



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00520

(22) Data de depozit: 17/08/2020

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

(71) Solicitant:
• RADU RADU, BD.DECEBAL, NR.17,
BL.S16, SC.2, ET.8, AP.44, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• IONESCU CAZIMIR BENEDICT,
STR.GEORGE ENESCU, NR.45,
SAT VLĂDICEASCA, COMUNA SNAGOV,
IF, RO

(72) Inventatori:
• RADU RADU, BD.DECEBAL, NR.17,
BL.S16, SC.2, ET.8, AP.44, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• IONESCU CAZIMIR BENEDICT,
STR.GEORGE ENESCU, NR.45,
SAT VLĂDICEASCA, COMUNA SNAGOV,
IF, RO

(54) GENERATOR DE AER STERILIZAT DESTINAT ECHIPĂRII
APARATELOR RESPIRATOARE, UTILIZATE ÎN MEDII
PUTERNIC INFECTATE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un generator de aer sterilizat destinat echipării aparatelor respiratoare portabile utilizate pentru protecția personalului care activează în medii puternic infectate pe perioade lungi de timp, generatorul asigurând un aer sterilizat la un grad de inactivare a virușilor și bacteriilor prezente în aerul infectat cuprins între 99,99...100%. Generatorul conform invenției folosește metoda stresului termic fiind alcătuit dintr-un modul (1) de tratare termică a aerului infectat, o sursă (2) de energie electrică și un furtun (3) flexibil de alimentare a aerului către masca (11) facială integrală, modulul (1) de tratare termică a aerului infectat fiind compus dintr-un reactor (4) termic de tratare a aerului, inclus în interiorul unui schimbător (5) de căldură spiralat, asigurându-se astfel răcirea aerului tratat termic cu recuperarea căldurii și reducerea pierderilor de căldură către mediul ambiant, căldura astfel recuperată fiind transferată aerului infectat pentru preîncălzirea lui înaintea intrării în reactorul (4) termic, iar sterilizarea termică a aerului infectat se realizează prin încălzirea acestuia la o temperatură superioară valorii de 175°C pentru o perioadă de timp cuprinsă între 0,3...0,5 secunde.

Revendicări: 4
Figuri: 5

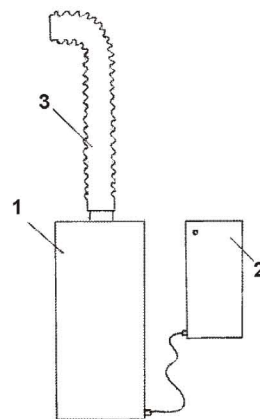


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2020 00520
Data depozit17..08..2020..

**Generator de aer sterilizat destinat echiparii
aparaterelor respiratoare, utilizate in medii
puternic infectate**

Inventia se refera la un generator de aer sterilizat, destinat echiparii aparaterelor respiratoare utilizate la protectia personalului care activeaza in medii infectate pe perioade lungi de timp.

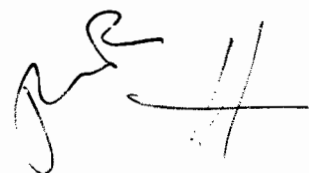
Protectia personalului care lucreaza in medii infectate timp indelungat, este doar partial rezolvata prin utilizarea mastilor si respiratoarelor, care folosesc medii filtrante pentru retinerea bacteriilor si virusilor. Filtrele mecanice, in care particulele sunt blocate in spatiile dintre fire, nu retin mai mult de 45%-55% din particulele cu diametru mai mare de 1 micron. Scaderea dimensiunilor spatiilor dintre fibre in vederea retinerii particulelor si mai fine, ar provoca cresterea rezistentei la trecerea aerului prin filtru. Acesta crestere ar conduce pana la imposibilitatea respiratiei. Problema retinerii particulelor cu dimensiuni sub 1 micron, a fost partial rezolvata prin aparitia mediilor filtrante ce folosesc fibre de tip electret. Aceste fibre au pe suprafata lor sarcini electrostatice, care atrag si fixeaza particule fine,



chiar daca diametrul particulelor este mai mic decat golul dintre fibre. (JP2006528549)

Toate mastile si respiratoarele de mare performanta, care raspund cerintelor standardelor N95, KN95 si FFP2, utilizeaza medii filtrante cu fibre de tip electret. Aceste standarde impun filtrarea a cel putin 95% (94% in cazul FFP2) din particulele cu diametrul mai mare de 0,3 micron. Dimensiunile virusului SARS-COV-2, care provoaca boala COVID-19, sunt cuprinse intre 0,14 micron si 0,016 micron. Standardele mai sus amintite permit in plus si existenta infiltratiilor de aer nefiltrat pana la 8% din aerul inspirat. Dupa cum se vede, chiar utilizand masti performante ce raspund standardelor N95, NK95 si FFP2, o cantitate mica de virusi trece nefiltrata si ajunge in organismul personalului. Daca mediul este puternic infectat si timpul de utilizare indelungat (de ordinul saptamanilor), prin acumulare aceste mici cantitati de virusi pot declansa boala.

Rezistenta la trecerea aerului prin filtre cu fibre electret s-a rezolvat la mastile de ultima generatie prin adaugarea unui dispozitiv mecanic (pompa aer/turbina), alimentat electric. O astfel de realizare este prezentata in US7469699B2. Ramane nerezolvata problema acumularii celor 1% virusi nefiltrati, care acumulati in organism, in timp, declanseaza boala. Utilizarea generatorului de aer sterilizat in componenta unui respirator asigura un grad de inactivare a virusilor si bacteriilor de 99,99%-



100%. Aceasta inseamna o concentratie a virusilor ramasi activi de 100 de ori mai mica decat concentratia virusilor ce trec nefiltrati in cazul utilizarii celor mai performante medii filtrante cu fibre electret.

