

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00443

(22) Data de depozit: 16.06.2014

(41) Data publicării cererii:  
30.01.2015 BOPI nr. 1/2015

(71) Solicitant:

- COSTACHE NICOLAE, ȘOS. OLTENIȚEI NR. 234, BL. 58, SC. A, AP. 23, ET. 5, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
- BELAKOVVS VOLDEMARS, ZVINU 5-36, RIGA, LV;
- BANU GEANINA SILVIANA, INTRAREA POLUX, NR. 7, BL. G14, AP. 63, PLOIEȘTI, PH, RO;
- RĂDUCANU CONSTANTIN-BRĂDUȚ, STR. DIMITRIE ORBESCU NR. 6, ET. 1, AP. 2, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;

• PROCESS INNOVATION NUCLEUS S.R.L., CALEA BUCUREȘTI NR.289, CAMERA 1, MIHĂILEȘTI, GR, RO

(72) Inventatori:

- COSTACHE NICOLAE, ȘOS. OLTENIȚEI NR. 234, BL. 58, SC. A, AP. 23, ET. 5, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
- BELAKOVVS VOLDEMARS, ZVINU 5-36, RIGA, LV;
- BANU GEANINA SILVIANA, INTRAREA POLUX, NR. 7, BL. G14, AP. 63, PLOIEȘTI, PH, RO;
- RĂDUCANU CONSTANTIN-BRĂDUȚ, STR. DIMITRIE ORBESCU NR. 6, ET. 1, AP. 2, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

## (54) METODĂ ȘI APARAT PENTRU STERILIZAREA DEȘEURILOR MEDICALE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un aparat tip reactor, pentru sterilizarea deșeurilor medicale. Metoda conform invenției cuprinde următoarele acțiuni de sterilizare a deșeurilor medicale, aplicate simultan: iradierea cu microunde, acțiunea procesului fotochimic inițiat de lumina ultravioletă de undă scurtă, acțiunea ozonului generat de lumina ultravioletă de undă scurtă, acțiunea hidroperoxidului și a radicalilor de hidroxil produși de lumina ultravioletă de undă scurtă, și acțiunea de turbulență mecanică și termică, generată de rotirea unei lame de mărunțire a deșeurilor medicale. Reactorul conform invenției cuprinde: un recipient (1) izolat termic, rezistent la presiune joasă, niște surse (5) de microunde cuplate la recipientul (1) respectiv, și având frecvențe de ordinul GHz, niște lămpi (7) cu lumină ultravioletă de undă scurtă, și o lamă (3) de mărunțire a deșeurilor medicale și de creare a unei turbulențe mecanice și termice, acționată de un motor bidirecțional având curent alternativ, poziționată în interiorul recipientului (1).

Revendicări: 10

Figuri: 6

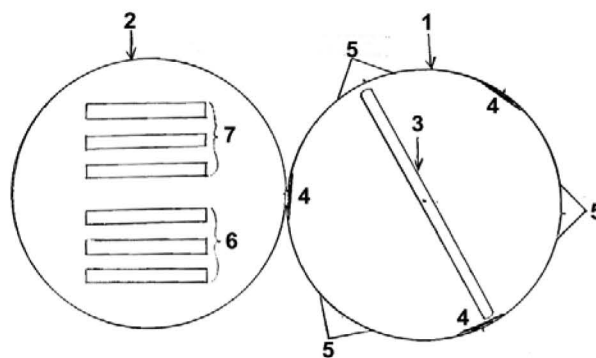
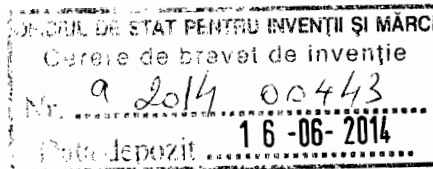


Fig. 2

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).





## Metodă și Aparat pentru Sterilizarea Deșeurilor Medicale

Prezenta invenție se referă la o metodă pentru sterilizarea deșeurilor medicale. Prezenta invenție se referă, de asemenea, la un aparat pentru aplicarea metodei prezentei invenții.

În prezenta descriere, noțiunea "deșeurii medicale" este definită ca reprezentând orice deșeu solid care este generat de entitățile care oferă servicii de sănătate, e.g. spitale, clinici, cabinete medicale individuale, cabinete dentare, spitale/clinici veterinare, entități medicale de cercetare, laboratoare. Astfel de deșeurii solide includ, dar nu se limitează la, instrumente chirurgicale expirate; bandaje îmbibate cu sânge; sticlărie pentru medii de cultură și și altă sticlărie de laborator; mănuși chirurgicale expirate; ace expirate care au fost utilizate pentru injecții sau pentru recoltare sânge și alte instrumente medicale ascuțite; organe și țesuturi umane extrase; culturi, bețișoare utilizate pentru inocularea culturilor; bisturiuri expirate, etc..

Metoda prezentei invenții pentru sterilizarea deșeurilor medicale are utilizări și în alte domenii, asupra oricărui tip de deșeurii solide care au potențial de pericol similar deșeurilor medicale toxice și infecțioase. Păstrând specificul invenției, sunt necesare diverse modificări și ajustări pentru alte utilizări precum:

- Dezintegrarea și sterilizarea *in situ* a cadavelor de animale, în ferme, pentru a se evita răspândirea bolilor infecțioase fără a se arde cadavrele respective;
- Sterilizarea lenjeriei de pat în spitale, hoteluri, etc..
- Sterilizarea implanturilor metalice de dimensiuni mari și a altor dispozitive medicale;
- Sterilizarea *in situ* a tacâmurilor și a ustensilelor alimentare;
- Sterilizarea *in situ* a deșeurilor rezultate din avioane, nave, trenuri, autobuze, nave spațiale care revin din zone infestate sau din zone care necesită măsuri preventive de sterilizare; etc..

Prezenta invenție se referă, în mod particular, la o metodă pentru sterilizarea deșeurilor medicale prin folosirea iradierii cu microunde și a lămpilor cu lumină ultravioletă (UV), cum sunt lămpile cu lumină ultravioletă fără electrozi și alimentate de microunde, care generează simultan lumină UV și trei oxidanți puternici, respectiv ozon (O<sub>3</sub>), peroxid de hidrogen (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) și radicali de hidroxil (HO) din aerul din interiorul reactorului.

Există câteva metode (tehnologii) curențe pentru tratarea deșeurilor medicale, acestea având diferite dezavantaje în ceea ce privește costurile,

*Blas* *fer* *12* *7-11-14*

eficiența consumului de timp și de energie și rezultatele finale. Astfel de metode pentru sterilizarea deșeurilor medicale includ de exemplu:

- Incinerarea: efectuează sterilizarea deșeurilor medicale; transformă deșeurile organice și inflamabile în material inorganic neinflamabil, rezultând într-o reducere semnificativă de volum și greutate. Acest proces poate fi costisitor din cauza faptului că trebuie să îndeplinească standarde riguroase de mediu.

- Piroliza și gazeificarea: efectuează sterilizarea deșeurilor medicale; descompun chimic materialele organice prin căldură (până la 2500°C) în absența oxigenului, rezultând în gaze care sunt incinerate într-o cameră secundară la o temperatură foarte înaltă. Acest proces poate genera riscuri pentru mediul înconjurător și, în același timp, poate fi costisitor.

- Furnale cu arc de plasmă: efectuează sterilizarea deșeurilor medicale; transformă, în principiu, orice combinație de materiale într-o substanță vitrificată sau sticloasă cu separare de metal topit. Acest proces poate avea costuri ridicate și poate genera riscuri pentru mediul înconjurător.

- Tratament chimic: efectuează doar dezinfectarea și nu sterilizarea deșeurilor medicale; utilizează chimicale puternice pentru a ucide sau pentru a inactiva agenții patogeni, necesitând mărunțirea mecanică a deșeurilor medicale ca și pre-tratament. Acest proces este inefficient având în vedere că efectuează doar dezinfectarea deșeurilor medicale.

- Tratament termic într-un mediu umed (autoclave și mașini cu aburi cu burghiu rotativ): efectuează dezinfectarea și/sau sterilizarea deșeurilor medicale; astfel de procese utilizează sisteme cu abur supraîncălzit, care operează în recipiente de metal sub presiune sau echipamente cu presiune atmosferică, necesitând mărunțirea mecanică a deșeurilor medicale ca și pre-tratament. Acest proces poate fi economic din punctul de vedere al costurilor dacă doar dezinfectează deșeurile medicale. Sterilizarea poate fi efectuată în autoclave cu abur de înaltă presiune, dar într-o procesare de lungă durată, ceea ce face procesul costisitor.

