/m^3 și cu o capacitate de absorbție a apei ce poate
9 atinge valori de până la 90% din volum.

Materia primă este roca perlitică, de origine vulcanică, generată de lava solidificată
11 în apă. Prin acest proces, în structura rocii a rămas apă molecular legată chimic. Această
apă produce explozia granulelor de rocă aduse la temperaturi de 800°C-1000°C. Datorită
13 stării semiplastice în care se găsesc granulele de rocă, la temperatura cuptorului, are loc
fenomenul de expandare și spargere a granulelor. Se obține un material granular steril,
15 foarte ușor și poros, cu granulații diverse, de la 0 până la 6 mm.

Gelul recomandat este produsul POCO. Acesta conține următoarele ingredient:
17 Calciu 0,04-0,05%; Iod: 6,30-12,70 mg/l; Magneziu 0,50-0,80 mg/l; N Nitrogen 0,025-0,038
mg/l; Potasium 0,50-0,64%; Na Sodium 0,088-0,120%; Sulf 0,028-0,050%; Ulei de portocale
19 0,10-0,12%; Ulei de rapiță 0,04-0,06%; Vitamina C 25- 35 mg/l; Acizi organici 0,20-0,25%;
pH 8,5-9,5.

21 Fertilizantii recomandați sunt:

VermiPLANT lichid este un produs total natural, fiind folosit foarte bine și pentru
23 culturile bio obținut în urma activității rămelor. Conține o gama largă de microelemente printre
care bariu, zinc, fier, mangan, precum și o serie de aminoacizi, totul contribuind la o mai
25 bună creștere și dezvoltare a plantelor;
sau:

27 Formulex Azot total (N) 2.40; azot nitric 2.19; azot amoniacal 0.21; Fosfor (P205) ușor
solubil (P) 0.85 (0.37); Potasiu (K20) (K) 3.36 (2.78); Calciu (CaO) (Ca) 1.85 (1.32); Bor (B)
29 0.0108; Cobalt (Co) 0.0006; Cupru (Cu); EDTA 0.0025; Chelat de Fier (Fe) EDTA 0.0526;
Mangan (Mn) chelat EDTA 0.0131; Molibden (Mo) 0.0012; Zinc (Zn) chelat EDTA 0.0036.

31 Avantajele procedurii conform invenției sunt următoarele:

- procesul de remediere se produce pe teren, fără să necesite dislocări și transportul
33 unor mase importante de sol la stații specializate pentru executarea tratamentelor necesare
cu semnificative urmări asupra costurilor de execuție;

- utilizarea perlitul expandat care, datorită porozității și capacității lui de absorbție,
35 generează o rezervă de apă uniform distribuită în masa solului, prin rețeaua de foraje, la
adâncimi aflate sub nivelul rădăcinilor culturii; astfel se reduce semnificativ tendința de băltire
37 a apei din precipitații pe suprafața terenului arabil; de asemenea, apa înmagazinată în perlit
se va elibera treptat alimentând rădăcinile plantelor, chiar și în perioadele secetoase.

Prin aplicarea prototipului experimental în câmp am constatat o influență favorabilă
41 în urma aplicării perlitului. Producțiile la specia grâu au prezentat creșteri procentuale față
de martor și de 304,55% la V5 - Perlit încorporat în gropi + Formulex față de VI - Sol
43 contaminat.

Având în vedere că procesul de fitoremediere este un proces lent și complex am
45 urmărit prin experiențele din câmp efectul aplicării prototipului asupra gradului de reducere
a poluanților din sol, de reducere a conținutului în calciu și sodiu, de asigurare a unui drenaj
47 bun și de creștere a producției la specia grâu. De asemenea, am urmărit activitatea
microbiologică din sol.

RO 133960 B1

Problema tehnică pe care prezenta invenție o rezolvă constă în reducerea poluanților din sol, a conținutului de calciu și sodiu. 1

Metoda de remediere a solului poluat cu produse petroliere prin realizarea unei rețele de foraje distribuite uniform pe toată suprafața, umplerea cu perlit expandat granular, administrarea unui gel combinat cu perlit și completarea cu perlit expandat amestecat cu fertilizant organic, elimină dezavantajele menționate și rezolvă problema tehnică prin aceea că umplerea teșelei de foraje constă în introducerea de perlit expandat granular pe o treime din adâncimea forajului executat la 1 m, administrarea gelului combinat cu perlit expandat pe a doua treime a forajului, și umplerea ultimei treimi a forajului cu perlit expandat combinat cu fertilizant organic, până la cota zero, cu continuarea lucrărilor de pregătire a terenului pentru însămânțare. 3
5
7
9
11

