



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00182**

(22) Data de depozit: **15/03/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/05/2020** BOPI nr. **5/2020**

(41) Data publicării cererii:
30/10/2013 BOPI nr. **10/2013**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI"**
DIN CLUJ-NAPOCA,
STR.MIHAIL KOGĂLNICEANU NR.1,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• **COSMA CONSTANTIN,**
STR.NICOLAE TITULESCU NR.18, BL.P8,
AP.61, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• **COSMA VICTOR ALEXANDRU,**
STR.TITULESCU NR.18, AP.61,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• **PAPP BOTOND, BD.UNIRII NR.30,**
REGHIN, MS, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
CN 101477212 A; RO 63570;
DE 10058904 C2

(54) **DISPOZITIV ȘI METODĂ PENTRU DETERMINAREA
CONCENTRAȚIEI DE RADON ȘI A PERMEABILITĂȚII
SOLULUI**



RO 128952 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv și la o metodă specială pentru determinarea concentrației de radon și a permeabilității solului.

3 Potențialul de radon din sol influențează decisiv conținutul de radon din interiorul clădirilor. Cunoașterea prealabilă, înainte de executarea fundației, a acestui potențial de radon poate avertiza din timp constructorul pentru luarea de măsuri efective și ieftine pentru a împiedica pătrunderea radonului în interiorul clădirii (locuințe, școli, grădinițe etc.). În literatura de specialitate acțiunea poartă denumirea de "radon-mitigation" pentru construcții noi.

7 În practica de astăzi, pentru măsurarea celor două caracteristici (concentrația de radon din sol și permeabilitatea solului) se folosesc instrumente separate.

9 Pentru măsurarea concentrației de radon din sol cel mai folosit instrument este detectorul de radon LUK 3C, produs de firma Jifi Pich-SMM, Prague [http://www.jiriplch-smm.com/firm.htm]. Acest aparat folosește celule Lucas și măsoară în regim de neechilibru, prin descendenții radonului, concentrația de radon din proba de gaz extras din sol și introdus în celulă cu ajutorul unei seringi. Extracția gazului din sol se efectuează cu ajutorul unei sonde de extracție (tub de oțel) introdusă la o adâncime dorită și cuplând la capătul superior o seringă Janette. După umplerea seringii (acționând pistonul), aceasta se cuplează la celula Lucas din aparatul LUK 3C. Introducerea probei de gaz din sol din seringă în celula Lucas se efectuează prin vidarea preliminară a celulei. Celulele Lucas utilizate la detectorul LUK 3C sunt din aluminiu, de formă cilindrică, închise la un capăt, de capacitate 150 ml și acoperite în interior cu o substanță luminescentă (scintilatoare). Celula Lucas are capătul deschis fixat pe marginile unui fotomultiplicator încorporat în aparat. Particulele alfa provenite în urma dezintegrării atomilor de radon lovesc substanța luminescentă de pe pereții interiori ai celulei, și produc impulsuri luminoase care ajung la fotomultiplicator. Acesta, la rândul lui, produce impulsuri electrice care sunt înregistrate și numărate de partea electronică a aparatului LUK 3A. Concentrația de radon a probei de gaz introduse în celulă va fi proporțională cu numărul de impulsuri înregistrate în unitatea de timp. Alte variante pentru măsurarea concentrației de radon din sol sunt legate de cuplarea la sonda de extracție introdusă în sol a unor pompe acționate de acumulatori, și introducerea fluxului de gaz extras în aparatul de măsură portabil (ALPHA GUARD, RAD 7, RADIM 3 etc.) alimentat de la baterii sau acumulatori. De exemplu, documentul **CN 101477212 A** prezintă o metodă și o instalație de determinare a concentrației de radon din sol, instalația cuprinzând o sondă de extragere a unei cantități de aer din sol, o pompă de extragere a aerului, și un filtru cu cărbune activ, de reținere a radonului, precum și un detector de radiații, metoda constând în extragerea unei cantități prestabilite de aer cu conținut de radon din sol, reținerea radonului pe cărbune activ, și măsurarea radioactivității cantității de cărbune activ captator de radon.

