

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00111

(22) Data de depozit: 07/03/2022

(41) Data publicării cererii:
29/09/2023 BOPI nr. 9/2023

(71) Solicitant:
• ELECTRONIC APRIL APARATURĂ
ELECTRONICĂ SPECIALĂ S.R.L.,
STR. L. PASTEUR NR. 3 - 5,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• CSAPO ALEXANDRU,
STR.PROF. T.CIORTEA NR.5, AP. 21,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• PUSKAS FERENC, STR. RAHOVEI
NR. 18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) FILTRU PE BAZĂ DE ZEOLIȚI NATURALI PENTRU
ADSORBȚIA RADONULUI DIN AER, INCINTE ÎNCHISE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un filtru pe bază de zeoliți naturali pentru adsorbția radonului din aer sau incinte închise, prin folosirea unui amestec constând din zeoliți naturali activați și cărbune activ comercial. Filtrul conform invenției este alcătuit dintr-o ramă realizată din oțel inoxidabil, de formă paralelipipedică cu dimensiunile 170 x 140 x 80 mm, care are două grilaje perforate sau expandate prin care lasă să treacă aerul, între grilaje fiind amplasate prefiltrele realizate din materiale filtru rolă F5 impregnate cu cărbune activ, un material neșesut din poliester cu densitate progresivă și cu rezistență mare la rupere și un material inert care să nu introducă în gazul filtrat particule dăunătoare sănătății, compoziția materialului filtrant fiind următoarea: cărbune activ comercial: zeolit în raport de 50 : 50, material zeolitic: tuf vulcanic zeolitic din depozitul Rupea activat termic la 200°C, cărbune activ: sort comercial, cărbune activat pulbere cu granulația cuprinsă între 1...3 mm, masa filtrantă fiind de 800 g, cu domeniul de lucru al filtrului de peste 400Bq/m³, cu eficacitatea de filtrare de 85% la 4 ore neîntrerupte de funcționare, cu durata de viață de 2 luni, funcționarea filtrului este continuă având condiții de regenerare a materialului filtrant prin încălzirea umpluturii filtrante într-un cuptor la o temperatură de 200±10°C timp de minimum 3 ore.

Revendicări: 1
Figuri: 3

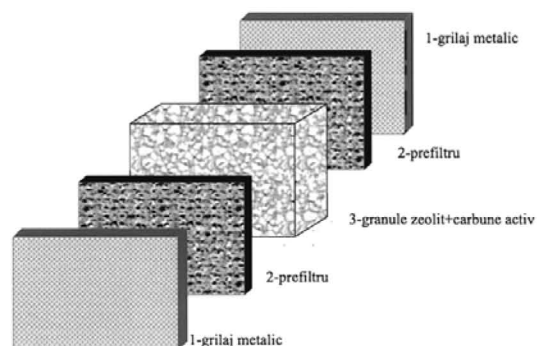


Fig. 1

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).



Filtru pe baza de zeoliti naturali pentru adsorbția radonului din aer, incinte inchise

Descriere

Inventia se refera la un filtru pe baza de zeoliti naturali pentru adsorbția radonului din aer, incinte inchise, prin folosirea unui amestec constand din zeoliti naturali activati si carbune activ comercial.

Radonul, gaz nobil radioactiv, incolor, inodor este un produs intermediar rezultat din dezintegrarea naturala a uraniului si thoriului. Radonul (^{222}Rn) este un gaz radioactiv prezent in mod natural pretutindeni, provenit din dezintegrarea radiului (^{226}Ra). Procesul de descompunere este insotit de emisii semnificative de radiatii alfa si beta. Radiatiile alfa nu sunt foarte importante pentru sanatatea umana, ele oprindu-se la nivelul imbracamintei sau pielii si nu reprezinta un factor de risc. In schimb, particolele care emit radiatii beta si plutesc in aer constituie un real pericol din momentul in care sunt inhalate in sistemul respirator (1).

