

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 01054

(22) Data de depozit: 21.10.2011

(41) Data publicării cererii:  
30.05.2013 BOPI nr. 5/2013

(71) Solicitant:  
• ARGHIRESCU MARIUS, STR. MOȚOC  
NR.4, BL.P56, SC.1, ET.8, AP.164,  
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• ARGHIRESCU MARIUS, STR. MOȚOC  
NR.4, BL.P56, SC.1, ET.8, AP.164,  
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

(54) GENERATOR DE HIDROGEN PRODUS DIN APĂ, CU  
MICROUNDE, ȘI STAȚIE DE HIDROGEN, AUTONOMĂ, CE ÎL  
UTILIZEAZĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, și la o stație de hidrogen, autonomă, ce îl utilizează. Generatorul de hidrogen, conform invenției, cuprinde un generator de microunde (A) cu ghid de undă (1) simplu sau multiplu și magnetron (2), și minimum un electrolizor (B) cu electrolit solid, cuplat cu capătul deschis al ghidului de undă (1) printr-o antenă-horn (4) conținând bile (b) sau particule (b') din ceramică poroasă sau corindon, pentru transformarea apei introduse în interiorul acesteia printr-o duză (3) cu electrovalvă (5), electrolizorul (B) cuprinzând, în interiorul unei cuve (6) ceramice sau metalice, niște plăci-electrod (7 și 7') metalice, poroase, realizate din Ni sau inox cu Ni, prevăzute cu niște prelungiri (h) de conexiune electrică, fixate într-un suport (i) izolator, între plăcile-electrod (7 și 7') fiind dispuse două sau trei straturi (m, m' și m'') succesive, astfel: primul strat (m) - izolator, din bile ceramice, poroase, al doilea strat (m') - semiconductor, din carbură de siliciu, și al treilea strat (m'') - conductor, din pulbere metalică de nichel sau oțel cu nichel, în interiorul celui de-al treilea strat (m''), fiind dispuse niște lamele (12) separatoare, subțiri, din ceramică poroasă, placate pe fețe cu câte un strat (n și n') din nichel poros și fixate în suportul (i) în care mai este fixată și o membrană (9) microporoasă, permeabilă doar pentru gazul Brown produs, și o placă (10) izolatoare, pentru separarea conexiunilor electrice ale prelungirilor (h), colectarea gazului Brown produs făcându-se printr-o ieșire (l) dintr-un capac (11) izolator

electric, poziționată între placa (10) izolatoare și membrană (9). Stația de hidrogen folosește generatoare cu două antene-horn (4 și 4'), cu electrolizoare (B și B') cuplate la un ghid de undă (1), deschis la ambele capete, și este alimentată cu energie electrică, produsă de o turbină (D) eoliană sau de un panou (19) solar.

Revendicări: 8  
Figuri: 6

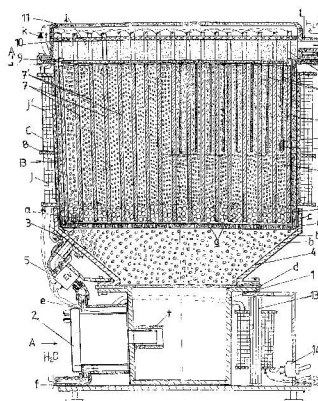
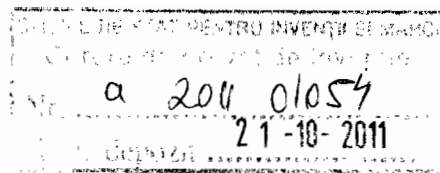


Fig. 1





### Generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, și stație de hidrogen autonomă

Invenția se referă la un generator de hidrogen produs din apă, utilizând microunde de putere medie și la o stație de hidrogen autonomă ce îl utilizează.

Sunt cunoscute diverse variante de generatori de hidrogen produs din apă, care în general utilizează electroliza apei pentru disocierea moleculelor de apă în hidrogen și oxigen.