Generatorul de aer sterilizat prezentat aici, nu foloseste filtrarea ca metoda de retinere a virusilor. El inactiveaza virusii (le blocheaza capacitatea de a se reproduce si de a declansa boala). Pentru inactivarea virusilor si bacteriilor foloseste metoda stresului termic.

Dintre multiplele cai de inactivare a virusurilor si bacteriilor, stresul termic este singura metoda care se poate folosi la constructia unui respirator portabil. Acest lucru este posibil datorita timpilor scurti (zecimi si sutimi de secunda) de tratare in vederea inactivarii. Timpii scurti de tratare permit dimensiuni si greutate mici ale aparatului, impuse de functionarea portabila a respiratorului.

Inactivarea prin radiatii UV-C ar necesita timpi de tratare de ordinul zecilor de secunde si, in plus, s-ar genera ozon O₃ si NO_x-oxizi de azot, cu actiune iritanta asupra plamanilor. Metodele de inactivare ce folosesc descarcari de inalta tensiune in aer, de tip Corona si Dielectric Barrier Discharge Plasma, desi au timpi de tratare scurti, genereaza compusi chimici iritanti asupra cailor respiratorii, de tipul ozonului O₃ si oxizilor de azot NO_x. Sunt cunoscute dispozitive care realizeaza



sterilizarea aerului prin metoda stresului termic. (US5874050) si (US7332140B2). Masa lor, dar mai ales puterea electrica necesara nu le permite utilizarea ca dispozitive portabile. Sunt cunoscute chiar si aparate portabile destinate purificarii aerului prin tratare termica. (US6488900B1) si (US9968809B2). Prin constructia aleasa pentru realizarea camerei de reactie termica si a schimbatorului de caldura, aparatele din brevetele mentionate au inertie termica si pierderi de caldura mari ce conduc la necesitatea unor surse de energie electrica grele. Din aceasta cauza aceste brevete nu s-au putut materializa in produse comerciale.

In determinarea conditiilor necesare realizarii stresului termic ce asigura inactivarea virusilor, am plecat de la studiul: "Inactivation of Aerosolized Viruse in Continuous Air Flow with Axial Heating", autori Serghey A. Grinshpun si Atin Adhikai.

Autorii au analizat variatia gradului de inactivare a virusului bacteriofag MS2, functie de temperatura aerului si timpul de tratament. S-au obtinut grade de inactivare de 99,99%, pentru timpi de tratament de 0,3-0,5 secunde la temperatura de 175 grade Celsius. Peste aceasta temperatura, timpul necesar inactivarii scade exponential. Cum inactivarea virusilor se face prin degradarea sterica a proteinelor ce codifica activitatea virusilor, se pot extrapola conditiile observate la inactivarea virusului MS2, la toti ceilalti virusi. Toti

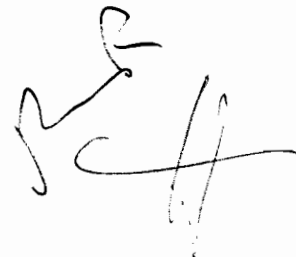


virusii sunt alcatuiti din aceleasi tipuri de proteina care codifica informatia genetica a virusului. Prin configuratia aleasa si prin alegerea dimensiunilor corespunzatoare impuse de timpul de trecere a 8 litri de aer pe minut prin reactorul de tratare termica, generatorul de aer sterilizat prezentat in brevet, indeplineste conditiile necesare asigurarii stresului termic. Aparatul asigura o stationare de 0,3-0,5 secunde in zona de tratament termic, la o temperatura superioara valorii de 175 grade Celsius, a 8 litri de aer/minut, cat este suficient respiratiei unei persoane.

Scopul inventiei este realizarea unui generator de aer sterilizat, care sa asigure un grad de inactivare a bacteriilor si virusilor de 99,99%, in conditii de portabilitate.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia este gradul inalt de recuperare a caldurii necesare tratarii aerului prin soc termic, concomitent cu o inertie termica redusa a dispozitivului.

Generatorul de aer sterilizat rezolva problema tehnica prin modul in care reactorul de tratare termica, plasat chiar in interiorul schimbatorului de caldura in contracurent, de tip spiralat, elimina necesitatea utilizarii materialelor izolante, care prin inertia lor termica mare, ar fi condus la necesitatea unei surse de energie mare, lucru ce ar fi influentat negativ portabilitatea dispozitivului.



Pierderi mici de caldura si inertie termica mica sunt necesare pentru asigurarea temperaturii de tratament termic ($t > 175$ grade Celsius) si a timpului necesar atingerii acesteia (3 minute), cu o putere disipata mica, pe rezistenta electrica a reactorului de tratare termica.