37 De asemenea, documentul **RO 63570** prezintă o metodă și un aparat pentru determinarea concentrației de radon din atmosfera minelor de uraniu, printr-un ansamblu de absorbție a aerului prin niște găuri de la baza unui tub colimator, cu niște detectori solizi care determină concentrația aerosolilor cu radon, reținuți pe filtrul de purificare a aerului, iar documentul **DE 10058904 C2** prezintă o metodă de detectare a contaminării solului cu substanțe organice, și a radioactivității radonului din sol, prin absorbția aerului din sol cu ajutorul unei sonde introduse în sol, și determinarea concentrației de radon a acestuia, fiind măsurate totodată și valorile altor parametri.

45 Pentru măsurarea permeabilității solului, un instrument frecvent folosit este dispozitivul RADON JOK, perfecționat de firma RADON v.o.s.. Prague (Republica Cehă) (Neznan M.), și care constă în extragerea din sol a unei cantități stabilite de gaz, sub presiune constantă, și măsurarea timpului de extracție [http://www.radon.eu/jok.html]. Pentru un timp de extracție mic rezultă permeabilitate a solului mare, și invers.

RO 128952 B1

Aceste tehnici de măsurare independentă a concentrației de radon și a permeabilității solului, în cazul măsurătorilor în teren, au două mari inconveniente:	1
- necesită aparatură separată pentru măsurarea concentrației de radon și pentru determinarea permeabilității solului, precum și sisteme de pompare cu acționare electrică sau manuală la fața locului;	3
- extragerea cu seringă sau pompajul activ, prin forțarea difuziei/transportului la adâncimea de extracție (partea liberă din capătul din sol al sondei de extracție), modifică necontrolat valoarea presiunii de extracție, influențând transportul și, prin aceasta, și valoarea de măsurat a concentrației de radon; această influență este cu atât mai importantă cu cât gradul de permeabilitate a solului este mai mic, putându-se ajunge la erori mai mari de 100%.	5
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui ansamblu de determinare a concentrației de radon din sol, prin extragerea de aer din sol, și filtrarea cu cărbune activ a acestuia, care să permită și determinarea permeabilității solului, cu mijloace ieftine și economice.	7
Dispozitivul și metoda propusă, conform invenției, rezolvă această problemă tehnică prin aceea că, pentru a determina permeabilitatea solului, concomitent cu extracția gazului pentru analiză, realizează extracția unei cantități cunoscute de gaz din sol, sub presiune controlată, și reținerea concomitentă a radonului extras pe o coloană de cărbune activ. Cărbunele activ este încapsulat la dispozitivul conform invenției într-un tub de plastic intercalat între o sondă extractoare de gaz din sol, și un recipient umplut cu apă, care, prin curgerea apei printr-un robinet reglabil din partea inferioară, asigură extracția controlată a gazului din sol, și reținerea radonului extras pe coloana de cărbune. Lungimea coloanei de cărbune trebuie să fie suficient de mare, astfel încât să asigure reținerea în totalitate a radonului din gazul extras. Prin măsurarea timpului de extracție și a activității radonului fixat pe cărbune (prin spectrometrie gamma în laborator), sunt furnizate simultan informații atât despre concentrația de radon din sol, cât și despre permeabilitatea solului.	9
Dispozitivul și metoda de extracție conform invenției prezintă avantajul că permit măsurarea simultană a concentrației de radon din sol, precum și a gradului de permeabilitate locală, prin aceasta putându-se determina potențialul de radon din sol, fără nicio sursă externă de alimentare cu energie. Această energie este obținută prin forța gravitațională, prin curgerea (golirea) unei cantități de apă din recipientul cu care este prevăzut dispozitivul, adaptat pentru acest scop. Din acest punct de vedere dispozitivul este foarte simplu, economic și versatil, măsurând potențialul de radon în punctul de măsură. În plus, extracția sub presiune controlată nu influențează transportul radonului în sol, asigurându-se în acest fel și condițiile natural neperturbate pentru măsurare. De asemenea, cărbunele din coloană poate fi refolosit, după măsurare și degazare, de un număr mare de ori.	11
Invenția este prezentată pe larg în continuare, printr-un exemplu de realizare a dispozitivului și de aplicare a metodei conform invenției, în legătură și cu fig. 1 și 2, ce reprezintă:	13
- fig. 1, prezentare schematică a dispozitivului de măsurare a potențialului de radon din sol;	15
- fig. 2, spectrul gamma obținut pentru proba de cărbune cu radon absorbit din sol.	17
Dispozitivul conform invenției are o sondă extractoare 1 de extracție a gazului din sol, tip tub din oțel, care este introdusă în sol la adâncimea de măsură (de regulă între 0,8 și 1 m), prin lovirea capătului superior (protejat de un atenuator protector) cu un ciocan de masă corespunzător (fig. 1). La capătul inferior se atașează un mic proiectil conic 2 , pentru a facilita pătrunderea la adâncimea dorită, și pentru a împiedica pătrunderea solului în interiorul tubului. După introducerea tubului sondei extractoare 1 la adâncimea selectată, acesta	19
	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 128952 B1