Radonul (^{222}Rn) si thoronul (^{220}Rn) se formeaza continuu in crusta terestra prin dezintegrarea uraniului si thoriului distribuiti in mici cantitati in sol si rocile care constituie aceasta crusta. Atomii de radon migreaza in aerul din structura solului si ajung in atmosfera prin difuzie sau prin transportul datorat diferentelor de presiune. Coeficientul de difuzie al radonului in sol este de aprox. $0,05 \text{ cm}^2/\text{s}$, ceea ce inseamna ca la o adancime de 1 m concentratia lui este dubla fata de cea de la suprafata. De asemenea, radonul poate fi raspandit prin curentii de aer de la zona de emanare din sol pana in zone mai indepartate, atat pe orizontala cat si pe verticala. In atmosfera, coeficientul de difuzie al radonului este de $5 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{s}$, astfel ca inaltimea la care concentratia de radon scade la jumatate este de 1000 m. Efectele nocive asupra sanatatii umane au fost puse in evident in numeroase studii, radonul fiind declarat gaz carcinogen de catre Agentia Internationala de Cercetare a Cancerului (IARC). Conform Organizatiei Mondiale a Sanatatii, (OMS), a doua cauza de cancer pulmonar este expunerea la radon, dupa fumat si in functie de zona de expunere intre 3 si 14% din totalul de cancere pulmonare au drept cauza expunerea la radonul din interior. Riscul aparitiei bolii depinde de cantitatea si concentratia inspirata, efectele aparand la multi ani dupa expunere (1 - 3). Forajele de adancime de unde se scoate apa pot fi de asemenea, surse de radon. Directiva Europeană 2013/59/EURATOM, transpusă în legislația noastră în Legea nr. 63/2018 ce modifica Legea nr. 111/1996 privind desfășurarea activităților în domeniul nuclear, prevede necesitatea protecției împotriva expunerii la radonul din interiorul locuințelor și al locurilor de muncă, prin identificarea acelor situații în care concentrația activității radonului în aer depășește nivelul de referință mediu anual stabilit la $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$. De asemenea, zonele cu concentratii apropiate de $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ trebuie monitorizate si luate masuri de protectie. (2)

Odată ajuns în plămâni, evacuarea sa este un proces de lungă durată, timp în care continuă să se dezintegreze radioactiv (atât radonul cât și compușii de dezintegrare) și să elimine particule alfa și beta. În funcție de concentrația medie de radon (dată de condițiile geologice naturale), radonul poate cauza între 3% - 14% din cancerele de plămâni la nivel național (4) (în funcție și de numărul de fumători, datorită efectului sinergic al tutunului și

PM



radonului, riscul de cancer în rândul fumătorilor poate crește de 25 de ori). Se estimează că în Europa, 18000 de cazuri de cancer pulmonar sunt cauzate de radon în fiecare an (5).

Orice loc de munca în spațiu închis poate avea radon în aer în cantități peste limita admisă, în primul rând cele aflate în subsoluri, mine, construcții care au roci vulcanice, granit, andezit, bazalt ceea ce impune construcția unor aparate pentru adsorbția radonului, filtrul de adsorbție propriu-zis fiind elementul cheie.

Prezentarea stadiului tehnicii în momentul actual la nivel internațional și național

În spații deschise, radonul natural care se ridică din sol nu reprezintă o problemă pentru sănătate, concentrația fiind foarte redusă și de asemenea, radonul se dispersează repede în atmosferă. Problemele apar în spații închise, neventilate unde acest gaz se poate concentra deoarece radonul prezent în anumite soluri poate fi transportat prin intermediul mediilor poroase, în special prin fenomenul de difuzie. Radonul reprezintă o problemă mai ales în zonele vulcanice cu granit unde se ridică la suprafață prin fisurile naturale ale solului sau în cazul fundațiilor unor construcții cu conținut mai ridicat de uraniu, acest gaz se acumulează în subsoluri, fiind mai greu decât aerul. Chiar și în zone în care solul conține puțin uraniu, dar solul este permeabil se pot aduna concentrații însemnate de radon (6).

Migrarea acestor gaze într-o clădire se produce prin neetanșeitățile dintre sol și plăcile pe sol, prin pereții subsolurilor și demisolurilor (zonele prin care patrund conductele în clădire, fisuri, segregări în masă de beton etc.), prin apă utilizată pentru consum sau în scop sanitar și prin aerul introdus în clădire. Prezența radonului în aerul din interiorul clădirilor poate fi datorată și aerisirii insuficiente a spațiilor, gradului de etanșitate ridicat al clădirii, presiunii negative în anveloparea clădirii etc. Concentrația radonului în locuințe crește pe timpul nopții, când apare o acumulare puternică datorită reducerii ventilației naturale și se reduce semnificativ dimineața la deschiderea ferestrelor și ușilor. Datorită diferenței de presiune dintre cameră și subsol/sol apare un transport al aerului cu radon spre interior dacă în placă peste subsol/sol există craapături și neetanșeități (8-11).

Radonul poate proveni și din materialele utilizate pentru realizarea construcției (pământ, piatră, cărămidă, țiglă, plăci din bazalt, "boltari" din zgură de la termocentrale, straturile din zgură utilizate ca izolatoare termice pentru pardoseli etc.), dacă acestea provin din zone radioactive, însă concentrația nu este semnificativă. În schimb, gipsul și fosfogipsul folosite ca materiale de acoperire a pereților interiori, pot contribui semnificativ la creșterea concentrației de radon în interior deoarece acesta poate difuza ușor înainte de a se dezintegra prin straturile subțiri de tencuială.