Se dau in continuare doua exemple de realizare a inventiei, ilustrate in figurile 1-5, care reprezinta :

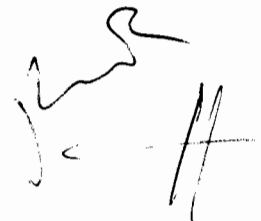
- Fig. 1 - schema de alcatuire a generatorului de aer steril, in varianta 1 de realizare.
- Fig. 2 - sectiune orizontala, longitudinala, prin modulul de tratare termica a aerului, in varianta 1 de realizare.
- Fig. 3 - sectiune transversala prin modulul de tratare termica a aerului, in varianta 1 de realizare.
- Fig. 4 - schema de alcatuire a generatorului de aer sterilizat, in varianta 2 de realizare.
- Fig. 5 - sectiune verticala, longitudinala, prin modulul de tratare termica a aerului, in varianta 2 de realizare.

In figura 1 se arata schematic prima varianta de realizare a generatorului de aer sterilizat, in care acesta este format din:

A.modulul de tratare termica a aerului(1);

B.sursa de curent electric(2);

C.furtun flexibil(3) de alimentare a aerului sterilizat, la masca faciala integrala(11).



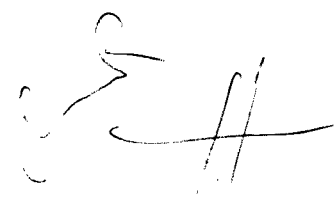
In figura 2 este prezentat modulul de tratare termica a aerului(1) compus din reactorul de tratament termic(4) si schimbatorul spiral de caldura(5) in contracurent.

In varianta de realizare numarul 1, prezentata in figura 2, schimbatorul spiral de caldura(5) inconjoara reactorul de tratament termic(4). In acest fel, caldura pierduta de reactorul(4) este folosita la preincalzirea aerului ce urmeaza sa fie tratat. Prin aceasta configuratie spatiala s-a eliminat necesitatea folosirii unei mase izolante termic, care ar fi crescut inertia termica a aparatului.

A. Modulul de tratare termica a aerului(1) este alcatuit din:

- a. reactorul de tratament termic(4) si
- b. schimbatorul spiral de caldura(5) in contracurent, care inconjoara reactorul de tratament termic(4).

A.a. Reactorul de tratare termica(4) a aerului a fost astfel realizat incat sa dezvolte o temperatura superioara sau cel putin egala cu 175 grade Celsius si un timp scurt de urcare la temperatura de regim (3-5 minute), folosind o putere electrica minima. Puterea electrica redusa necesara, a fost posibila prin recuperarea caldurii folosite la tratare si utilizarea ei la preincalzirea aerului infectat, reducerea pierderilor de caldura si reducerea la maxim a inertiei termice a ansamblului reactor termic(4) - schimbator de



7

caldura spiral(5) in contracurent. Reducerea pierderilor de caldura s-a facut prin plasarea reactorului termic(4) in mijlocul schimbatorului de caldura spiral. In acest fel caldura pierduta de reactor a fost folosita la preincalzirea aerului ce urmeaza sa fie tratat. Prin aceasta configuratie spatiala, s-a redus necesitatea folosirii unei mase izolante termic care ar fi crescut inertia termica a aparatului.

Reactorul de tratare termica(4) este format dintr-o rezistenta electrica(6) din nichelina, autoportanta, montata intr-un canal cu diametrul de 17 mm, sapat central intr-un bloc de fibre ceramice(7) cu dimensiunile 120mm x 25mm x 50mm. Spirele rezistentei(6) incalzesc aerul ce trece prin canal pana la o temperatura superioara valorii de 175 grade Celsius.

A.b. Schimbatorul de caldura spiralat(5) cu canale de aer(8) in contracurent, asezate in spirala dubla, are rolul de a raci aerul fierbinte sterilizat, cu recuperarea caldurii catre aerul infectat care urmeaza sa ajunga in reactorul termic preincalzit. Cele doua canale de aer(8) in contracurent se formeaza intre doua benzi de aluminium(9), late de 50mm si lungi de 110 mm, roluite spiralat concentric. Benzile se roluiesc cu lasarea unei distante intre ele de 3mm-6mm. Doua capace din fibre ceramice(10) formeaza, impreuna cu benzile de aluminium(9), doua canale de aer in contracurent(8). Pentru greutate redusa, inertie termica mica si schimb




eficient de caldura intre canalele de aer(8), benzile de aluminiu(9) cu grosime de numai 0,1mm-0,07mm, sunt corugate trasversal pe lungimea lor. Corugarea benzilor de aluminiu(9) asigura stabilitatea si rigiditatea formei spiralate si, in acelasi timp, contribuie la o trecere turbulenta a aerului prin canale(8), crescand transferul termic intre contracurentii de aer.

B. Sursa de energie electrica(2)

Sursa de energie electrica este formata din doi acumulatori Li-ion de capacitate 5000mA, legati in serie. In cadrul sursei se mai gaseste un circuit de reglare-ridicare a tensiunii si un indicator al tensiunii la bornele acumulatorilor cu leduri. Exploatati corect, in marja de tensiune 4,2-3V, intre incarcat si descarcat, acumulatorii asigura 500-1000 de cicluri incarcare - descarcare.

Pentru a extrage maximul de energie electrica din acumulatori, fara a afecta regimul corect de utilizare (4,2V-3V), in cadrul sursei s-a inclus si un circuit regulator-ridicator de tensiune. Puterea electrica disipata pe rezistenta reactorului(6), care asigura temperatura de tratament superioara valorii de 175 grade Celsius, este 15W-12W. Puterea disipata pe rezistenta reactorului(6) este functie de tensiunea U si intensitatea I, aplicate rezistentei: $U(W) = U(V) \times I(A)$.