- Tratament termic într-un mediu uscat (tehnologie cu burghiu rotativ încins): efectuează doar dezinfectarea și nu sterilizarea deșeurilor medicale; întâi mărunțește deșeurile și apoi le încălzește prin rotirea unui burghiu (sau a altui tip de dispozitiv prin axul central) încălzit cu ajutorul uleiului la o temperatură de 110°C - 140°C. Acesta este un proces incomplet și inefficient, care nu permite și sterilizarea deșeurilor medicale.

- Tratamentul cu unde radio (microunde): efectuează doar dezinfectarea și nu sterilizarea deșeurilor medicale; funcționează prin aplicarea de unde de frecvență joasă pentru a încălzi deșeurile și pentru a distruge din interior organismele patogene. Procesul este incomplet din moment ce nu asigură sterilizarea deșeurilor medicale.

Bled  
fer  
M  
Z

Tabelul de mai jos este realizat pentru a reprezenta o mai bună unealtă de comparare a metodei prezentei invenții cu unele dintre tehnologiile existente și utilizate în acest moment pentru tratarea deșeurilor medicale (în acest tabel, noua tehnologie propusă de prezenta invenție are acronimul **MW/UV/O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/HO**, după acțiunile pe care le utilizează în tratarea deșeurilor medicale):

PRIN COMPARAȚIE:	NOUA TEHNOLOGIE MW/UV/O <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /HO	AUTOCLAVA	DEZINFECTAREA CU MICROUNDURI	DEZINFECTAREA CHIMICĂ
1. Inactivare microbiană	Sterilizează	Dezinfectează	Dezinfectează	Dezinfectează
DA 2. Deșeurile medicale de nerecunoscut în forma de produs final	Da	Opțiunea este disponibilă	Da	Da
3. Tratarea deșeurilor medicale – înainte, în timpul sau după mărunțirea mecanică	În timpul	Înainte	După	După
4. Acțiune turbulentă (mișcarea deșeurilor) în timpul tratamentului	Da	Nu	Da	Da
5. Recipient sub presiune înaltă	Nu	Da	Nu	Nu
6. Vid	Nu	Opțiunea este disponibilă	Nu	Nu
7. Filtru de carbon special (pentru reducerea mirosurilor)	Opțiunea este disponibilă	Opțiunea este disponibilă	Da	Opțiunea este disponibilă
8. Combustia deșeurilor (arderea) în timpul procesării	Nu	Nu	Nu	Nu
9. Adăugare de chimicale în timpul procesării	Nu	Nu	Nu	Da
10. Utilizarea de saci speciali de autoclavă.	Nu	Da	Nu	Nu
11. Utilizarea de abur	Nu	Da	Nu	Nu

Aceste metode existente pentru tratarea deșeurilor medicale sunt fie ineficiente (i.e. acestea efectuează doar dezinfectarea și nu sterilizarea), fie complicate și consumatoare de energie, pot necesita echipamente complicate și costisitoare sau pot genera diferite riscuri pentru mediul înconjurător.

Este deci nevoie de o metodă economică, cu aplicabilitate industrială, sigură pentru mediu, care să aibă o rată de productivitate mare pentru tratarea deșeurilor medicale prin efectuarea unui grad înalt de sterilizare.

Un obiectiv al prezentei invenții este, astfel, să furnizeze o metodă cu aplicabilitate industrială și sigură pentru mediul înconjurător, care să aibă o calitate înaltă a rezultatelor obținute pentru sterilizarea deșeurilor medicale.

Un alt obiectiv al prezentei invenții este acela de a propune o metodă economică, care să aibă eficiență ridicată în ceea ce privește consumul de energie și timp pentru sterilizarea deșeurilor medicale.

De asemenea, un alt obiectiv al prezentei invenții este acela de a furniza o metodă pentru sterilizarea deșeurilor medicale cu aplicabilitate industrială și sigură pentru mediul înconjurător, care să nu necesite echipamente multiple, complexe și consumatoare de timp și energie pentru a atinge rezultate de calitate înaltă, ci un singur echipament eficient multi-acțiune.

Aceste obiective și alte beneficii sunt atinse printr-o metodă și un aparat (i.e. tip reactor) pentru sterilizarea deșeurilor medicale, care să cuprindă caracteristicile specificate în revendicările corespondente independente.

Aceste obiective sunt atinse, în mod particular, printr-o metodă pentru sterilizarea deșeurilor medicale, această metodă cuprinzând următoarele acțiuni multiprocesare aplicate simultan: - acțiunea de procesare fotochimică generată de lumină ultravioletă UVC (lumină ultravioletă de undă scurtă numită bandă "C" de 100-280 nm), - acțiunea de procesare cu ozon generat de lumina UVC, - acțiunea de procesare cu hidroperoxid ( $H_2O_2$ ) și cu radicali hidroxili (HO) produși de lumina UVC, - acțiunea de procesare prin turbulență mecanică și termică generată de lama în rotație ca tocătorului mecanic și - iradierea cu microunde; mai exact, sub acțiunea microundelor, a luminii ultraviolete, a ozonului, a oxigenului, a hidroperoxidului, a radicalilor hidroxili, acționând simultan cu mărunțirea prin tocarea a deșeurilor medicale.

Metoda invenției va fi mai bine înțeleasă prin următoarea descriere a unui model preferat ce încorporează tehnic metoda și cu ajutorul figurilor, unde:

Fig. 1 ilustrează schematic o parte a reactorului pentru efectuarea metodei invenției, cu vedere din lateral;

Fig. 2 ilustrează schematic o parte a reactorului pentru efectuarea metodei invenției, cu vedere de sus;

În modelul care încorporează tehnic metoda prezentei invenții, toate acțiunile de procesare sunt efectuate într-un singur aparat de tip reactor.

Obiectivele menționate anterior sunt atinse, în mod particular, printr-un reactor care cuprinde un recipient izolat termic rezistent la presiune joasă

BRed  
f  
M  
F

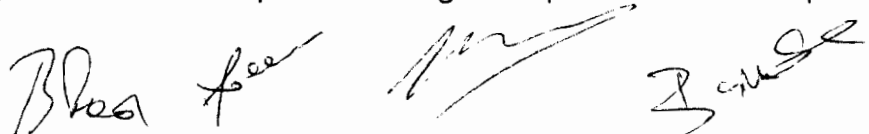
(preferabil nu mai mult de 2 Atm), având un sistem de închidere în conformitate. Recipientul respectiv are, preferabil, o formă de cilindru și este construit, de exemplu, din oțel inoxidabil, având pereții exteriori acoperiți cu material izolant termic. Alte materiale pot fi utilizate pentru construcția recipientului, precum aliaje de titaniu, aluminiu, magneziu, etc.. De asemenea, alte forme ale recipientului decât cilindru sunt posibile în cadrul invenției.

În modelul care încorporează tehnic metoda prezentei invenției, reactorul care cuprinde recipientul respectiv mai cuprinde, de asemenea, surse de microunde, de exemplu în număr de trei, care sunt cuplate cu, de exemplu montate pe, pereții exteriori ai recipientului, având structuri de ghidaj al undelor (waveguides) poziționate preferabil în unghiuri de  $120^\circ$  între ele. Preferabil, sursele de microunde au o radiație optimă de 2.45 GHz. Și alte frecvențe sunt posibile în cadrul invenției.

În modelul care încorporează tehnic metoda prezentei invenției, reactorul care cuprinde recipientul respectiv mai cuprinde, de asemenea, susceptoare de microunde din carbură de siliciu (SiC), de exemplu în număr de trei, și ferestre de cuarț, de exemplu în număr de trei, pentru iradiere cu microunde. Susceptoarele și ferestrele respective sunt cuplate cu, de exemplu montate pe, pereții interiori ai recipientului.

În modelul care încorporează tehnic metoda prezentei invenției, reactorul care cuprinde recipientul respectiv mai cuprinde, de asemenea, o lamă pentru mărunțire mecanică, fiind preferabil acționată de un motor bidirecțional cu curent alternativ (AC) pentru mărunțirea deșeurilor medicale în timpul procesării și pentru crearea turbulenței mecanice. Lama pentru mărunțire trebuie poziționată pe fundul recipientului.