Nivelul radonului variază și de la o lună la alta într-un an. Astfel, în perioada de iarnă, concentrația de radon într-o clădire crește mai mult decât în perioada de vară datorită diferenței de temperatură dintre interior și exterior ("efectul de semineu" sau "tiraj termic") și a presiunii mai scăzute a aerului în interior față de exteriorul clădirii în această perioadă. Studii realizate arată că sunt județe în România unde nivelul concentrației de radon este foarte ridicat și ajunge în locuințe. În plus, materialele de construcție cumpărate din aceste zone sunt mai contaminate decât în alte zone. Județele cu probleme privind concentrația de radon existentă în spații închise sunt Alba, Arad, Bihor, Bistrița-Năsăud, Brașov, Caraș-Severin, Cluj, Covasna, Harghita, Hunedoara, Maramureș, Mureș, Sibiu, Sălaj, Satu Mare și Timiș. Transilvania, în general, este zona cea mai expusă la creșteri ale radonului din aer, dar și marile aglomerații urbane: București, Iași, Timișoara, Constanța și Brașov (

expert.ro/cum-scapam-de-poluarea-cu-radon-din-casele-noastre/). Problematika radonului este aceeași și la nivel mondial. În SUA – EPA (Environmental Protection Agency) estimează că aproape una din cincisprezece case are un nivel ridicat de radon (<https://www.epa.gov/radon>).

Elementul cheie al unui aparat pentru adsorbția radonului din aerul dintr-o încălțată închisă este reprezentat de filtrul destinat filtrării radonului. Un filtru bun, cu posibilități ridicate de comercializare trebuie să garanteze: (i) eficiența ridicată și constantă a filtrării, la încărcări variabile de radon precum și (ii) funcționarea îndelungată fără întreținere/supraveghere (care se traduce în costuri reduse de exploatare), acestea fiind asigurate de calitatea filtrului, adică a materialului de umplutură.

Data fiind importantă pentru sănătate reprezentată de prezența radonului în aerul dintr-o încălțată au existat și există preocupări semnificative privind adsorbția acestuia.

Pe plan internațional au fost identificate următoarele brevete având ca subiect filtrarea radonului din aerul ambiental care în opinia autorilor sunt semnificative raportat la subiectul prezentei cereri de brevet.

Brevetul *Method, devices and systems for radon removal from indoor areas*, WO2017087699A1, 2017, prezintă o metodă pentru reducerea concentrației de radon din aerul din încălțată închise care constă în trecerea fluxului de aer cu conținut de radon peste un mediu adsorbant configurat să asigure adsorbția gazului. Mediul adsorbant se compune dintr-o pânză din fibră de cărbune activ (care poate fi plisată); și de asemenea materiale de tip: cărbune activat granular, monoliți sintetici de carbon activat, sită moleculară, silice, alumină, zeolit, cadre metalo-organice, oxid de titan, oxid de magneziu, un oxid de metal cu suprafață mare, un polimer adsorbant sau o combinație a oricăreia dintre cele de mai sus.

Brevetul *Method for filtering radon from a gas stream*, US5149343A, 1993 se referă la o metodă de filtrare, aplicabilă în birouri, locuințe, etc, unde concentrația radonului în aer prezintă un pericol semnificativ pentru sănătatea umană. Metoda constă în dirijarea fluxului de aer cu radon peste un filtru al cărui material filtrant se compune dintr-un amestec de materiale cunoscute pentru capacitatea de adsorbție a radonului. Materialul filtrant este un amestec de strate filtrante precum: spumă poliuretanică (cu pori deschisi) pentru captarea radonului în formă gazoasă; acesta filtrează printr-un proces de adsorbție și reține microvapori și particulele solide, inclusiv vapori de ulei; cărbune activ granular obținut din lemn, coajă de nucă de cocos și cărbune

Brevetul *Removal of radon from hydrocarbon streams*, US3940471A, 1976 se referă la o procedură prin care radonul este îndepărtat dintr-un curent de gaz natural prin amestecarea propilenei urmată apoi de fracționarea acestui amestec în așa fel încât să se concentreze radonul în propilenă mixată cu un gaz purtător după care fluxul conținând radon/propilenă/gaz purtător este amestecat cu un agent adsorbant care va îndepărta substanțial toată propilena permitând apoi separarea gazului purtător de radon.

Brevetul *Portable radon filtration apparatus* GB2545765A, 2020 este de fapt o mască respiratorie având fluxul de aer alimentat de un ventilator. Mască are funcția de a îndepărta radonul și particulele radioactive din aerul care se inspiră. Mască are în componență: (i) un aparat portabil de filtrare pentru separarea radonului de aer, capabil să adsorbă radonul pe un substrat de cărbune activat și să livreze aer purificat într-o piesă facială, reținând în același timp radonul pe substrat, (ii) o carcasă portabilă, (iii) un ventilator alimentat de o baterie care



este capabil să împingă aerul către piesa facială, trecând prin unul sau mai multe filtre de praf și unul sau mai multe filtre de adsorbție a radonului care conțin material adsorbant al radonului și altor particule radioactive, constând în principal din carbune activat.