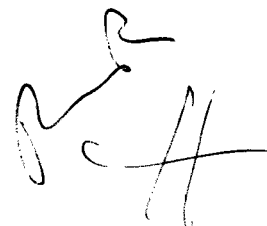
Pe masura ce tensiunea la bornele acumulatorilor scade, in timpul functionarii scade si puterea disipata



pe rezistenta. Daca la inceputul functionarii puterea disipata era suficienta pentru atingerea temperaturii de 175 grade Celsius, in scurt timp (3-5minute) si mentinerea ei intr-un palier de 200 grade Celsius-210 grade Celsius, dupa scaderea tensiunii la bornele acumulatorilor la valoarea 3,5V-3,4V, puterea disipata scade la o valoare la care temperatura generata in reactorul de tratare termica, scade sub 175 grade Celsius. In aceste conditii ar fi fost necesara oprirea functionarii respiratorului, inaintea utilizarii intregii capacitati a acumuloarelor. Acumulatorul ar fi putut furniza energie electrica fara afectarea numarului de cicluri incarcare-descarcare, pana la coborarea tensiunii la borne la valoarea 3V.

Prin utilizarea circuitului de reglare-ridicare a tensiunii se asigura furnizarea unei tensiuni constante pe rezistenta(6) a reactorului de tratare termica(4) pe toata durata in care tensiunea la bornele acumulatorului variaza de la 4,2V-la 3V. In acest fel, puterea disipata pe rezistenta ramane constanta pana la utilizarea intregii capacitati a acumuloarelor.

Tensiunea constanta asigurata de circuitul reglare-ridicare tensiune este aleasa prin intermediul unui potentiometru, la o valoare superioara sumei tensiunii la bornele acumulatorilor la inceputul descarcarii, adica mai mare de 4,2 plus 4,2 egal 8,4V. Valoarea constanta a tensiunii de iesire a circuitului regulator-ridicator de



tensiune este corelata cu rezistenta reactorului, astfel incat sa se asigure puterea disipata necesara pastrarii temperaturii reactorului peste 175 grade Celsius pe toata durata de descarcare a acumulatorilor.

C. Tubul flexibil(3), cu diametrul 32mm, are atat rolul de a conduce aerul sterilizat la masca(11), dar si acela de a disipa caldura racind suplimentar cu 3 grade Celsius, aerul sterilizat alimentat in masca. Astfel, acesta ajunge in masca la numai 2-3 grade in plus fata de aerul din mediul ambiant. Acest lucru asigura un confort sporit respiratiei.

Temperatura aerului sterilizat in zona de alimentare a mastii este mai mica decat temperatura aerului dintre o masca textila chirurgicala si fata. In cazul mastii textile, temperatura aerului expirat la 36 grade ridica temperatura aerului inspirat, tesatura mastii actionand ca un recuperator-regenerator termic. Tubul flexibil conduce aerul sterilizat si racit la o masca faciala totala(11), cu rama de cauciuc siliconic si vizor transparent de policarbonat.

Spatiul mastii(11) este impartit in doua zone de un perete flexibil de cauciuc. Acesta separa regiunea gurii si a nasului de restul fetei. Peretele este dotat cu doua supape care permit circulatia aerului numai din zona de intrare a aerului sterilizat, aflata deasupra fruntii, catre zona nasului si a gurii. Aceasta separare in doua zone, e necesara pentru a reduce spatiul in care aerul



expirat si cel proaspat se pot amesteca si conduce la o acumulare de bioxid de carbon in aerul inspirat. Zona nasului si a gurii are o supapa care asigura expulzarea aerului expirat si opreste intrarea aerului infectat din afara mastii(11).

In figura numarul 4 este prezentata varianta numarul 2 de realizare a generatorului de aer sterilizat, in care modulul de tratare termica a aerului(1) este montat direct pe masca faciala integrala(11), la partea ei superioara. In aceasta varianta, reactorul de tratare termica(4) este inconjurat atat de schimbatorul de caldura spiral(5), dar si flancat, in partea de sus si de jos, de un schimbator de caldura in placi, in contracurent.

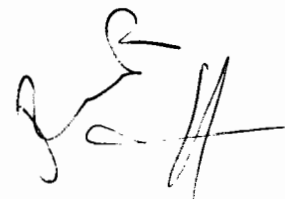
Figura numarul 5 reprezinta o sectiune verticala, longitudinala, prin modulul de tratament(1), in varianta numarul 2 de realizare a inventiei. Canalele in contracurent ale schimbatorului spiral sunt formate din benzile de aluminium(9) si capacele din tabla de aluminium(12). Schimbatorul de caldura in placi este format din capacele de tabla de aluminium(12) si cate doua placi din tabla de aluminium(13). Se formeaza astfel cate doua canale de aer, in contracurent, pe fiecare din cele doua fete ale schimbatorului spiral(5). Canalele de aer, adiacente schimbatorului spiral(5), sunt canale de admisie aer rece infectat(14). Aerul rece aspirat prin aceste canale se preincalzeste de la capacele din tabla



de aluminiu(12) ale schimbatorului spiral(5) si prin orificiile circulare(15) ajunge in antecamera(16) schimbatorului spiral(5) de unde prin canalul de aer(8), se duce la reactorul termic(4). Aerul tratat termic, in reactorul termic(4), trece prin celalalt canal de aer(8), in contracurent cu aerul infectat, caruia ii cedeaza caldura. Dupa aceasta racire partial, ajunge in camera de preluare(19) a aerului sterilizat si prin canalele cilindrice(18), ajunge in canalul de aer sterilizat(17). Aerul sterilizat ajuns in canalul de aer sterilizat(17) se mai raceste in continuare prin cedare de caldura catre aerul rece infectat, care se deplaseaza in contracurent pe canalul de admisie aer infectat(14). Odata racit, aerul sterilizat este condus prin dispozitivul de fixare(20), in masca faciala integrala(11).