În modelul care încorporează tehnic metoda prezentei invenției, reactorul care cuprinde recipientul respectiv mai cuprinde, de asemenea, un capac (i.e. orificiu de încărcare) situat preferabil în partea de sus a recipientului, fiind utilizat pentru încărcarea deșeurilor medicale. De asemenea, pe interiorul capacului trebuie cuplate, de exemplu atașate, lămpi cu lumină ultravioletă UVC, preferabil lămpi cu lumină ultravioletă UVC fără electrozi și alimentate de microunde. De exemplu, trei astfel de lămpi cu lumină ultravioletă UVC fără electrozi și alimentate de microunde pot fi folosite pentru a genera lumină ultravioletă, ozon, hidroperoxid și hidroxil în timpul și pentru procesul de sterilizare, având, de exemplu, următoarele caracteristici tehnice:  $UV253,7nm+184,9nm+O_3$ . Preferabil sunt utilizate lămpi industriale pentru scopul metodei prezentei invenției, de exemplu se poate utiliza banda UVC de 100-280 nm, care permite o sterilizare foarte eficientă a deșeurilor medicale. De asemenea, alte lămpi cu lumină ultravioletă UVC fără electrozi și alimentate de microunde, de exemplu în număr de trei, sunt preferabil utilizate pentru distrugerea/epuizarea ozonului prin



transformarea lui în oxigen și a hidroperoxidului și a hidroxilului prin transformarea în molecule de apă, la sfârșitul procesului de sterilizare, lămpi care să aibă, de exemplu, următoarele caracteristici tehnice: UV253,7nm-O<sub>3</sub>.

În modelul care încorporează tehnic metoda prezentei invenții, reactorul care cuprinde recipientul respectiv mai cuprinde, de asemenea, un capac (i.e. orificiu de evacuare) situat preferabil pe peretele lateral al recipientului, cât mai aproape posibil de fundul recipientului, pentru evacuarea deșeurilor medicale procesate și sterilizate.

În modelul care încorporează tehnic metoda prezentei invenții, reactorul mai cuprinde, de asemenea, un sistem de control al timpului, presiunii și temperaturii.

Diferite dimensiuni ale reactorului sunt posibile în cadrul invenției. Totuși, pentru asigurarea eficienței iradiației și reflexiei microundelor, respectiv pentru economisirea de timp și energie, sunt necesare măsurători corecte ale tuturor elementelor care au legătură cu lungimea de undă a microundelor, i.e. diametrul reactorului, înălțimea reactorului, lungimea și lățimea susceptoarelor de microunde din carbură de siliciu, lungimea lamei de mărunțire a deșeurilor, diametrul ferestrelor de cuarț, dacă sunt rotunde, sau lungimea și lățimea acestora, dacă sunt dreptunghiulare. Formula folosită în acest sens pentru măsurarea oricărui element al reactorului este, preferabil,  $M=N \times 12.4$  cm, unde N reprezintă numărul de unde.

O altă alternativă, dar nu unică, pentru configurarea reactorului este ca acesta să cuprindă aceleași elemente care au fost descrise mai sus, dar, în loc de trei surse de microunde să se utilizeze șase surse de microunde, e.g. trei dintre acestea să fie cuplate cu, de exemplu montate pe, pereții exteriori ai recipientului reactorului, și alte trei surse să fie cuplate cu fundul recipientului. O astfel de poziționare a surselor de microunde, respectiv inclusiv pe fundul recipientului, va determina ca lama de mărunțire a deșeurilor să acționeze ca și agitator al câmpului de microunde; astfel (în această configurație) sunt generate două unde electromagnetice polarizate cu faze și direcții diferite ale câmpului electric.

Metoda prezentei invenții pentru sterilizarea deșeurilor medicale este economică și aplicabilă la scală industrială. Experimentele au demonstrat că, în conformitate cu modelul care încorporează tehnic prezenta invenție, rata de sterilizare a deșeurilor medicale are o eficiență de 100%, într-o durată de procesare mai scurtă și la costuri mai reduse decât în cazul tehnologiilor existente. De asemenea, în conformitate cu modelul care încorporează tehnic prezenta invenție, timpul de procesare este cu aproximativ 80% mai redus decât

Bless  
fer  
102  
F. G. G.

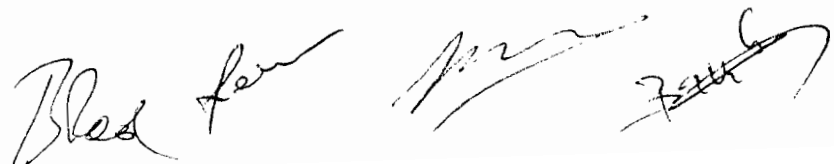
în cazul tehnologiilor existente, în timp ce costurile sunt cu aproximativ 70% mai reduse decât în cazul tehnologiilor existente.

În conformitate cu metoda prezentei invenții, are loc o procesare multi-acțiune pentru sterilizarea deșeurilor medicale.

Metoda prezentei invenții pentru sterilizarea deșeurilor medicale cuprinde următorii pași de tratare a deșeurilor medicale în scopul sterilizării acestora, anumiți pași fiind efectuați simultan (i.e. pașii 2, 3 și 4), așa cum este specificat mai jos:

1. Încărcarea deșeurilor medicale nemărunțite (adică fără a fi supuse vreunei faze de preparare) în reactor, prin capacul de încărcare;
2. Mărunțirea mecanică a deșeurilor medicale pentru reducerea semnificativă (cu aproximativ 80%) a volumului acestora și pentru expunerea zonelor ascunse (închise) ale obiectelor care formează deșeurile medicale, creând astfel condiții de omogenitate în întreg volumul de procesare al deșeurilor. Acest pas este efectuat simultan cu următorul pas, respectiv cu pasul 3;
3. Tratament la temperatură înaltă (de exemplu între 120°C și 150°C) sub acțiunea iradierii cu microunde pentru uciderea microorganismelor vii (inclusiv a agenților patogeni). Iradierea cu microunde a moleculelor deșeurilor medicale se produce direct în centrul masei de deșeuri mărunțite. Acest pas este efectuat simultan cu următorul pas, respectiv cu pasul 4;
4. Tratamentul deșeurilor medicale cu lumină ultravioletă, ozon, hidroperoxid și hidroxil are loc. Lămpile cu lumină ultravioletă UVC fără electrozi și alimentate de microunde produc lumină ultravioletă, ozon, hidroperoxid și radicali de hidroxil cu ajutorul umezelii naturale din interiorul reactorului. Acest tratament ucide microorganismele vii, inclusiv agenții patogeni; În timpul procesării, trebuie asigurate temperatură constantă și concentrație constantă de ozon, hidroperoxid și hidroxil.
5. Distrugerea/epuizarea finală a ozonului prin transformarea acestuia în oxigen și a hidroperoxidului și hidroxilului prin transformarea în apă, la sfârșitul procesării, sub acțiunea lămpilor cu lumină ultravioletă UVC fără electrozi și alimentate de microunde.
6. Descărcarea reactorului prin capacul de evacuare utilizând turbulența mecanică generată de mișcarea lamei de mărunțire a deșeurilor medicale, cu ajutorul unui motor bidirecțional cu curent alternativ (AC) care permite o mișcare bidirecțională, după cum este necesar, descărcarea efectuându-se într-un container exterior pentru deșeuri medicale procesate.

În timpul procesării în interiorul reactorului de presiune joasă (preferabil nu mai mult de 2 Atm), are loc un tratament rapid al deșeurilor cu temperatură ridicată sub acțiunea a patru surse de creștere a temperaturii, după cum urmează:





- Iradierea cu microunde a moleculelor deșeurilor medicale în tot volumul masei mărunțite de deșeuri;
- Temperatura generată de susceptoarele de microunde montate pe interiorul pereților reactorului;
- Temperatura generată de lămpile cu lumină ultravioletă UVC fără electrozi și alimentate de microunde, montate pe interiorul capacului superior (capacul de încărcare) al reactorului;
- Temperatura generată de fricțiunea fizică a obiectelor care alcătuiesc deșeurile medicale în timpul mărunțirii.

Conform experimentelor, în mai puțin de cinci minute în ciclul de procesare, se poate atinge o temperatură de minim 120°C în tot volumul reactorului. De asemenea, conform experimentelor, ciclul întreg de procesare, inclusiv încărcarea și descărcarea deșeurilor, poate dura, de exemplu, aproximativ 20 minute.

Metoda prezentei invenții pentru sterilizarea deșeurilor medicale va fi mai bine înțeleasă prin descrierea modelului care încorporează tehnic metoda prezentei invenții, ilustrat prin figuri.

Sterilizarea omoară toate microorganismele viabile, în timp ce dezinfectarea doar reduce numărul microorganismelor viabile.

Metoda prezentei invenții poate steriliza deșeurile medicale la un cost foarte redus și în condiții de siguranță pentru mediu, fiind semnificativ mai eficientă decât tehnologiile anterioare și având o rată de sterilizare de 100%. Metoda prezentei invenții utilizează energie din gama microundelor. Temperatura deșeurilor medicale este, de exemplu, ridicată la o temperatură între 120 și 150°C. De asemenea, metoda prezentei invenții utilizează lămpi cu lumină ultravioletă fără electrozi și alimentate de microunde, care generează simultan lumină ultravioletă și trei oxidanți puternici, respectiv ozon, peroxid de hidrogen (hidroperoxid) și radicali de hidroxil, prin oxidarea aerului din interiorul reactorului.