1 se ridică (se extrage) pe o distanță de 4...8 cm, permițând apariția unui spațiu gol **3** la baza
tubului, spațiu în care radonul din sol se va acumula prin difuzie sau prin transport. La
3 capătul superior al sondei extractoare **1** se cuplează un tub flexibil **4** din cauciuc, prin care
se conectează un tub flexibil **4'** din plastic la sonda de extracție **1**. Acest tub flexibil **4'** din
5 plastic are dimensiuni adecvate pentru a se introduce în el o cantitate cunoscută (50 g) de
cărbune activ **5**. Radioactivitatea de fond a cărbunelui activ **5** se măsoară în laborator în geo-
7 metrie determinată. Cărbunele activ **5** are proprietatea că permite în același timp absorbția
totală a radonului extras din sol, ce traversează coloana de cărbune din interiorul tubului
9 sondei extractoare **1**. Extracția gazului din sol se face prin golirea unui recipient **6** cu un
volum de 2 l, umplut în prealabil cu apă. Golirea recipientului **6** creează o mică diferență de
11 presiune deasupra nivelului de apă din recipient, iar gazul acumulat în spațiul **3** de
dedesubtul sondei de extracție **1** va traversa coloana de cărbune activ **5**, radonul fiind reținut
13 prin adsorbție în totalitate. Un robinet **7** din partea inferioară a recipientului **6** reglează viteza
de scurgere în așa fel încât să nu existe o pătrundere a aerului prin partea de jos a recipien-
15 tului (perturbare a debitului continuu de curgere). Recipientul **6** umplut cu apă este fixat pe
un suport **8**.

17 Absorbția totală a radonului pe coloana de cărbune activ **5** a fost verificată în labo-
rator, prin măsurători secvențiale, pe coloana de cărbune, a radioactivității fixate la diferite
19 distanțe față de locul de intrare a fluxului de gaz în coloană. După golirea totală a recipien-
tului, cărbunele din coloană este reîncapsulat etanș într-o canistră de măsură, și este
21 măsurat prin spectrometrie gamma în laborator, făcându-se și corecția respectivă de timp
de răcire.

23 Dependența permeabilității de debitul de gaz extras prin această metodă este dată
prin relația:

$$25 \quad k = \frac{Q}{\Delta p} \cdot \frac{\mu}{F} \quad (1)$$

27 unde $k[\text{m}^2]$ este permeabilitatea solului pentru gaze, $Q[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$ este debitul de extracție, care
29 se obține din raportul volumului recipientului la timpul în care are loc golirea acestuia (t_g)
(măsurat cu un cronometru), $\mu[\text{Pa} \cdot \text{s}]$ este viscozitatea dinamică a aerului ($\approx 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}$,
31 la 10°C), $\Delta p[\text{Pa}]$ este diferența de presiune dintre nivelul capătului de jos al coloanei de apă
și capul sondei din sol (egală cu înălțimea medie a coloanei hidrostactice, $h/2$ din înălțimea
33 recipientului de golire), iar $F[\text{m}]$ este factorul de formă al sondei (ce depinde de geometria
sondei, adică de suprafața interioară a tubului de extracție, de volumul de extracție al capă-
35 tului inferior al sondei de extracție, și de adâncimea de extracție).