Aparatul respirator dotat cu generatorul de aer sterilizat, descris in brevet, prezinta urmatoarele **avantaje** in raport cu respiratoarele existente pe piata:

- 1) Aparatul furnizeaza aer sterilizat cu un grad de inactivare a virusilor de 99,99%. Concentratia virusilor ramasi activi este de o suta de ori mai mica decat concentratia virusilor trecuti prin filtrele dispozitivelor dotate cu fibre electret, considerate pana in prezent, cele mai performante.
- 2) Personalul medical si de interventie beneficiaza de o protectie completa pe toate cele trei cai de acces a virusului in organism (ochi, nas, gura).



3) Aparatul respirator nu are consumabile a caror eliminare sa creeze probleme de mediu.

4) Acumulatorul, sursa de energie electrica, are greutate si dimensiuni reduse.

Prin utilizare circuitului regulator-ridicator de tensiune se asigura utilizarea in mod optim a intregii capacitati a acumulatorilor. In aceste conditii de functionare, acumulatorul asigura 500-1000 cicluri de incarcare-descarcare.

5) Metoda stresului chimic nu creeaza produse secundari toxici sau iritanti in aerul sterilizat furnizat.

Prin utilizarea configuratiei generatorului prezentat in brevet, metoda stresului termic poate fi utilizata in realizarea unui respirator perfect portabil. La realizarea portabilitatii au concurat urmatoorii factori:

a. configuratia spatiala reactor de tratare termica(4)-schimbator de caldura spiral(5) cu reactorul inconjurat de schimbator;


b. inertia termica foarte mica rezultata din modul de constructie a sistemului reactor-schimbator, si

c. utilizarea circuitului regulator-ridicator de tensiune pentru utilizarea optima a capacitatii acumulatorului.



REVENDICARI :

- 1) Generator de aer sterilizat, destinat respiratoarelor, alcatuit dintr-un modul de tratare termica a aerului(1), sursa de energie electrica(2) si furtun de alimentare(3) a aerului sterilizat, caracterizat prin aceea ca modulul de tratare termica(1) contine un reactor de tratare termica(4), inconjurat de un schimbator de caldura spiral(5) in contracurent, intr-o configuratie spatiala care elimina pierderile de caldura, eliminand necesitatea folosirii unei mase termice izolante.
- 2) Generator de aer sterilizat, conform revendicarii 1, caracterizat prin aceea ca la realizarea schimbatorului de caldura spiral(5), foloseste corugarea peretilor de aluminiu(9) pentru reducerea inertiei termice a dispozitivului si realizarea unei curgeri turbionare a aerului, care sporeste astfel eficienta schimbului de caldura.
- 3) Generator de aer sterilizat, conform revendicarii 1 si 2, caracterizat prin aceea ca in afara de schimbatorului de caldura spiral(5), in contracurent, foloseste si un schimbator de caldura in placi, in contracurent, cele doua schimbatoare inconjurand din toate directiile reactorul de tratare termica(4) a aerului, intr-



o configuratie spatiala, care elimina pierderile de caldura, eliminand necesitatea unei mase termice izolante.

- 4) Generator de aer sterilizat, conform revendicarilor 1, 2, 3, caracterizat prin aceea ca in alcatuirea sursei de energie electrica(2) alaturi de acumulatori, foloseste si un circuit de reglare-ridicare a tensiunii, destinat pastrarii constante a energiei disipate pe rezistenta(6), a reactorului de tratare termica(4), pe toata durata descarcarii acumulatorilor.