Metoda prezentei invenții utilizează lumină ultravioletă de bandă scurtă, numită bandă "C" (100 – 280 nm), cunoscută de asemenea ca și UVC. UVC util este produs de către om în lămpi UVC de presiune joasă. Cea mai eficientă gamă de de sterilizare a luminii ultraviolete se regăsește în lățimea de bandă C. Această gamă este numită lățimea de bandă germicidă. Curba de eficiență germicidă ideală a radiației UV este de la 240 nm la 280 nm, fiind cea mai eficientă la 265 nm.

Atunci când se aplică o combinație de ozon și lumină ultravioletă, suprafețele sunt curățate cu până la 2.000 de ori mai rapid decât doar cu ozon, în timp ce celulele microorganismelor se divid până la nivel molecular (carbon,

oxigen, hidrogen, azot, etc.). În același timp, lumina ultravioletă generează hidroperoxid și radicali de hidroxil, care acționează ca și agenți oxidanți extrem de eficienți asupra materialului organic (i.e. microorganismele din deșeurile medicale, inclusiv organismele patogene).

Microbii sunt compuși organici vii cu ADN pe bază de carbon și aminoacizi. Aceștia sunt formați din carbon, azot, hidrogen, oxigen și urme de alte elemente. Acești compuși organici au tendința de a se divide sau de a se descompune. Procesul de descompunere înseamnă că moleculele de hidrogen, carbon, etc. se separă.

În conformitate cu prezenta invenție, "mecanismul de ucidere" (i.e. sterilizarea microorganismelor vii, inclusiv a organismelor patogene, prezente în deșeurile medicale cu ajutorul iradierii cu microunde și a luminii ultraviolete, a  $O_3$ , a  $H_2O_2$  și a HO generate de lămpile cu lumină ultravioletă UVC fără electrozi și alimentate de microunde) este descris mai jos cu ajutorul figurilor, unde:

Fig. 3 ilustrează schematic procesul de sterilizare efectuat de metoda prezentei invenției cu ajutorul luminii ultraviolete;

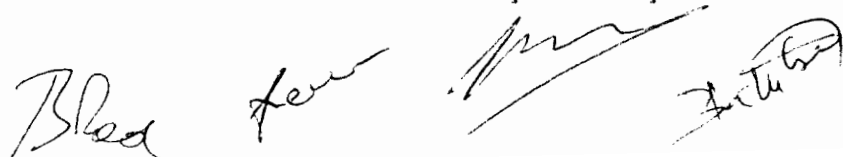
Fig. 4 ilustrează schematic procesul de sterilizare efectuat de metoda prezentei invenției cu ajutorul  $O_3$ ;

Fig. 5 ilustrează schematic procesul de sterilizare efectuat de metoda prezentei invenției cu ajutorul  $H_2O_2$ ;

Fig. 6 ilustrează schematic procesul de sterilizare efectuat de metoda prezentei invenției cu ajutorul radicalilor HO;

În conformitate cu invenția, lămpile UVC fără electrozi și alimentate de microunde sunt alimentate sub acțiunea iradiației de microunde. Ca rezultat, sunt generate energie electromagnetică și energie UVC (lumină-foton). Electronii unei molecule organice (molecula microorganismului) sunt ejectați sau schimbă orbitele sub acțiunea de iradiere a energiei luminii ultraviolete UVC, lăsând astfel o molecula (ion) incompletă. În condițiile unei absențe de electroni, compusul organic devine instabil, ceea ce ucide și distruge celula microorganismului, dezintegrând-o în, dar nu limitat la, produse intermediare, i.e.  $H_2O_2$  și HO, care ajută în continuare procesul de sterilizare. Produsele intermediare  $H_2O_2$  și HO intră în următorii pași de reacție în lanț. Are loc o reacție în lanț cu oxidanți produși *in situ*, i.e.  $O_3$ ,  $H_2O_2$  și HO.

Conform invenției, iradierea cu energia luminii UVC lovește molecula de oxigen și determină divizarea acesteia în doi atomi liberi de oxigen. Atomii liberi de oxigen se ciocnesc cu moleculele de oxigen și formează molecule de ozon. Mecanismul oxidativ al moleculei de ozon determină spargerea microorganismelor. Produsele intermediare ale reacției în lanț a mecanismului



oxidativ sunt  $O_3$ ,  $H_2O_2$  și  $HO$ , care intră în următorii pași de reacție în lanț. Are loc o reacție în lanț cu oxidanți produși *in situ*, i.e.  $O_3$ ,  $H_2O_2$  și  $HO$ .

Conform invenției, sub acțiunea de iradiere cu energia luminii UVC, hidroperoxidul ( $H_2O_2$ ) generat se divide în doi radicali de hidroxil ( $HO$ ), care reprezintă oxidanți puternici necesari în continuare în reacțiile în lanț de distrugere a moleculei organice, i.e. spargerea celulelor microorganismelor prin mecanismul oxidativ. Are loc un proces avansat de oxidare AOP (Advanced Oxidation Process) ca urmare a puternicei reacții de combinare a  $H_2O_2$  și a  $O_3$  (generat de lumina UVC), cunoscută sub numele de peroxon. Are loc o reacție în lanț cu oxidanți produși *in situ*, i.e.  $O_3$ ,  $H_2O_2$  și  $HO$ .

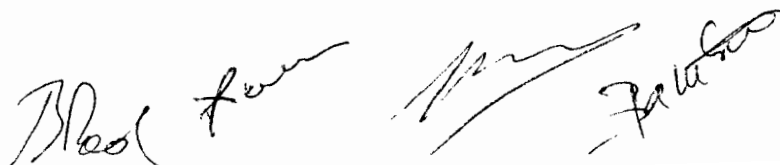
Conform invenției, când molecula de apă este iradiată de lumina UVC se formează radicali  $HO$ . Atomi liberi de hidrogen vor intra în formarea de  $HO$  în reacție în lanț. Cu atomul de hidrogen ( $H$ ) în plus provenit de la molecula organică,  $HO$  se transformă înapoi în moleculă de  $H_2O$ , care va intra încă o dată în reacție în lanț pentru a forma următorul radical de  $HO$  și atomul de  $H$  în plus. Într-o astfel de reacție în lanț, moleculele organice pierd dramatic atomii de  $H$ , rezultând în celule ucise și distruse ale microorganismelor, finalizând astfel procesul de sterilizare a deșeurilor medicale.

Conform invenției, produsele secundare intermediare ale procesului de sterilizare sunt  $O_3$  și  $H_2O_2$ , care sunt supuse în continuare distrugerii/epuizării prin iradiere cu ajutorul lămpilor UVC fără electrozi și alimentate de microunde (care să aibă, de exemplu, următoarele caracteristici: UV253,7 nm fără  $O_3$ ). La sfârșitul procesului de sterilizare nu mai există oxidanți prezenți în reactor, doar apă și oxigen.

Conform metodei prezentei invenții, are loc un proces multi-acțiune pentru sterilizarea deșeurilor medicale.

Conform invenției, următoarele cinci forțe diferite de procesare sunt aplicate simultan pentru a distruge moleculele organice și pe bază de carbon și pentru a ucide microorganismele, inclusiv organismele patogene:

1. forța procesului fotochimic inițiat de lumina UVC. Lumina UVC are proprietăți care alterează celulele microbilor și declanșează formarea de legături peptidice între anumiți aminoacizi în moleculele AND-ului microbilor. Acest aspect distruge abilitatea microbilor de a se reproduce. Expunerea la radiația luminii UVC determină descompunerea microbilor până la nivel molecular. Acest proces fotochimic reprezintă în esență un proces de fotoionizare în care electronii unei molecule sunt ejectați prin iradiere, rezultând într-o moleculă (ion) incompletă. În situația absenței unui electron, compusul devine instabil, iar rezultatul este degradarea legăturilor chimice în interiorul microbului.