Probele de sol au fost prelevate la jumătatea distanței dintre gropi. Se remarcă o scădere a conținutului de calciu în sol de asemenea și a sodiului (tabelul 1). 13

Influența procedurii conform invenției asupra conținutului în calciu și sodiu din sol după doi ani de la tratament 15

Tabelul 1 17

| Variante | Ca | Procent față de martor | Na | Procent față de martor |
|--|-----|------------------------|-----|------------------------|
| | ppm | | ppm | |
| V1 Sol contaminat | 554 | 100,0 | 385 | 100,0 |
| V2 Perlit încorporat în gropi | 551 | 99,5 | 330 | 85,7 |
| V3 Perlit încorporat în + Poco | 542 | 97,8 | 355 | 92,2 |
| V4 Perlit încorporat în gropi + Formulex | 438 | 79,1 | 284 | 73,8 |
| V5 Perlit încorporat + Formulex | 552 | 99,6 | 282 | 73,2 |

 19
21
23

Am analizat totodată și concentrația în hidrocarburi totale din sol, la finalul experimentului (tabelul 2). 25
27

Concentrația în hidrocarburi totale la diferitele adâncimi 29

Tabelul 2 31

| Adâncimea | Valoarea inițială | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm |
| 20 cm | 1,278 | 1,271 | 1,270 | 1,212 | 1,297 | 1,261 |
| 50 cm | 0,921 | 0,922 | 0,889 | 0,956 | 0,897 | 0,911 |
| 70 cm | 0,198 | 0,197 | 0,201 | 0,199 | 0,183 | 0,188 |

 33
35
37

Prin aplicarea prototipului pH-ul solului crește (tabelul 3). 39

RO 133960 B1

1 Influența asupra pH-ului solului la începutul și la finalul experimentului

Tabelul 3

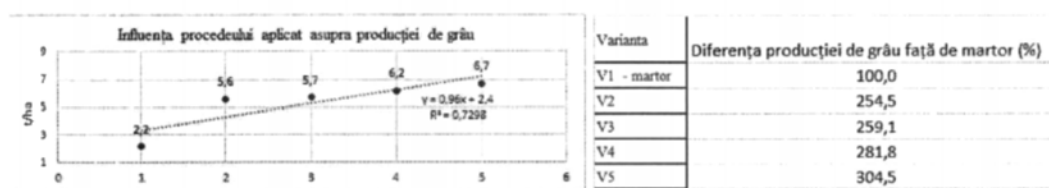
| Varianta | La începutul experimentului | La finalul experimentului |
|---|-----------------------------|---------------------------|
| V1 Sol contaminat | 5,1 | 6,2 |
| V2 Perlit încorporat în gropi | 5,7 | 7,1 |
| V3 Perlit încorporat în + Poco | 5,7 | 7,3 |
| V4 Perlit încorporat în gropi +Vermiplant | 5,7 | 6,8 |
| V5 Perlit încorporat + Formulex | 5,8 | 6,8 |

11 Procedeul aplicat a condus la obținerea unor producții aproape normale de grâu
aceasta variind de la 2,2 t/ha la VI martor și 6,7 t/ha la V5.

13

15

17



19

21 Totodată au fost utilizați parametri cu ajutorul cărora se pot caracteriza din punct de
vedere microbiologic populațiile bacteriene și fungice. Astfel, s-au utilizat parametri de com-
parare a componenței taxonomice a comunităților microbiene de la variantele de remediere
23 cu cele ale comunităților din solul poluat, legate de numărul de specii identificate (S) și de
biodiversitate (RS2), precum și analiza modului în care au fost stimulate microorganismele
25 capabile să se implice în reciclarea materiei organice în sol și în controlul biodegradării
hidrocarburilor de către produsele utilizate comparativ cu probe martor poluate și netratate.

27 Din punct de vedere al diversității taxonomice, populațiile de bacterii au prezentat
creșteri de la 6 taxoni în solul poluat până la 15, care au inclus și reprezentanți a 1-4 Serii
29 de actinomicete, la majoritatea variantelor, o stimulare a diversității specifice fiind evidențiată
la aplicarea tratamentelor în special pe substratele cu perlit. Microflora fungică a fost
31 alcătuită din 5-10 specii, cu variații în funcție de tipul de substrat sau natura tratamentelor
de stimulare aplicate, cu înlocuirea dominanței potențialului fitopatogen *Fusarium*
33 *verticillioides* cu specii celulozolitice (*Cunninghamella elegans*, *Aspergillus*, *Trichoderma*,
Paecilomyces) și diferite specii cu abilități biodegradative ceea ce atestă efectul de
35 reechilibrare a microflorei fungice exercitat de tehnologia de remediere aplicată.