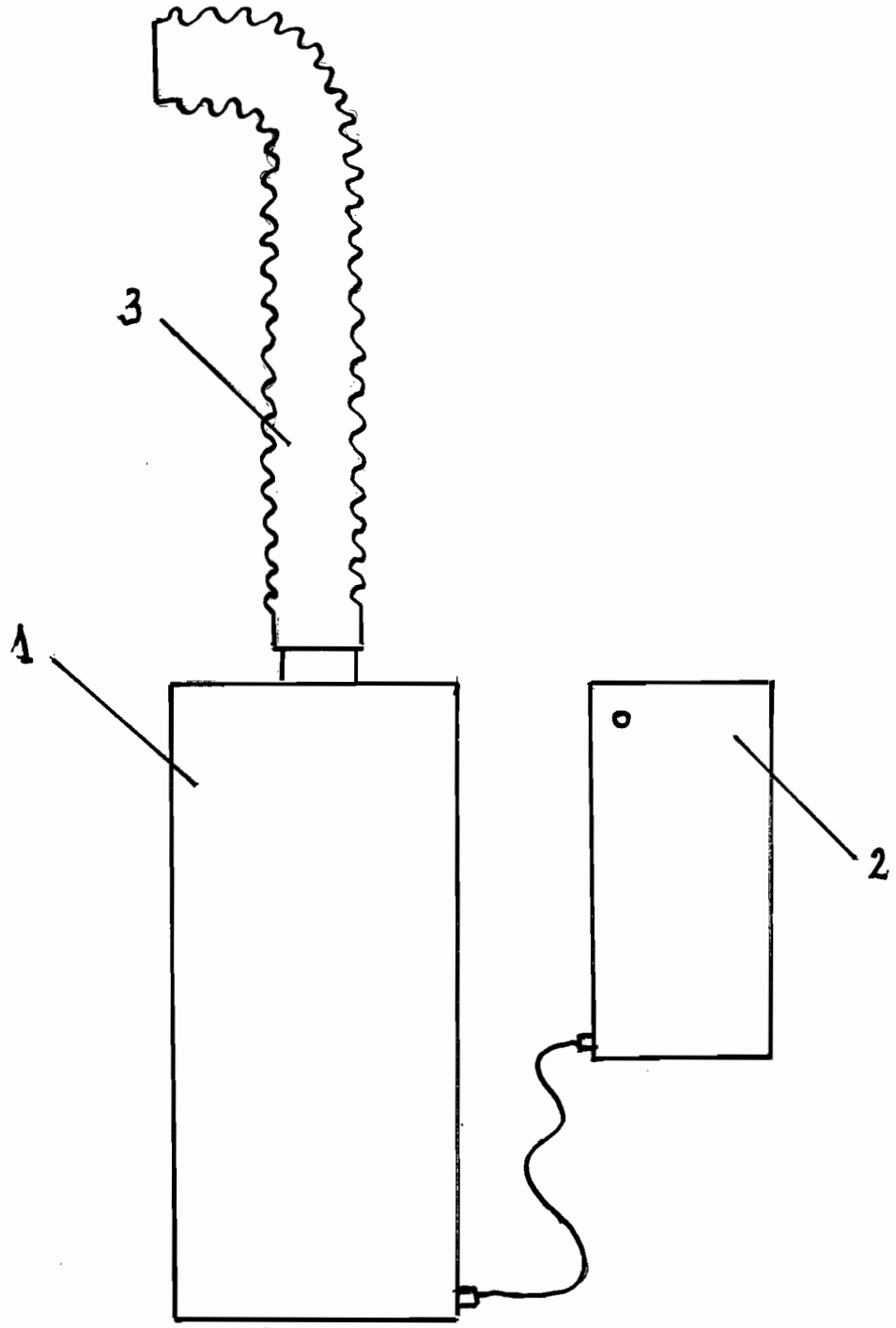


Fig. 1

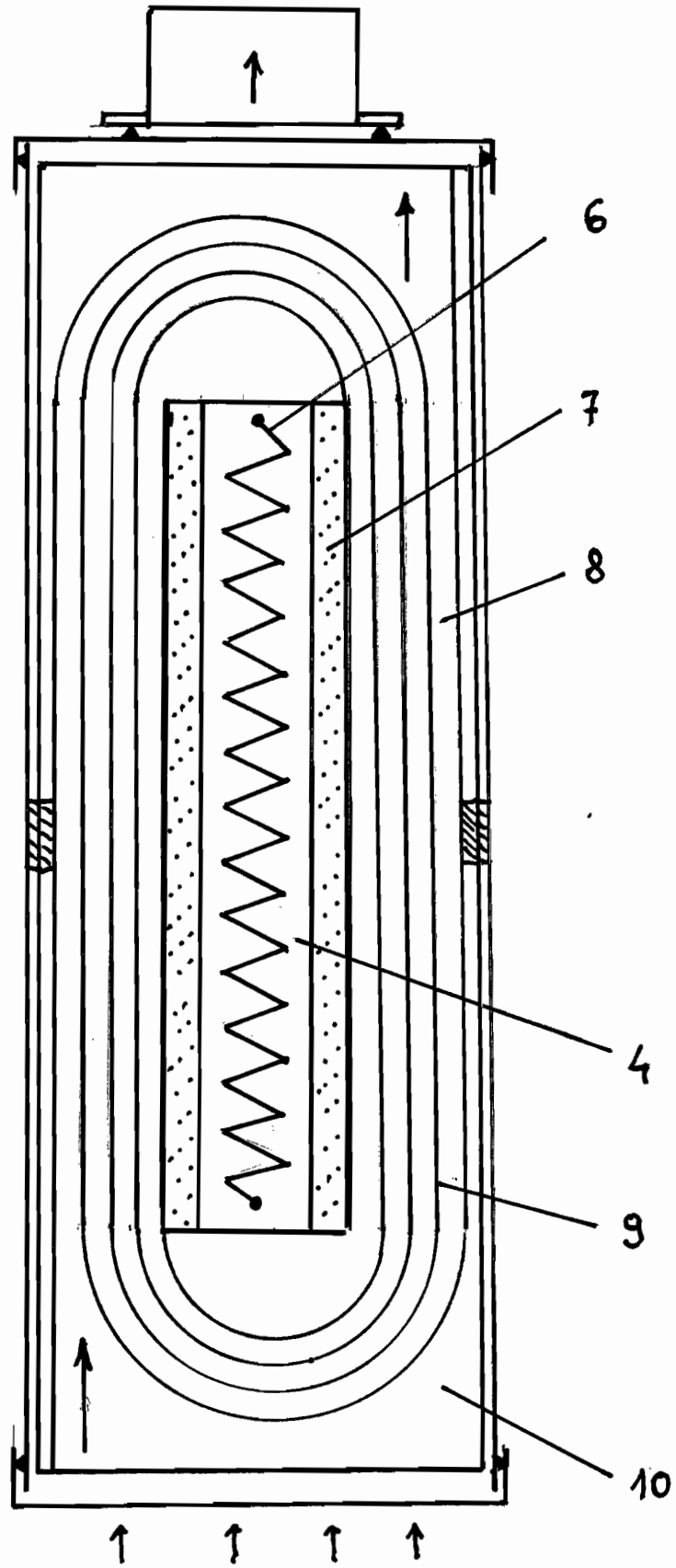


Fig. 2

Handwritten signature or initials