Brevetul *Radon filtering device*, CN208809731U, 2019 dispozitiv de purificare a aerului în principal de filtrare a radonului având un filtru constând în principal dintr-un strat de carbune activ.

Brevetul *Method for filtering out radon*, CN102225294B, 2014, se referă la o metodă de filtrare a radonului din încăperi închise. Metoda se compune din următoarele etape: (a) detectarea concentrației de radon în aerul ambiant și evaluarea dacă concentrația de radon depășește valoarea standard; (b) atunci când concentrația de radon în aerul ambiant depășește valoarea standard se porneste un ventilator de înaltă presiune împingând aerul într-un dispozitiv de filtrare a radonului și suflă aerul care conține radon de mare concentrație într-un prerăcitor de aer care este absorbit din dispozitivul de filtrare a radonului unde are loc filtrarea radonului prin adsorbție într-un pat de carbon adsorbant care când ajunge la saturatie se poate elimina.

Brevetul *Ventilation system with radon abatement function*, KR20180059642A, 2018, prezintă un sistem de ventilație destinat cladirilor în care pot apărea concentrații de radon. Sistemul de ventilație are în componență un senzor de radon care măsoară concentrația de radon din încăperi și detectează concentrația de radon prezentă în cameră în timp real. Când concentrația de radon depășește o valoare standard prestabilită, senzorul de radon trimite un semnal către controlerul care porneste ventilația. Podelele sunt acoperite cu un strat cu rol de barieră de radon care este utilizat pentru a preveni intrarea radonului prezent în partea inferioară a podelei încăperii în încăperi, stratul constând din materiale care blochează radonul, cum ar fi pământ de diatomee, lemn carbonizat, cărbune și lac special comercial. Brevetul *Air Purifier with indoor radon removal device*, KR101569270B1, 2013, descrie un dispozitiv de purificare a aerului din încăperi închise eliminând radonul din încăperi și alimentând-o apoi cu aer proaspăt. Dispozitivul constă dintr-un detector de radon, un filtru de radon, un detector de oxigen, un colector de praf, un controler. Detectorul de radon și de oxigen transmit semnale către controler când valorile sunt peste/sub valori prestabilite antrenând /comandând sistemul pentru circulația aerului prin filtre cu rol de reținere/purificare de praf, eliminarea/filtrarea radonului și alimentarea cu aer proaspăt din exterior.

Brevetul *Radon-removing air purifier*, CN101749816B, 2012 prezintă un purificator de aer cu eliminarea/filtrarea radonului pe un pat de carbune activ; poate absorbi eficient gazul radon și descendenții acestuia eliberați din subteranul cladirilor.

Pe plan național, în baza de date <https://ro.espacenet.com/> au fost găsite doar 7 brevete/cereri de brevet având subiect radonul, și anume:

1. *Sistem automatizat de monitorizare și control al concentrațiilor radonului rezidențial*, RO20130000364 20130515, 2018, care se referă la un sistem automatizat de monitorizare și control al concentrațiilor radonului rezidențial. Sistemul conform invenției este alcătuit din trei părți principale: un bloc de alimentare cu energie electrică, un bloc de detecție a radonului și un bloc de comandă și procesare a datelor.

2. *Procedeu de extragere a radionuclizilor Radon-222 din apă potabilă și din apă geotermală și instalație de realizare a acestuia*, RO19920001351 19921026. Invenția se



referă la un procedeu de extragere a radionuclizilor Radon - 222 din apă potabilă și din apă geotermală prin aerarea continuă a apei, într-o primă fază, și trecerea apei de alimentare contaminate printr-o pernă de aer încălzit. Se continuă aerarea într-o a doua fază, după care se filtrează pe cărbune activ granular.

3. *Sistem inteligent de predicție și reglare a concentrației de radon din interiorul clădirilor civile bazat pe metode de învățare automată*, RO134460 (A0). Invenția se referă la un sistem inteligent de predicție și control optimizat al concentrației de radon din aer, dintr-o locație și cuprinde: mijloace interioare de achiziționare a valorilor unor parametri ambientali interni (temperatura și umiditatea din interiorul unei locații), mijloace exterioare de achiziționare a valorilor unor parametri ambientali externi (temperatura, umiditatea, viteza și direcția vântului din exteriorul respectivei locații), mijloace de calcul al concentrației de radon și mijloace de control al concentrației de radon din respectiva locație,

4. *Sistem integrat pentru izolare termică și reducere a concentrației de gaze emanate din terenul de fundare, în particular radon, în clădirile rezidențiale*, RO134240 (A0). Invenția se referă la un sistem integrat pentru izolare termică și reducere a concentrației de gaze emanate din terenul de fundare, în particular radon, în clădirile rezidențiale.