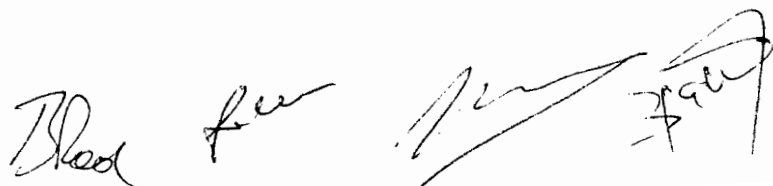
2. ozonul generat de lampa UVC. Ozonul este un oxidant puternic care determină absorbția ozonului de moleculele organice și descompunerea acestora.
3. hidroxidul și radicalii de hidroxil produși de lumina UVC cu ajutorul umezelii naturale din reactor sub acțiunea lămpilor cu lumină UVC fără electrozi și alimentate de microunde, fără adăugarea vreunei substanțe chimice. Procesul produs de hidroxid activează o reacție în lanț cu materialul organic, ca rezultat al distrugerii continue a hidroxidului de către lumina UVC. Iradierea cu lumină UVC descompune moleculele de apă în radicali de hidroxil. Ionii rezultați de hidroxil sunt foarte distructivi pentru moleculele organice și pot elimina atomi de hidrogen din moleculele organice, lăsând ioni de carbon descompuși.
4. turbulența mecanică și termică cauzată de lama în rotație a tocătorului. Această forță turbulentă permite mărunțirea (concasarea) materialului de procesat și, în același timp, crează un mediu omogen în interiorul reactorului (temperatură, etc).
5. iradierea cu microunde. Această forță, sporită de susceptoarele de microunde, va menține temperatura necesară și va alimenta lămpile cu lumină UVC fără electrozi, care generează forțele 1, 2 și 3 menționate mai sus.

Conform invenției, cele cinci forțe de mai sus lucrează simultan pentru asigurarea unui proces cu o rată înaltă de sterilizare a deșeurilor medicale în condiții economice. Metoda invenției propuse nu generează niciun produs secundar periculos, având în vedere faptul că lumina UVC distruge compușii de reacție produși de forțele 1, 2 și 3 de mai sus, transformându-i în oxigen și apă la sfârșitul procesării.

În conformitate cu modelele care încorporează tehnic metoda prezentei invenții, sterilizarea deșeurilor medicale are o rată de 100%, într-o durată de procesare mai scurtă decât în cazul tehnologiilor anterioare. De asemenea, în conformitate cu modelele care încorporează tehnic metoda prezentei invenții, timpul de procesare este cu aproximativ 80% mai scurt decât în cazul tehnologiilor anterioare.

În conformitate cu modelele care încorporează tehnic metoda prezentei invenții, această metodă reprezintă un proces de sterilizare a deșeurilor medicale prietenos cu mediul înconjurător.

În modelele descrise anterior care încorporează tehnic metoda prezentei invenții, procesarea multi-acțiune este efectuată într-un singur aparat de tip reactor.



## Revendicări

1. Metodă pentru sterilizarea deșeurilor medicale; această metodă supunând deșeurile medicale la următoarele acțiuni simultane de sterilizare:
  - iradierea cu microunde;
  - acțiunea procesului fotochimic inițiat de lumină ultravioletă UVC (lumină ultravioletă de undă scurtă numită bandă "C" de 100-280 nm); această lumină UVC fiind produsă de lămpi cu lumină ultravioletă UVC, cum sunt lămpile cu lumină ultravioletă UVC fără electrozi și alimentate de microunde;
  - acțiunea ozonului generat de lumina ultravioletă UVC;
  - acțiunea hidroperoxidului ( $H_2O_2$ ) și a radicalilor de hidroxil (HO) produși de lumina ultravioletă UVC;
  - acțiunea de turbulență mecanică și termică generată de rotirea lamei de mărunțire a deșeurilor medicale.
2. Metodă în conformitate cu revendicarea precedentă, în cadrul căreia acțiunile enumerate anterior sunt efectuate într-un singur aparat de tip reactor.
3. Metodă în conformitate cu una dintre revendicările precedente, în care acțiunile enumerate anterior sunt efectuate simultan.
4. Metodă pentru sterilizarea deșeurilor medicale, această metodă cuprinzând următorii pași:
  - încărcarea deșeurilor medicale nemărunțite (adică fără a fi supuse vreunei faze de preparare) în reactor;
  - mărunțirea mecanică a deșeurilor medicale pentru reducerea semnificativă (cu aproximativ 80%) a volumului acestora și pentru expunerea zonelor ascunse (închise) ale obiectelor care formează deșeurile medicale, creând astfel condiții de omogenitate în întreg volumul de procesare al deșeurilor. Acest pas este efectuat simultan cu următorul pas, respectiv cu pasul 3;
  - tratament la temperatură de până la 150°C sub acțiunea iradierii cu microunde pentru uciderea microorganismelor vii (inclusiv a agenților patogeni). Acest pas este efectuat simultan cu următorul pas, respectiv cu pasul 4;

tratamentul deșeurilor medicale cu lumină ultravioletă, ozon, hidroperoxid și hidroxil prin utilizarea lămpilor cu lumină ultravioletă UVC pentru a produce lumină ultravioletă, ozon, hidroperoxid și radicali de hidroxil cu ajutorul umezelii naturale din interiorul reactorului pentru a ucide microorganismele vii (inclusiv a organismelor patogene);

distrugerea/epuizarea finală a ozonului prin transformarea acestuia în oxigen și a hidroperoxidului și hidroxilului prin transformarea în apă, la sfârșitul procesării, sub acțiunea lămpilor cu lumină ultravioletă UVC;

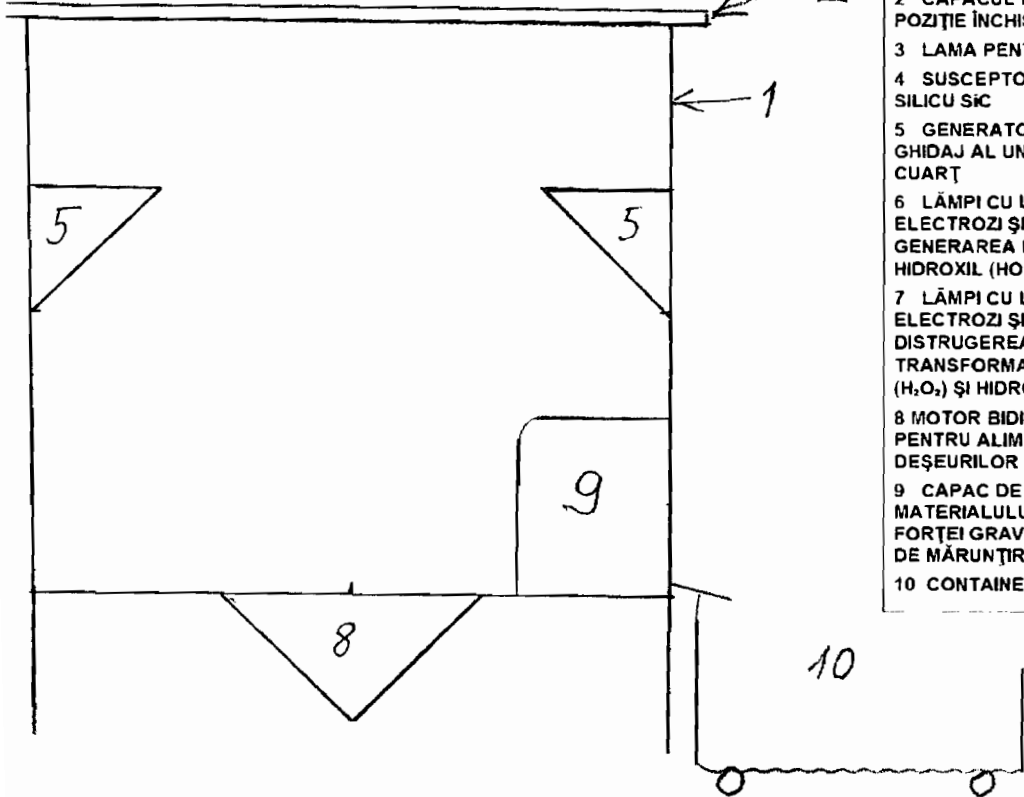
descărcarea reactorului prin capacul de evacuare utilizând turbulența mecanică generată de mișcarea lamei de mărunțire a deșeurilor medicale, cu ajutorul unui motor bidirecțional cu curent alternativ (AC) care permite o mișcare bidirecțională, după cum este necesar, descărcarea efectuându-se într-un container exterior pentru deșeuri medicale procesate;

5. Metodă pentru sterilizarea deșeurilor medicale, reprezentând un proces multi-acțiune prietenos cu mediul înconjurător; această metodă cuprinzând următoarele acțiuni aplicate simultan: iradierea cu microunde, acțiunea procesului fotochimic inițiat de lumină UVC (lumină ultravioletă de undă scurtă numită bandă "C" de 100-280 nm), acțiunea ozonului generat de lumina UVC, acțiunea hidroperoxidului ( $H_2O_2$ ) și a radicalilor de hidroxil (HO) produși de lumina UVC și acțiunea de turbulență mecanică și termică generată de rotirea lamei de mărunțire a deșeurilor medicale; mai exact, sterilizarea deșeurilor medicale sub acțiunea microundelor, a luminii ultraviolete, a ozonului, a oxigenului, a hidroperoxidului, a radicalilor de hidroxil, acționând simultan cu mărunțirea (concasarea) deșeurilor medicale.
6. Reactorul cuprinde:
  - un recipient izolat termic rezistent la presiune joasă (nu mai mult de 2 Atm),
  - surse de microunde cuplate la recipientul respectiv, cu frecvențe în gama de frecvențe GHz.,
  - lămpi cu lumină ultravioletă UVC (lumină ultravioletă de undă scurtă) fără electrozi și alimentate de microunde, cuplate la recipientul respectiv,
  - lama de mărunțire alimentată de un motor bidirecțional cu curent alternativ (AC) pentru mărunțirea deșeurilor medicale și pentru crearea unei turbulențe mecanice și termice, poziționată în interiorul recipientului, respectiv al reactorului.
7. Reactor în conformitate cu revendicarea precedentă, în cadrul căruia recipientul menționat are formă de cilindru.