37 La finalul perioadei de experimentare s-a remarcat stimularea dezvoltării reprezen-
tanților fluorescenți ai genului bacterian *Pseudomonas* cu efecte antagoniste față de
fitopatozoni a bacillaceelor la probele de sol și în rizosfera plantelor și a reprezentanților
39 antagonistului fungic *Trichoderma viride* la variantele cu perlit și tratate cu stimulatori (Poco,
Formulex fiind cele mai eficiente).

RO 133960 B1

Influența metodei de remediere asupra biodiversității
microflorei bacteriene la variantele experimentale

1

Tabelul 4

3

| Variante amestec | Nr. Specii S | Diversitate specifică RS2 |
|--|-----------------|------------------------------|
| V1 Sol poluat | 6 | 0,083 |
| V3 Perlit încorporat în + Poco | 3 | 0,011 |
| V4 Perlit încorporat în gropi + Vermiplant | 6 | 0,127 |
| V5 Perlit încorporat + Formulex | 9 | 0,093 |

5

7

9

11

Influența metodei de remediere asupra biodiversității
microflorei fungice la variantele experimentale

13

Tabelul 5

| Variante amestec | Nr. Specii S | Diversitate specifică RS2 |
|--|-----------------|------------------------------|
| V1 Sol poluat | 10 | 0,294 |
| V3 Perlit încorporat în + Poco | 9 | 0,643 |
| V4 Perlit încorporat în gropi + Vermiplant | 8 | 0,320 |
| V5 Perlit încorporat + Formulex | 5 | 0,500 |

15

17

19

21

În cele ce urmează se prezintă un exemplu de realizare și utilizare a invenției în legătura cu fig. 1 și fig. 2 care reprezintă:

23

Fig. 1, secțiune verticală printr-un foraj umplut cu perlit expandat și cu amestecuri din perlit expandat cu gel și cu fertilizant.

25

În Fig. 1 am reprezentat o secțiune printr-un foraj cu suprafața interioară **A**, practicat în solul **1** cu suprafața liberă a solului **B** supus remedierii. Cavitata forajului este umplută cu perlit expandat **4** și cu amestec din perlit expandat - gel **3** și cu amestec din perlit expandat - fertilizanți organici **2**.

27

29

Fig. 2, rețea de foraje **1** distribuite uniform pe toata suprafața terenului supus remedierii.

31

RO 133960 B1

Revendicare

1

3

5

7

9

11

Metodă de remediere a solului poluat (1) cu produse petroliere prin realizarea unei rețele de foraje (1'), distribuite uniform pe toată suprafața, umplerea cu perlit expandat granular (4), administrarea unui gel combinat cu perlit (3) și completarea cu perlit expandat amestecat cu fertilizant organic (2), **caracterizată prin aceea că** umplerea rețelei de foraje (1') constă în introducerea de perlit expandat granular (4) pe o treime din adâncimea forajului executat la 1 m, administrarea gelului combinat cu perlit expandat (3) pe a doua treime a forajului, și umplerea ultimei treimi a forajului (A) cu perlit expandat combinat cu fertilizant organic (2), până la cota zero, cu continuarea lucrărilor pentru pregătirea terenului pentru însămânțare.