Potențialul de radon din sol (H) este o mărime ce depinde de concentrația de radon
37 din sol (C_{Rn}) și de permeabilitatea solului (k):

$$39 \quad H = F(C_{\text{Rn}}, t_g) \quad (2)$$

Permeabilitatea solului este măsurată prin timpul de golire (t_g), celelalte mărimi din
relația (1) fiind cunoscute.

41 Concentrația de radon din sol (C_{Rn}) se determină pe baza comparării spectrului obți-
nut pentru proba încapsulată, cu un spectru etalon măsurat în aceeași geometrie (fig. 2). Se
43 observă pe această figură că fopcurile descendenților radonului (Bi-210 și Pb-210) sunt
foarte clare și intense, comparativ cu cele din spectrul de fond. La calculul concentrației, aria
45 picurilor se corectează scăzând valorile fondului. Valorile mici ale picurilor din fond sunt
dovedite prin valoarea mică a celui mai intens pic din spectrul de fond, la energia de
47 1461 keV (K-40).

RO 128952 B1

Metoda și dispozitivul conform invenției, în cazul în care există și posibilitatea utilizării unei instalații mobile de spectrometrie gamma, permit măsurători complete la fața locului, și determinarea potențialului de radon (permeabilitate și concentrație de radon), acest dispozitiv putându-se utiliza cu succes în campanii în teren pe durate lungi de timp (săptămâni, luni). 1
3

Metoda și dispozitivul conform invenției se pot folosi și într-un mod simplificat, exclusiv pentru măsurarea permeabilității solului, renunțându-se la coloana de cărbune activ. În acest caz, parametrul de interes este doar timpul de golire (t_g), care permite măsurarea permeabilității (k) prin relația (1). 5
7

RO 128952 B1

1

Revendicări

3 1. Dispozitiv pentru determinarea concentrației de radon și a permeabilității solului,
compus dintr-o sondă extractoare (1) pentru extragerea unei cantități de aer din sol , un filtru
5 cu cărbune activ (5) de reținere a radonului, și un mijloc de extragere a aerului din sol, **carac-**
terizat prin aceea că filtrul cu cărbune activ (5) este un tub flexibil (4') din plastic, în care se
7 introduce cărbunele activ (5), iar mijlocul de extragere a aerului din sol este un recipient cu
apă (6) prevăzut cu un robinet de reglaj (7), pentru evacuarea apei, la care este conectat
9 tubul flexibil (4') cu cărbune activ (5), printr-un tub flexibil (4) din cauciuc.

11 2. Metodă pentru determinarea concentrației de radon și a permeabilității solului,
cuprinzând etapele de extragere de aer din sol, reținerea radonului din aerul extras prin inter-
mediul unui filtru cu cărbune activ, și determinarea radioactivității radonului din coloana filtru-
13 lui cu cărbune activ, prin spectrometrie gamma, **caracterizată prin aceea că** va cuprinde
și o etapă de determinare a permeabilității solului prin măsurarea timpului de golire a unui
15 recipient cu apă, cu robinet de reglaj al evacuării apei, la partea superioară a căruia este
conectat un tub flexibil cu cărbune activ, prin care este extras aerul din sol, urmată de calcu-
17 larea permeabilității solului în funcție de timpul de golire a recipientului cu apă.

(51) Int.Cl.