8. Reactor în conformitate cu oricare dintre revendicările de la 6 la 7, în cadrul căruia sursele de microunde au structurile de ghidaj a undelor (waveguides) în unghiuri de 120° între ele.
9. Reactor în conformitate cu oricare dintre revendicările de la 6 la 8 care mai cuprinde cel puțin un capac de alimentare poziționat în partea de sus a reactorului, pentru încărcarea deșeurilor medicale, și cel puțin un capac de evacuare, poziționat cât mai aproape de fundul reactorului, pentru descărcarea deșeurilor medicale procesate și sterilizate.
10. Reactor în conformitate cu oricare dintre revendicările de la 6 la 9 care mai cuprinde un sistem de control și măsurare a presiunii, temperaturii și timpului.

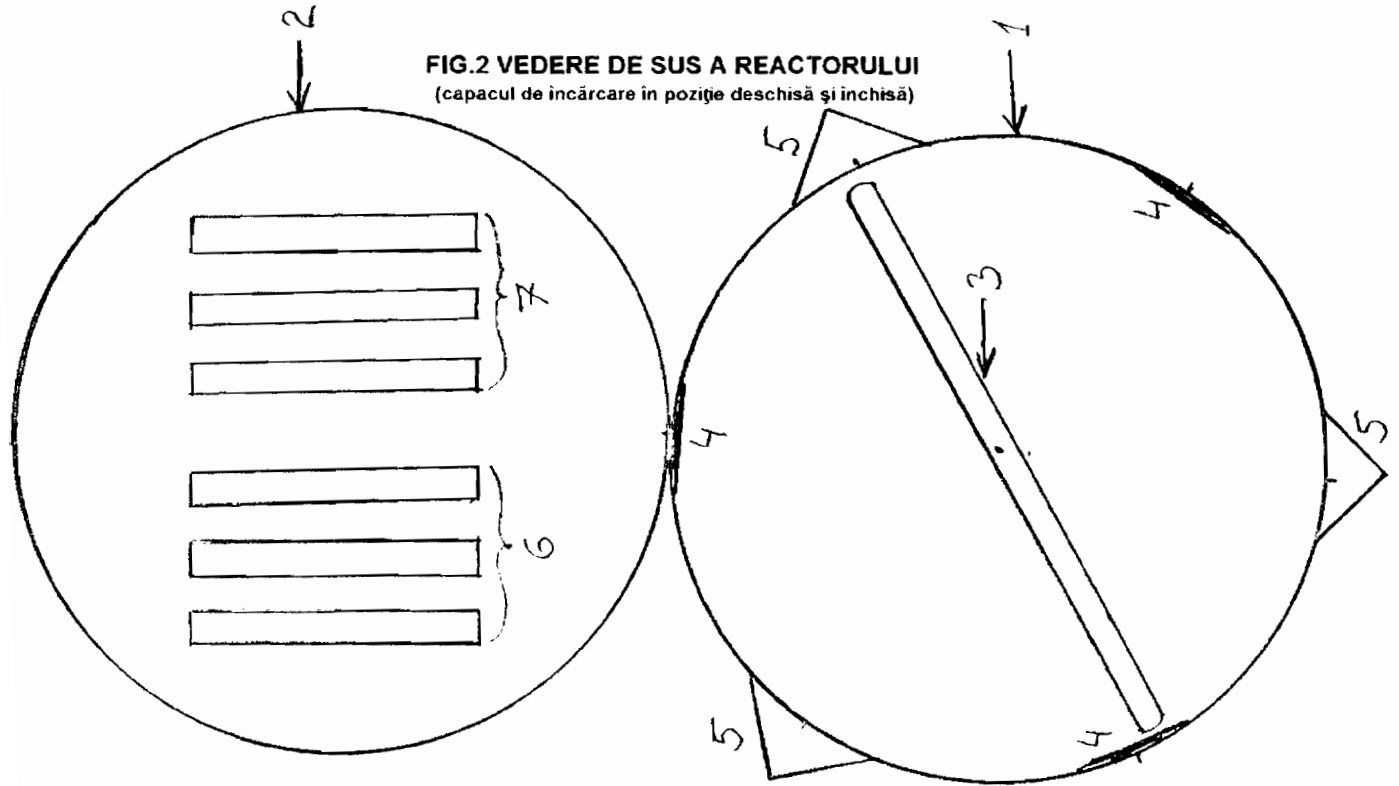
1/5

FIG.1 VEDERE DIN LATERAL A REACTORULUI



- 1 PERETELE REACTORULUI
- 2 CAPACUL DE ÎNCARCARE CU DEȘEURI MEDICALE - ÎN POZIȚIE DESCHISĂ
- 2' CAPACUL DE ÎNCARCARE CU DEȘEURI MEDICALE - ÎN POZIȚIE ÎNCHISĂ
- 3 LAMA PENTRU MĂRUNȚIREA DEȘEURILOR MEDICALE
- 4 SUSCEPTOARELE DE MICROUNDĂ DIN CARBURĂ DE SILICIU SiC
- 5 GENERATOARELE DE MICROUNDĂ, STRUCTURILE DE GHIDAJ AL UNDELOR (WAVEGUIDES), FERESTRE DE CUARȚ
- 6 LĂMPI CU LUMINĂ ULTRAVIOLETĂ UVC FĂRĂ ELECTROZI ȘI ALIMENTATE DE MICROUNDĂ PENTRU GENERAREA DE OZON (O<sub>3</sub>), HIDROPEROXID (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ȘI HIDROXIL (HO)
- 7 LĂMPI CU LUMINĂ ULTRAVIOLETĂ UVC FĂRĂ ELECTROZI ȘI ALIMENTATE DE MICROUNDĂ PENTRU DISTRUGEREA/EPUIZAREA OZONULUI (O<sub>3</sub>) PRIN TRANSFORMAREA ÎN OXIGEN ȘI A HIDROPEROXIDULUI (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ȘI HIDROXILULUI (HO) PRIN TRANSFORMAREA ÎN APĂ
- 8 MOTOR BIDIREȚIONAL CU CURENT ALTERNATIV (AC) PENTRU ALIMENTAREA LAMEI DE MĂRUNȚIRE A DEȘEURILOR MEDICALE
- 9 CAPAC DE EVACUARE PENTRU DESCĂRCAREA MATERIALULUI PROCESAT DIN REACTOR, CU AJUTORUL FORȚEI GRAVITAȚIONALE GENERATE DE ROTAȚIA LAMEI DE MĂRUNȚIRE
- 10 CONTAINER PENTRU DEȘEURILE PROCESATE

FIG.2 VEDERE DE SUS A REACTORULUI  
(capacul de încărcare în poziție deschisă și închisă)