5. *Sistem inteligent și metodă de determinare și control al concentrației de radon din interiorul clădirilor civile*, RO134001 (A0) - E. Invenția se referă la un sistem inteligent și la o metodă de determinare și control al concentrației de radon dintr-o încăpăre. Sistemul cuprinde: mijloace exterioare de achiziționare a valorilor unor parametri ambientali externi (temperatura, umiditatea și viteza și direcția vântului), mijloace interioare de achiziționare a valorilor unor parametri ambientali interni (temperatura din interiorul unei încăperi), mijloace de calcul a concentrației de radon, mijloace de control al concentrației de radon din respectiva încăpăre, în care concentrația de radon se calculează ca o funcție de parametrii ambientali externi menționați și, respectiv, de parametrii ambientali interni menționați, iar mijloacele de control al concentrației de radon declanșează ventilația respectivei încăperi în cazul în care concentrația de radon depășește un anumit prag prestabilit.

6. *Metodă și dispozitiv pentru măsurarea potențialului de radon din sol prin rețea pe cărbune activ și extracție gravitațională controlată*, RO128952 (A2). Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv pentru recoltarea gazelor din sol, în vederea determinării simultane a permeabilității și a concentrației de radon din sol, pentru a se exprima potențialul de radon în sol.

7. *Detector de radon*, RO125125 (B1). Invenția se referă la un detector de radon, care permite detectarea și măsurarea calitativă a unor concentrații foarte mici de radon dintr-un volum de aer cunoscut, transmiterea la distanță prin rețea Internet a datelor, și localizarea poziției topografice prin sistem GPS a locației măsurătorii.

Consultarea bazei de date <https://ro.espacenet.com/> a indicat existența a 25 de brevet/cereri de brevete având ca subiect diferite aplicații ale zeolitilor dar nici una dintre ele nu este dedicată utilizării zeolitilor în procese de filtrarea aerului ambiental.

Scopul invenției: realizarea unui filtru pentru adsorbția radonului din aer din încăperi închise utilizând ca adsorbant materiale naturale 100%, în vederea valorificării resurselor naturale autohtone.

Descriere invenție



Filtrarea/adsorbția radonului din aerul dintr-o încălț, conform prezentei cereri de invenție, se realizează datorită structurii materialului filtrant adică reținerii radonului în canalele specifice ale zeolitului precum și adsorbției în masa de carbune activ, care alcatuiesc umplutura filtrului.

Filtrul are o formă paralelipipedică cu laturi din oțel inoxidabil perforat (sau expandat), cu suprafața liberă cât mai mare, astfel încât să asigure păstrarea formei și să confere siguranță sporită în exploatare. În spatele acestor grilaje sunt plasate prefiltre F5 dintr-un material comercial impregnat cu carbune activ care au rolul de a reține particulele de praf cu mărime $> 10 \mu\text{m}$ și gazele străine de aer, mai puțin radonul. Prefiltrele sunt realizate din materiale filtru rolă F5, un material nețesut din poliester, cu densitate progresivă și cu rezistență mare la rupere. Proprietățile materialului din care sunt produse prefiltrele, conform Fișei de produs sunt: testat conform EN 779; rezistență 100% la umiditate; rezistență la temperatură de până la $80 \text{ }^\circ\text{C}$; meltblown nonwoven; garantează o capacitate de stocare mare de praf și o durată lungă de viață

Rama care ține împreună straturile care alcatuiesc filtru este confecționată din oțel inoxidabil, un material inert care să nu introducă în gazul filtrat particule dăunătoare sănătății umane. Structura modulului de filtrare este prezentată în figura 1. Ansamblu filtru este prezentat în fig. 2.

Filtrul construit permite trecerea unui volum de aer suficient pentru asigurarea operației de filtrare a aerului (figura 2).

Specificații tehnice:

- Dimensiune filtru: 170 x 140 x 80 mm
- Compoziție material filtrant: carbune activ (comercial):zeolit în raport 50:50
- Material zeolitic: tuf vulcanic zeolitic din depozitul Rupea, jud. Brașov (tuf vulcanic de Persani), activat termic la $200 \text{ }^\circ\text{C}$; suprafața specifică CEC 60 g
- Granulație: 1 – 3 mm
- Carbune activ: sort comercial, carbune activat pulbere, Suprafața totală BET: 1100 m^2/g , Umiditate: 10%
- Masa filtrantă: 800 g
- Domeniu de lucru: peste $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$
- Eficacitate de filtrare: 85% la 4 ore neinterupte
- Durata de viață: 2 luni (60 zile), funcționare continuă
- Condiții de regenerare material filtrant: încălzirea materialului/umpluturii filtrante într-un cuptor la o temperatură de $200 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$, pentru o durată de timp de min. 3 ore.

Probleme tehnice pe care prezenta invenție dorește să le rezolve.