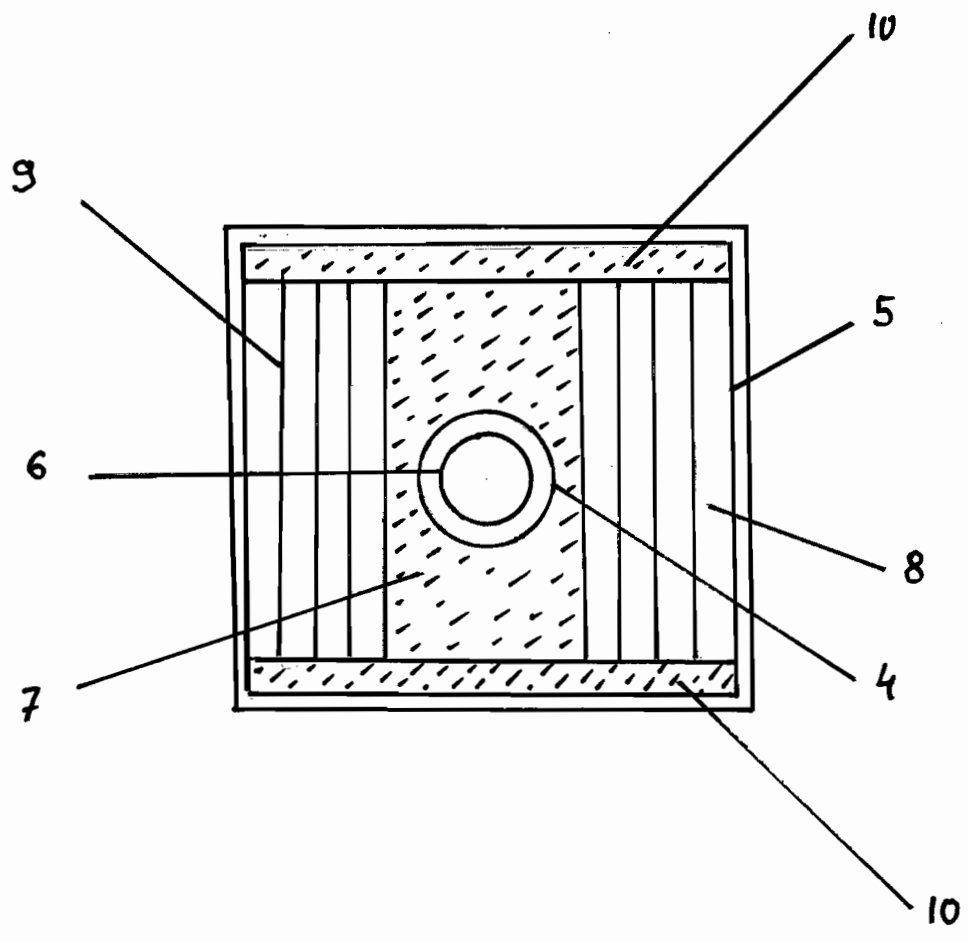


Fig. 3

Handwritten signature or initials

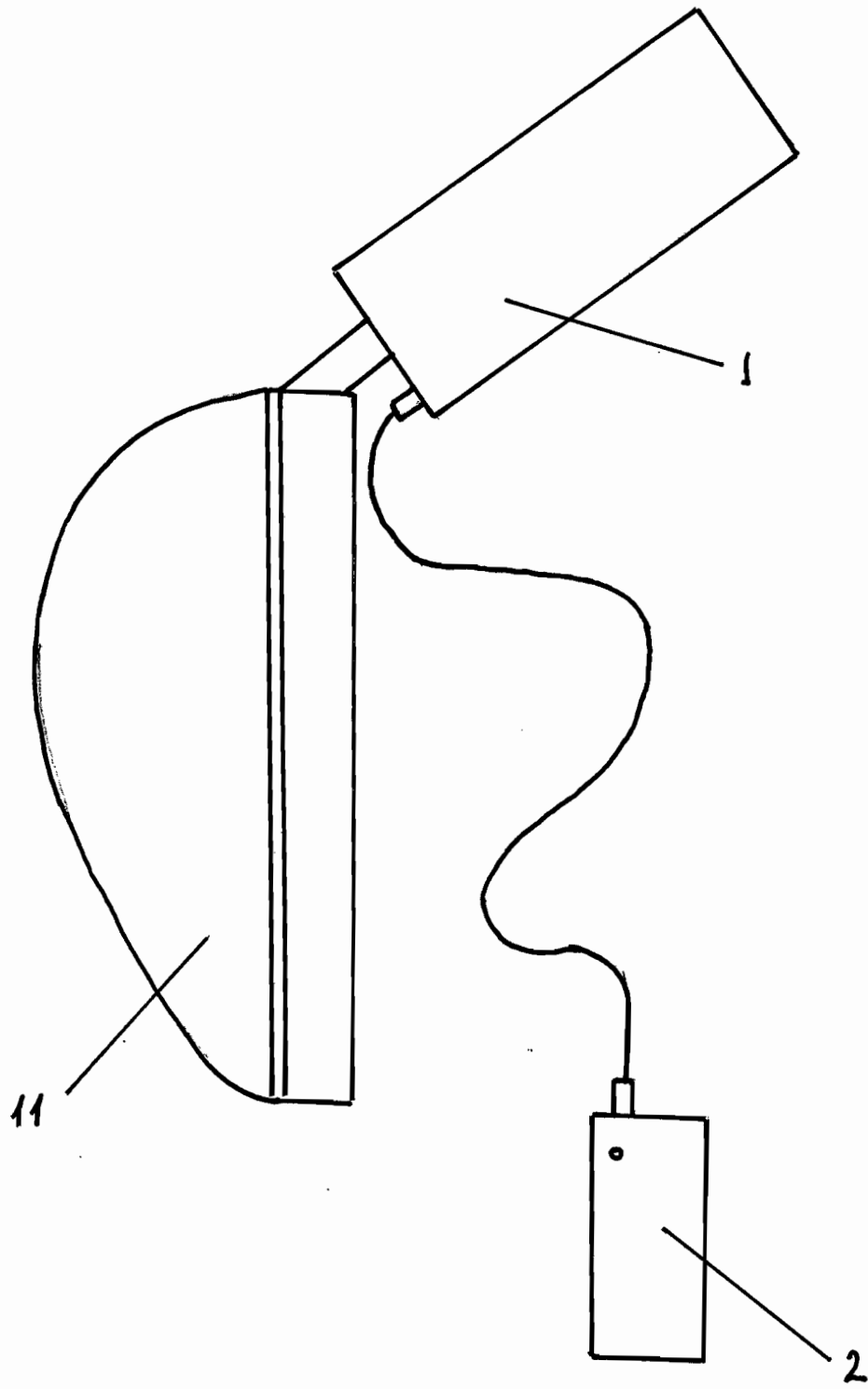


Fig. 4