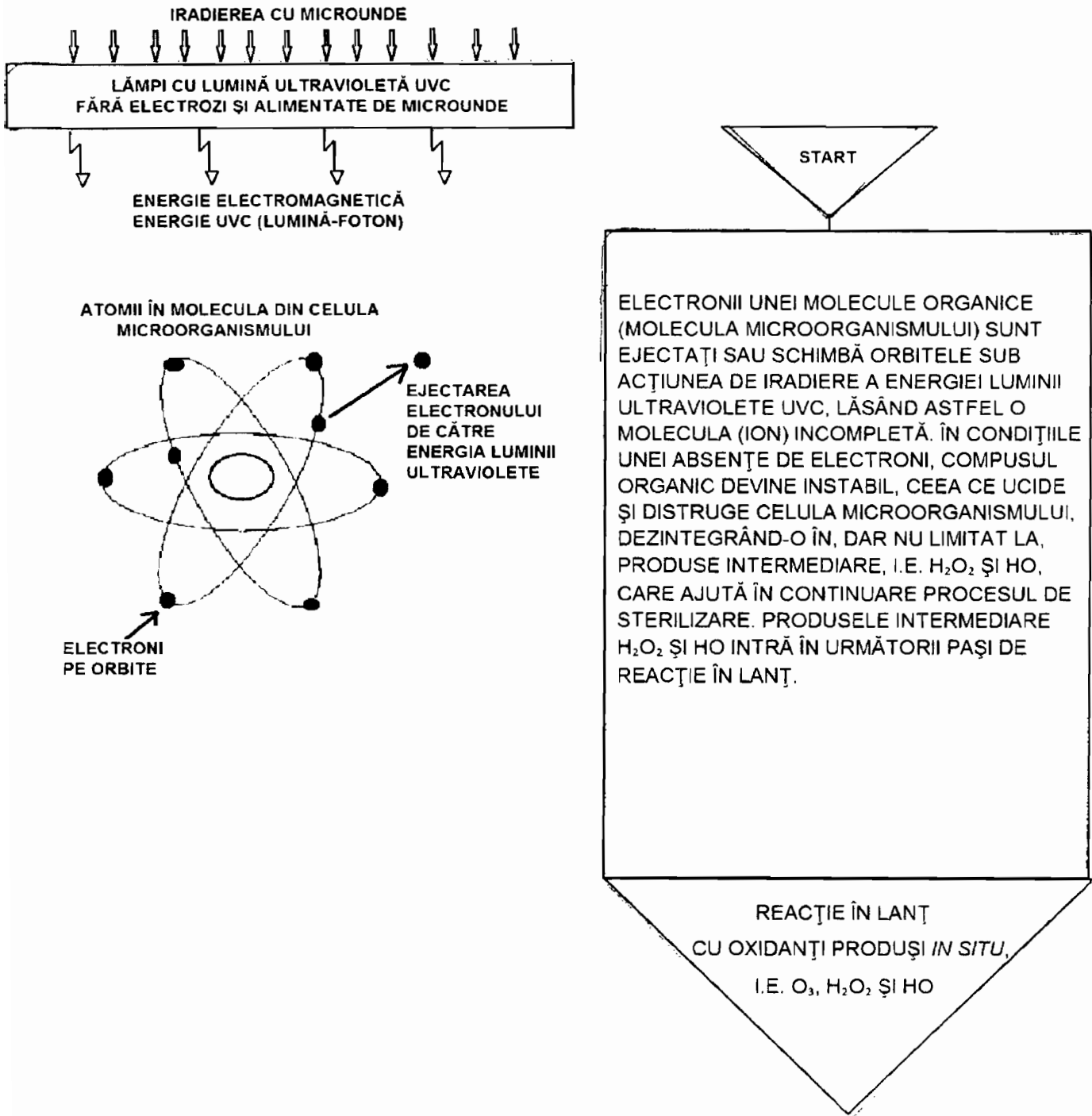


*Blad fur 1/2 2014*



FIG.3 PROCESUL DE STERILIZARE CU AJUTORUL LUMINII ULTRAVIOLETE

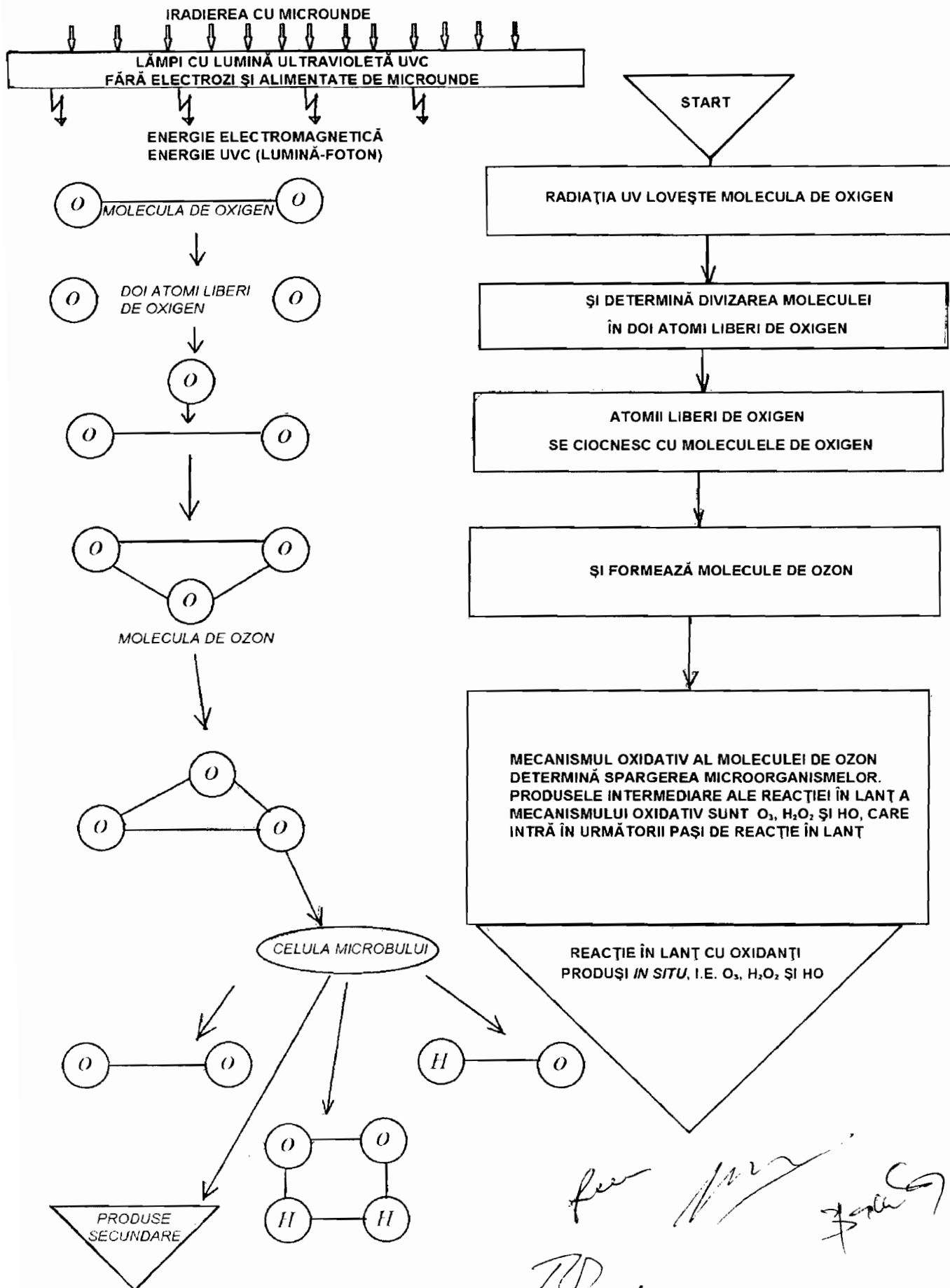
53



Blas  
for  
10/2/2014  
[Signature]