G01V 5/06 (2006.01);

G01T 1/178 (2006.01);

G01N 33/00 (2006.01)

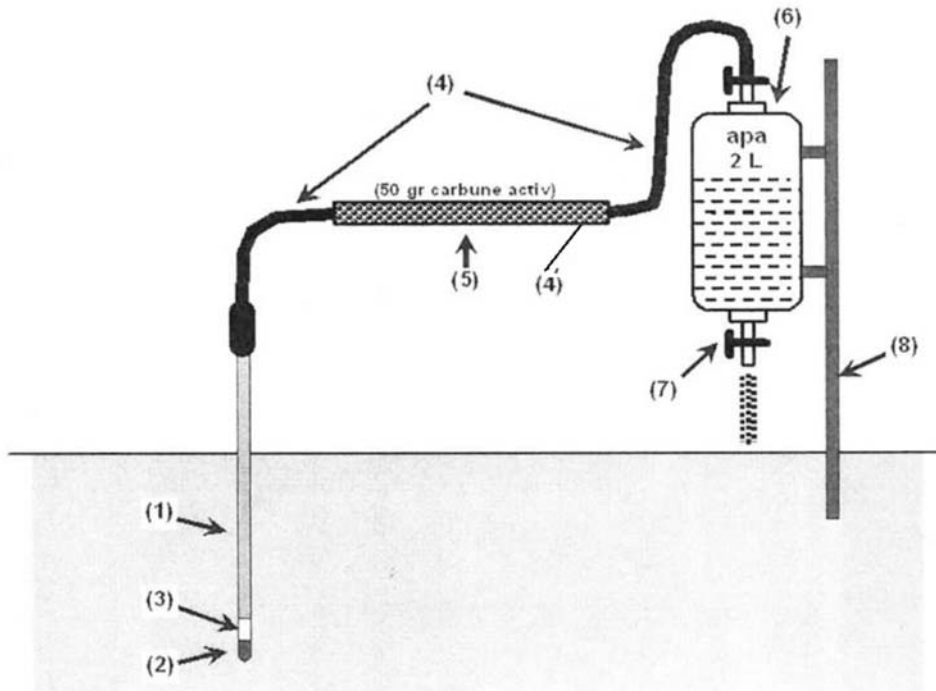


Fig. 1

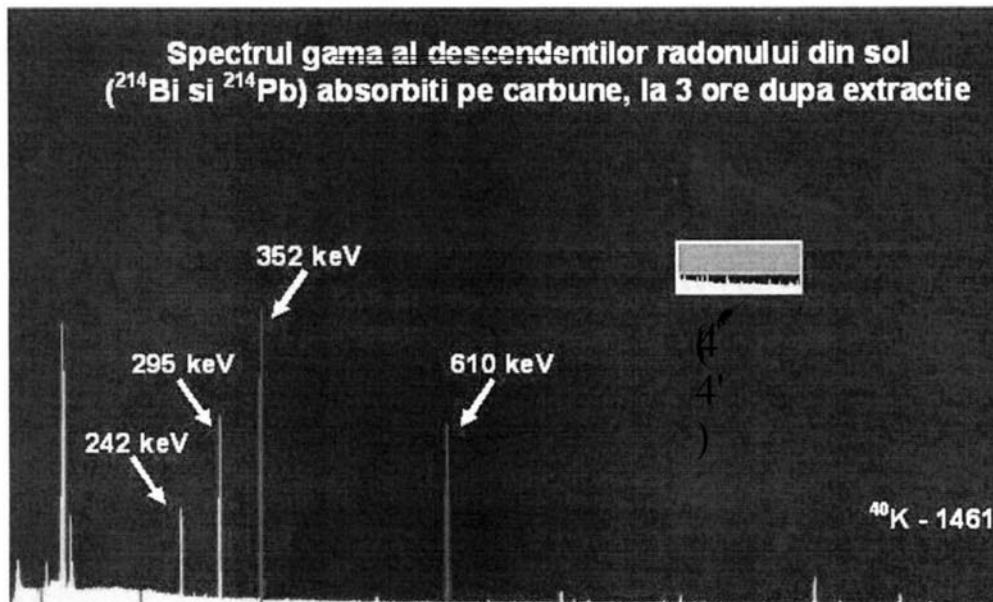


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 197/2020