SECTIUNEA A-A

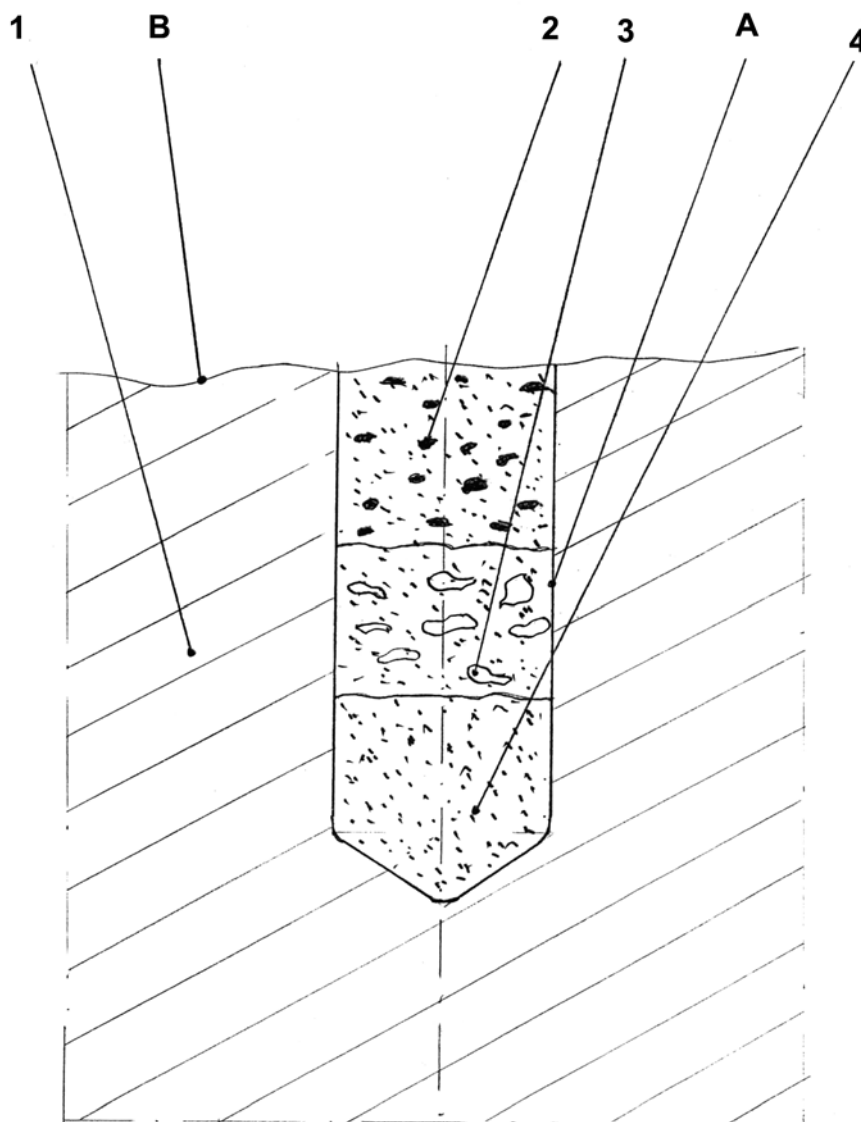


Fig. 1

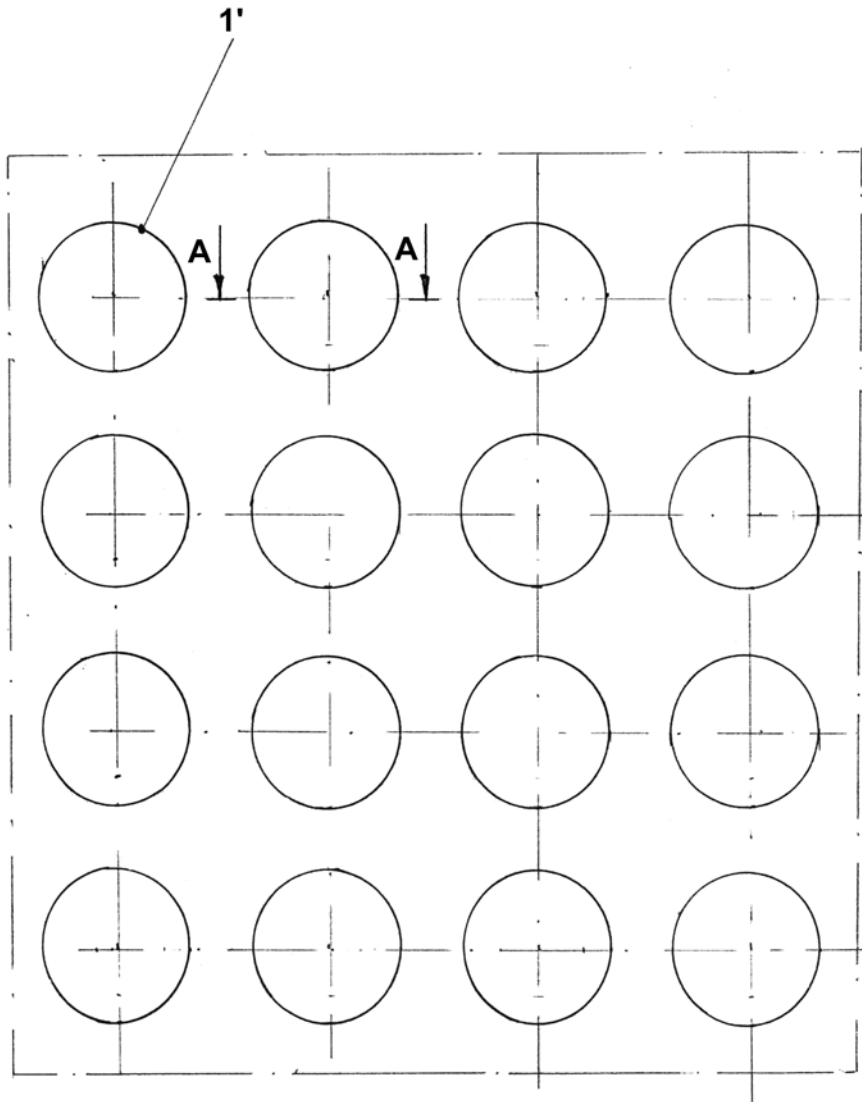


Fig. 2