FIG. 4 PROCESUL DE STERILIZARE CU AJUTORUL OZONULUI

52



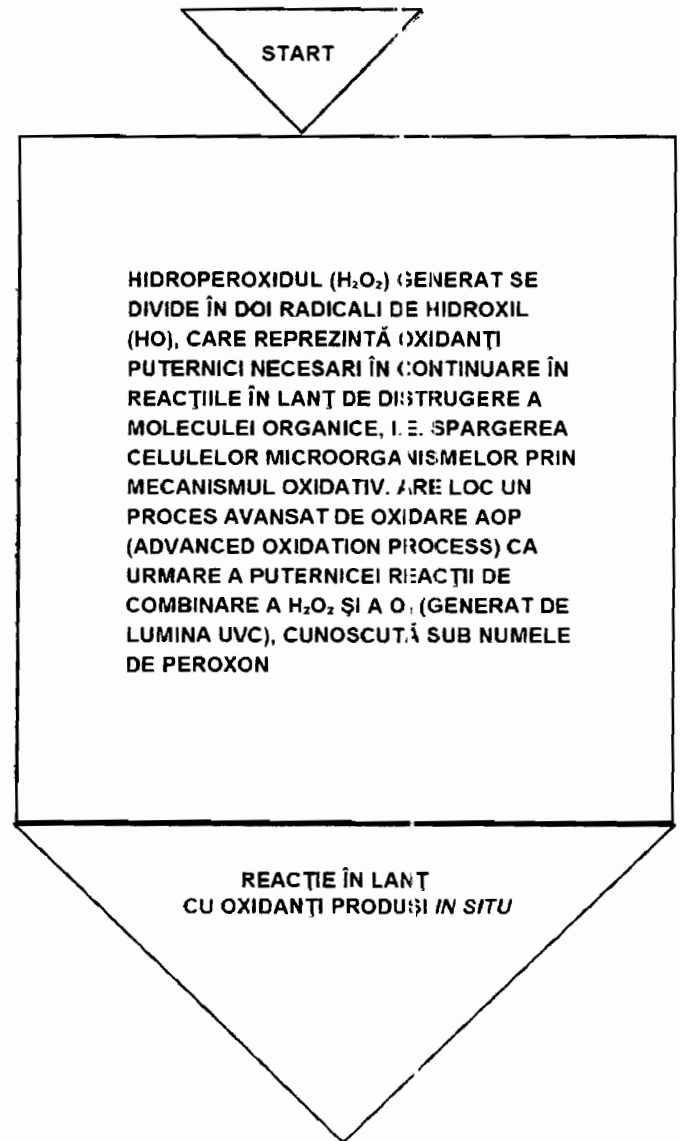
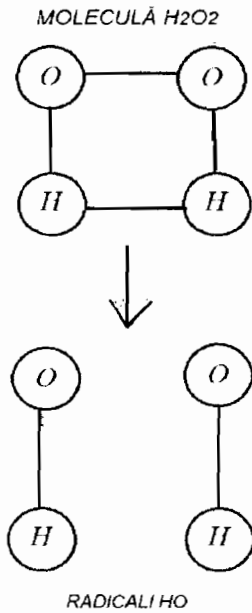
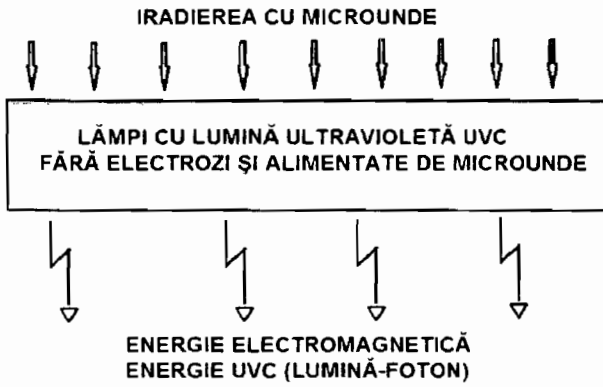
*for*

*for*

*for*

*for*

*for*

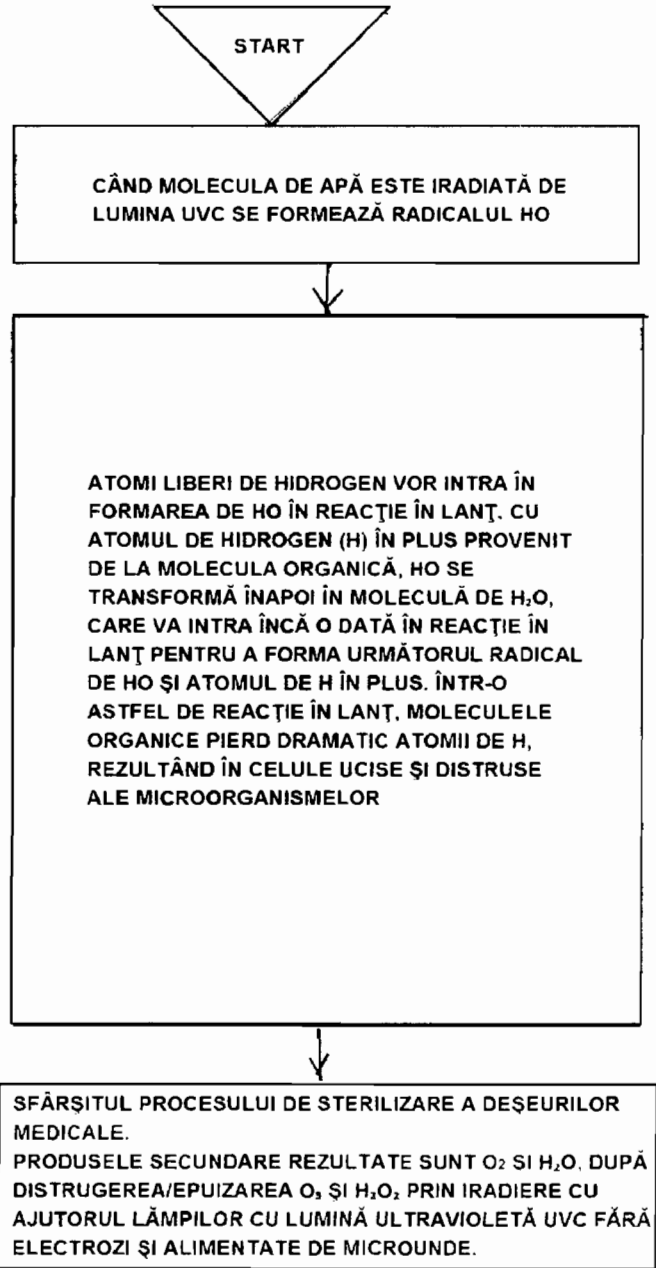
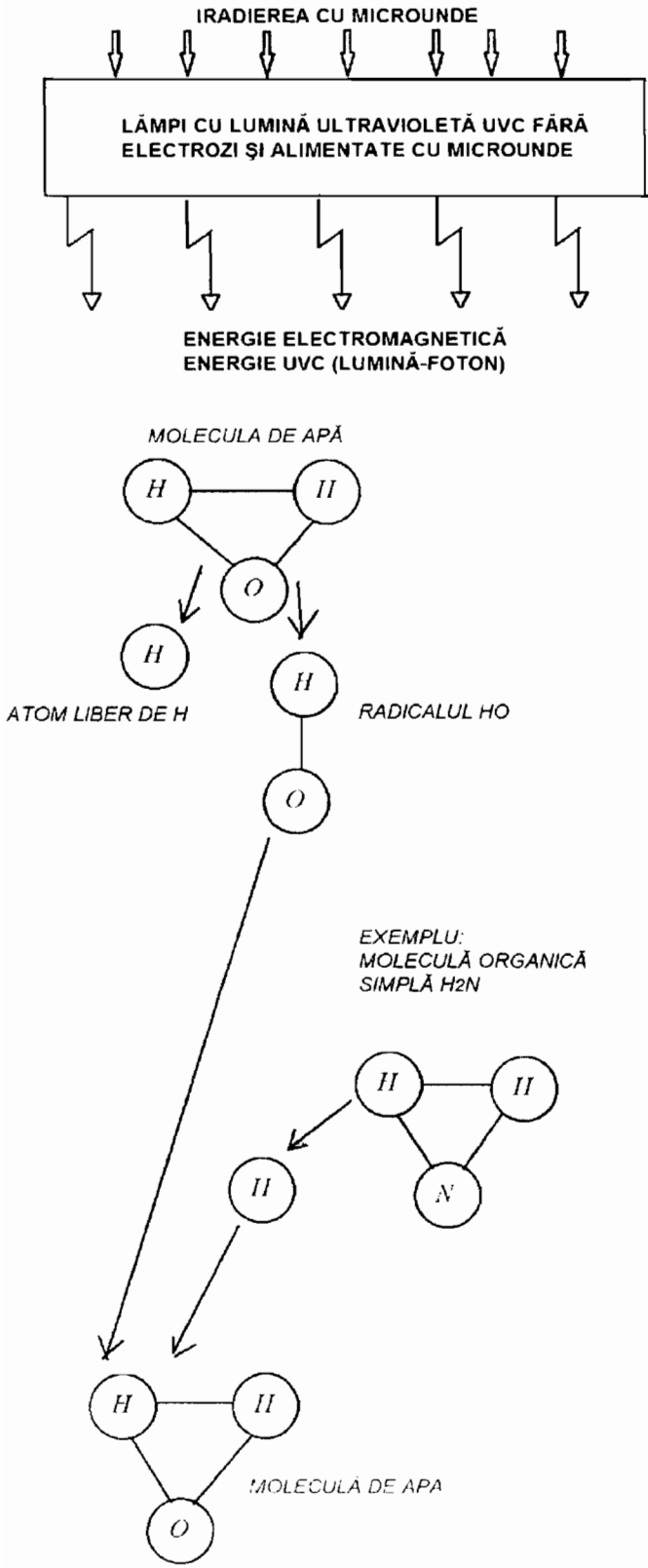
FIG. 5 PROCESUL DE STERILIZARE CU AJUTORUL HIDROPEROXIDULUI (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

*for m...*

*307*

*Bras*

FIG. 6 PROCESUL DE STERILIZARE CU AJUTORUL RADICALILOR DE HIDROXIL (HO)



NU MAI EXISTĂ OXIDANȚI PREZENȚI ÎN REACTOR

*[Handwritten signatures]*