- *Construcție simplă:* asigură o înlocuire ușoară (după trecerea duratei de viață), fără să se genereze erori și fără ca la această operație să fie necesară utilizarea unor scule/dispozitive speciale, indiferent de aparatul în care va fi incorporat, ținând cont de faptul că aparatele pentru adsorbția radonului vor avea o utilizare domestică, în primul rând.
- *Eficiența și constanta de filtrare:* filtrul reduce concentrația de radon (la încărcări variabile de radon) sub valorile permise de normele existente, în condiții de



functionare continua si asigura o viteza de scadere a concentratiei de cel putin 50 Bq/m³/h (in conditiile in care valoarea initiala a concentratiei in incinta este de minim 400 Bq/m³).

- *Durata de viata mare:* filtrul are o durata de functionare indelungata, data de calitatea materialului de umplutura, fara sa necesite intretinere/supraveghere.
- *Regenerare filtru:* dupa depasirea orelor de functionare (adica dupa 2 luni) permite regenerarea filtrului. Operatia de regenerare a umpluturii (zeolit+carbune activ) se efectueaza prin scoaterea „umpluturii” si incalzirea materialului filtrant intr-un cuptor la o temperatura 200 ±10 °C, pentru o durata de timp de min. 3 ore.

Avantaje aduse de prezenta inventie

- costuri reduse de exploatare
- usurinta de exploatare: poate fi utilizat ca element cheie in constructia unor aparate destinate filtrarii radonului din aer, in incinte inchise
- valorificarea superioara a produselor autohtone
- eficienta crescuta si constanta de filtrare
- domeniu de lucru larg

Mod de aplicare a inventiei

Construcia efectiva a filtrului/modulul de filtrare consta din parcurgerea urmatoarelor operatii:

1. *Materialul filtrant.* Materialul filtrant in cantitate de 800 g, compus din zeolit activat termic la 200 ± 10 °C, micronizat (granulatie 1 – 3 mm) si carbune activ comercial, raportul 50:50 %, se cantareste cu un cantar electronic cu precizie minima de ±10 grame. Cantitatea prestabilita pentru umplerea filtrului depoziteaza intr-un vas curat, intr-o incapere lipsita de praf si gaze.
2. *Realizarea ramei filtrului/modulului de filtrare.* Rama filtrului este tabla lucrita de inox alimentara, cu grosime de 0,5 mm. se realizeaza prin parcurgerea etapelor :
 - *Debitare tabla.* Pentru realizarea ramei s-a debitat tabla aleasa, cu ajutorul unei ghilotine hidraulice, la dimensiunile specificate in desenul din fig. 3
 - *Indoirea materialului debitat* pe un abcant mecanic manual la unghi de 90 grade, cu grija, fara sa se indoie ultima latura, pentru ca pe aici va fi introdus zeolitul.
 - *Realizare capace laterale filtru.* Se debiteaza 2 bucati de tabla inox perforate, cu gauri de 6 mm la 10 mm distante egala, la dimensiunea de 126x136 mm.
3. *Realizare propriu-zisa filtru radon din aer, incinte inchise*
 - Se taie manual cu foarfeca doua bucati de prefiltru aer F5 (achizitionate din comert), la dimensiunea de 130 x 160 mm.
 - Se introduce in rama confectionata in etapa 2 pe rand (conform fig. 1):
 1. tabla perforata 1,
 2. prefiltrul 1,



3. materialul filtrant propriu-zis: zeolit activat termic, micronizat si carbunele activ, in cantitatile specificate, cantarit si pregatit in Operatia 1
 4. prefiltrul 2;
 5. tabla perforata 1.
- o Finalizare filtru: se intoarce latura ramasa neintoarsa a filtrului si se fixeaza cu doua popniture de inox cu cap inecat.

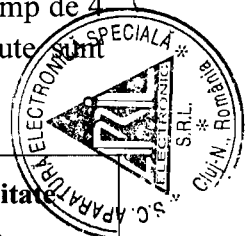
Verificarea capacitatii/eficientei de filtrare

- Filtrul a fost transportat intr-o localitate din muntii Apuseni, (comuna Bistra) cunoscuta pentru concentratii mari de radon in aer si instalat intr-o pivnita neventilata.
- In prima etapa s-a determinat fondul natural de radiatii din incapere (pivnita casei) cu ajutorul unui aparat Corentium home (<https://www.airthings.com>). In acest scop s-a aerisit pivnita cu ajutorul unui ventilator de mare capacitate, 3000 m³/h timp de 4 ore, echivalent cu 100 de schimburi complete de aer din pivnita. La sfarsitul operatiei de ventilare s-a masurat concentratia de radon si s-a obtinut o valoare pentru concentratia de radon de 120 Bq/m³.
- Dupa doua zile s-a masurat din nou valoarea radonului din incaperea neventilata, cu aparatul Corentium home iar valoarea concentratiei de radon obtinute a revenit in apropierea valorii initial masurate, inainte de aplicarea operatiei de ventilare, adica la 850 Bq/m³.
- S-a fixat debitul ventilatorului la 100 m³/h si a fost lasat sa functioneze timp de 4 ore neinterupt cu filtrul instalat in pivnita. Rezultatele obtinute sunt trecute in tabelul de mai jos:

Nr. ore filtrare neinterupta	Concentratie radon, Bq/m ³ , initiala	Concentratie radon, Bq/m ³ , dupa filtrare	Eficacitate %
1	850	830	2.3
2		510	40.0
3		240	71.7
4		125	85.3

Referinte

1. Cosma C. Jurcut T., Radonul si mediul inconjurator - Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1996
2. G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, (fourth ed.), John Wiley & Sons, Michigan (2010), [10.1017/CBO9781107415324.004](https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004)
3. L.M.O. Martins, M.E.P. Gomes, L.J.P.F. Neves, A.J.S.C. Pereira, *The influence of geological factors on radon risk in groundwater and dwellings in the region of Amarante (Northern Portugal)*, Environ. Earth Sci., 68 (2013), pp. 733-740, [10.1007/s12665-012-1774-0](https://doi.org/10.1007/s12665-012-1774-0)
4. Javier Elío, Giorgia Cinelli, Peter Bossew, José Luis Gutiérrez-Villanueva, Tore Tollefsen, Marc De Cort, Alessio Nogarotto, and Roberto Braga, The first version of the



Pan-European Indoor Radon Map, Natural Hazards and Earth Systems Sciences, vol. 19, pp. 2451–2464 (2019)

5. <https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Atlas-of-Natural-Radiation/Digital-Atlas>
6. Suciu Liviu, Cercetari privind radonul si reducerea concentratiei de radon in locuinte, teza de doctorat – rezumat / Universitatea “Babes-Bolyai” Cluj-Napoca / Facultatea de Stiinta Mediului -2014
7. Directiva 2013/59/Euratom a Consiliului din 5 decembrie 2013 de stabilire a normelor de securitate de baza privind protectia impotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiatiile ionizante si de abrogare a Directivelor 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom si 2003/122/Euratom
8. International Atomic Energy Agency (IAEA), Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Vienna, IAEA, Vienna (2014), <https://doi.org/STI/PUB/1578>
9. Normativ privind igiena compozitiei aerului in spatii cu diverse destinatii, in functie de activitatile desfasurate, in regim de iarna-vara indicativ NP 008-97
10. Unsear, Sources, *Effects and risks of ionizing radiation*, <https://doi.org/10.2307/3577647> (2008)



Desene

Fig. 1 Filtru pentru radon din aer pe baza de zeolit natural – schema

Fig. 2 Filtrul de retinere radon din aerul ambiental, incinte inchise , cu material filtrant pe baza de zeoliti si carbune activ, carcasat

Fig. 3 Realizarea ramei filtrului



REVENDICARE

Filtru pe baza de zeoliti naturali pentru adsorbția radonului din aer, incinte închise caracterizat prin aceea că filtrarea/adsorbția radonului din aerul dintr-o incintă se realizează datorită structurii materialului filtrant adică reținerii radonului în canalele specifice ale zeolitului precum și absorbției în masa de carbune activ, care alcatuiesc umplutura filtrului, filtrul având o formă paralelipipedică cu laturi din oțel inoxidabil perforat (sau expandat), cu suprafața liberă cât mai mare, astfel încât să asigure păstrarea formei și să confere siguranță sporită în exploatare, în spatele acestor grilaje fiind plasate prefiltre F5 dintr-un material comercial impregnat cu carbune activ care are rolul de a reține particulele de praf cu mărime $> 10 \mu\text{m}$ și gazele străine de aer, mai puțin radonul, prefiltrele fiind realizate din materiale filtru rolă F5, un material nețesut din poliester, cu densitate progresivă și cu rezistență mare la rupere iar rama care ține împreună straturile care alcatuiesc filtru este confecționată din oțel inoxidabil, un material inert care să nu introducă în gazul filtrat particule dăunătoare sănătății umane astfel ca filtrul construit permite trecerea unui volum de aer suficient pentru asigurarea operației de filtrare a aerului și are următoarele specificații tehnice: dimensiune filtru: 170 x 140 x 80 mm; compoziție material filtrant: carbune activ (comercial): zeolit în raport 50:50; material zeolitic: tuf vulcanic zeolitic din depozitul Rupea, jud. Brașov (tuf vulcanic de Persani), activat termic la 200 °C; carbune activ: sort comercial, carbune activat pulbere, granulatie: 1 – 3 mm; masă filtrantă: 800 g; domeniu de lucru filtru: peste 400 Bq/m³, eficiență de filtrare: 85% la 4 ore neîntrerupte; durata de viață: 2 luni (60 zile), funcționare continuă și condiții de regenerare material filtrant: încălzirea materialului/umpluturii filtrante într-un cuptor la o temperatură de 200 ±10 °C, pentru o durată de timp de min. 3 ore.