Handwritten signature or initials, possibly 'M R' and a large 'H' below it.

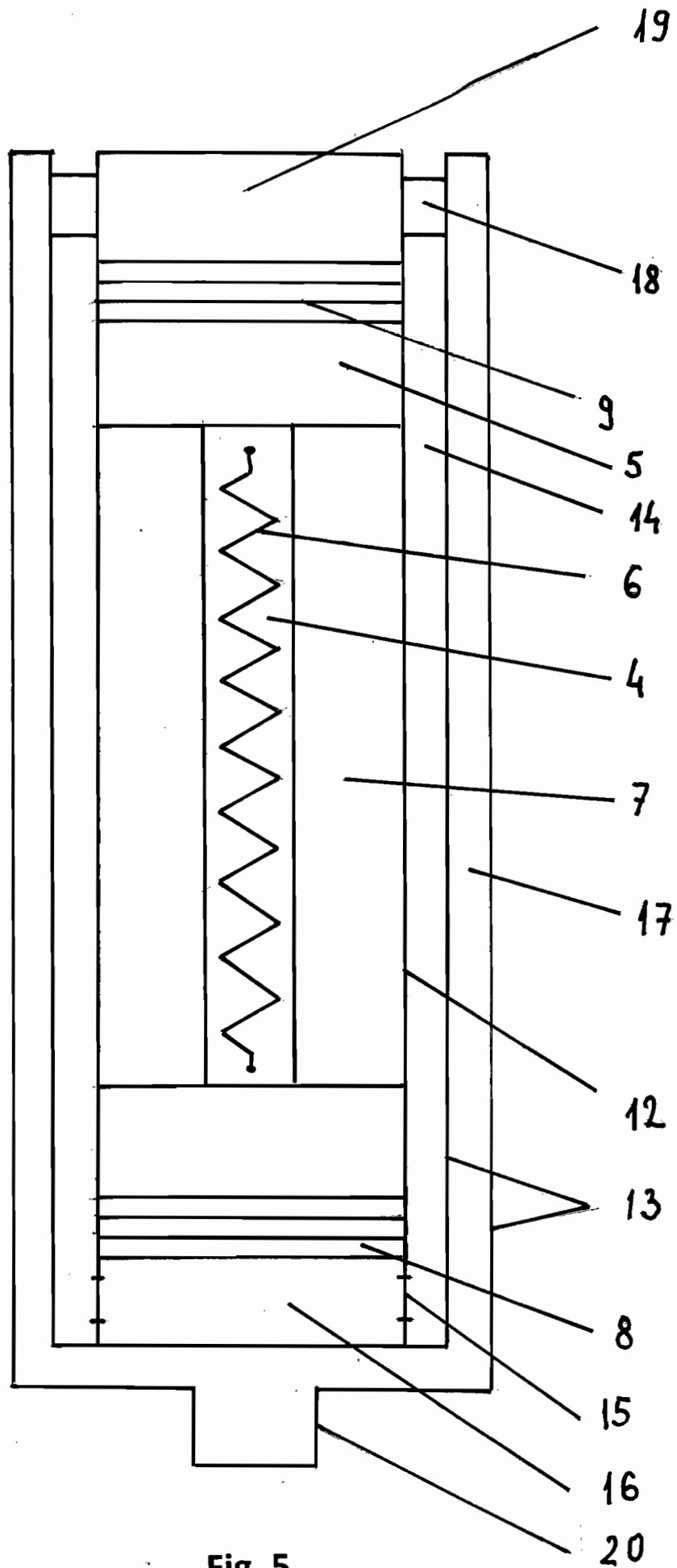


Fig. 5

Handwritten signature or initials.