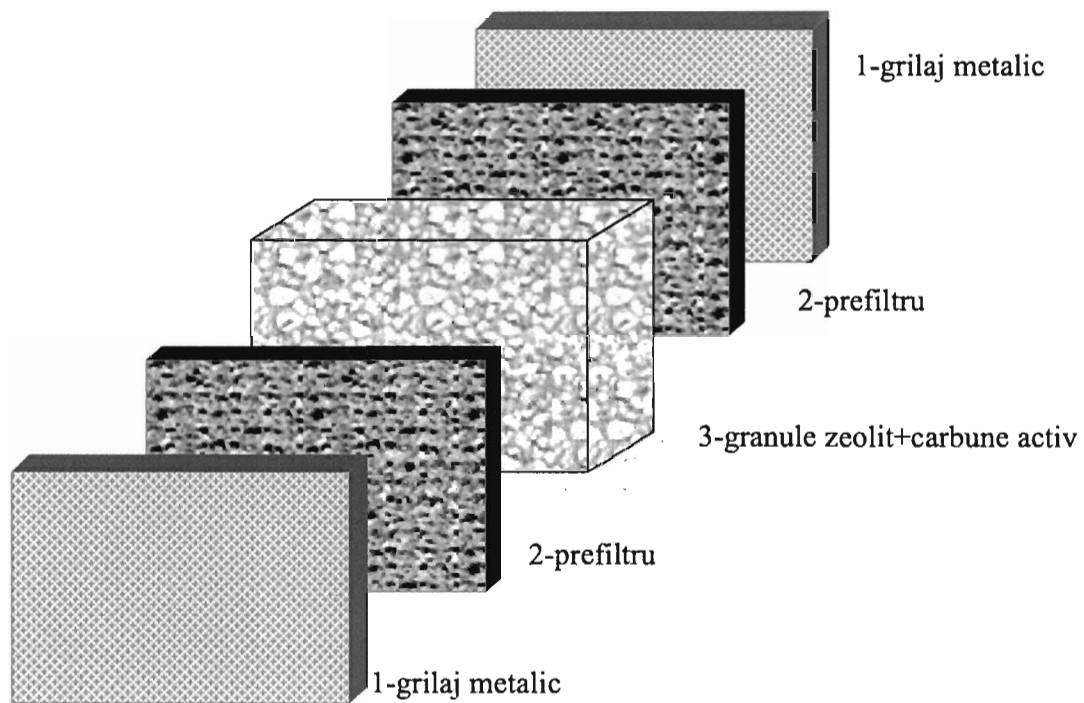
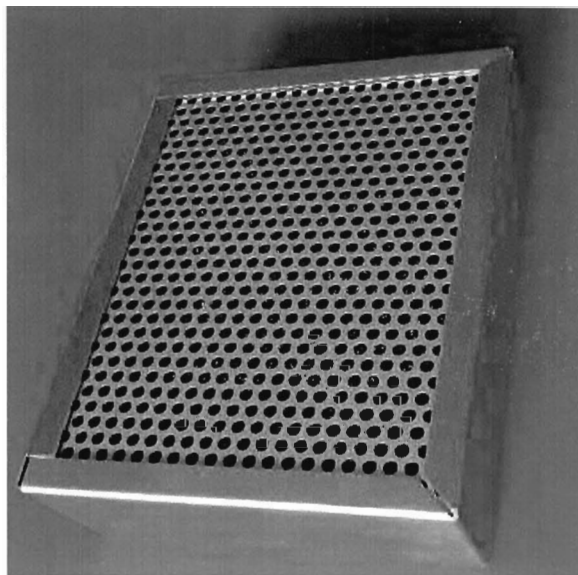


Fig. 1 Filtru radon din aer, incinte inchise



*Fig. 2 Filtrul de retinere radon din aerul ambiental, incinte inchise
cu filtru pe baza de zeoliti si carbune activ, carcasat*



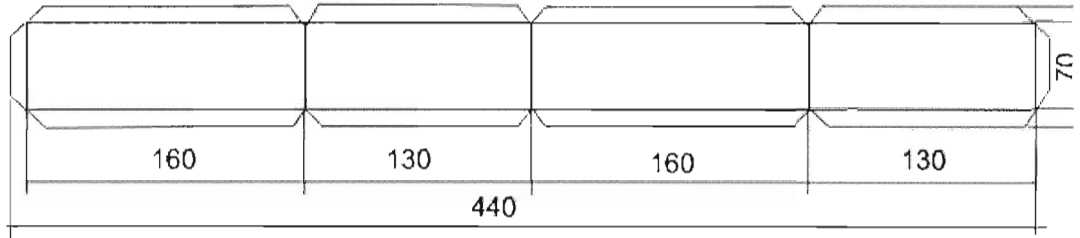


Fig. 3 Realizarea ramei filtrului destinat filtrării radonului din aer