Se cunoaște în acest sens că pentru un randament energetic bun de conversie a energiei electrice de disociere, este preferabil a se utiliza un câmp electric sub 15V/cm și un raport :  $I(\text{intensitate curent})/S(\text{suprafață electrozi})$  mai mic de 4000A/m<sup>2</sup>, (Tobias, C.V.-Journ. of Electrochemical Society, Vol.134, No.2, 1959) deoarece eficiența electrolizei scade cu creșterea tensiunii. În prezent, instalațiile eficiente energetic de producere a electrolizei, pe lângă această condiție, folosesc diverse soluții tehnice de catalizare a electrolizei, fie prin adăugare de săruri în apă, de exemplu-bicarbonat de potasiu sau NaCl, NaOH, etc, fie prin utilizarea unui aliaj catalitic metalic introdus între plăcile de electroliză, de exemplu-metalic sau prin utilizare de nichel poros, realizat prin sinterizarea unor pulberi de nichel, pentru plăcile-electrod de electroliză, fie prin utilizarea unor câmpuri electromagnetice care punând în stare de vibrație reciprocă componentii atomici ai moleculelor de apă, favorizează disocierea acestora. Se cunosc în principal două astfel de metode de utilizare de câmpuri electromagnetice de catalizare a disocierii apei:

-disocierea apei electrolitic utilizând apa ca dielectric de descărcare electrică, ca în brevetele: US4936961 și US6126794, US603058, în pulsuri de 17-30 Hz frecvență, între doi electrozi cu rol de plăci de condensator cilindrice, plasate concentric în câmpul magnetic al unui solenoid înseriat în circuit astfel încât să formeze un circuit oscilant închis, pe o frecvență de 10-250kHz –stabilită experimental, prin analiza curbei de rezonanță (de absorbție a energiei câmpului de către moleculele de apă);

-disocierea apei în câmp de microunde, de preferință-de 2,45 GHz-frecvență folosită și la cuptoarele cu microunde, la care apa absoarbe eficient energia microundelor și catalizează disocierea electrolitică a apei, măbind randamentul conversiei energetice . Un exemplu de generator de hidrogen de acest tip este prezentat în documentul de brevet: CN 1072465, care prezintă o instalație de producere a hidrogenului prin disocierea apei în câmp de microunde, într-o incintă cu pereți reflectanți de microunde, între două plăci cu rol de electrozi , apa introdusă la partea inferioară a incintei fiind vaporizată cu un câmp de microunde trimis prin un ghid de microunde plasat la partea superioară a incintei și apoi supusă disocierii electrolitice între plăcile-electrod, tot în câmp de microunde, ceea ce mărește eficiența producerii hidrogenului. Parametrii de lucru optimizați ai instalației, au fost deduși ca fiind următorii: presiune abur: 0,1-1Mpa; temperatură abur: 100-180°C; densitatea de putere a microundelor: 0,1-1,2 W/cm<sup>3</sup> ; frecvența microundelor: 0,8-22GHz; câmpul electric de electroliză: 2-8V/cm.

Se cunoaște de asemenea că producerea hidrogenului prin electroliza apei prin transformarea acesteia în abur supus apoi electrolizei, este mai eficientă . De asemenea, pentru eficientizarea electrolizei aburului, se folosesc în prezent electrozi poroși pe care sau între care este format un strat subțire de electrolit solid, de oxid de zirconiu sau de alt tip, ca în brevet JP5033179 , sau ca în brevet US3993653, care prezintă un generator de hidrogen prin disocierea electrolitică a apei în stare de abur, cu catod din cermet poros pe care este aplicat un strat de electrolit solid din oxid refractar în soluție solidă, care are proprietatea de a conduce curent electric prin anionii propriei rețele atomice, transferând anioni de oxigen, pe acest strat fiind depus apoi un strat de cermet formând un anod poros, catodul poros formând un bloc din aluminat de magneziu, zirconiu stabilizat, silicat de aluminiu, sau amestec (CaO-ZrO<sub>2</sub>) combinat cu Ni, cu grosime de cca 5mm acoperit cu un strat de Ni poros de cca 0,1mm grosime, care în particular are compartimente prismatice de asemenea nichelate, în care se introduce lână metalică termorezistentă (Ni, Ni-Cr, oțel Cr-Ni), pe fața opusă catodului poros fiind depus un electrolit solid corespunzător, care are o grosime de cca 0,1mm, anodul poros depus pe acesta fiind tot un cermet și conținând CaO-ZrO<sub>2</sub>, dacă catodul poros conține și el-adăugat la oxid de In dopat cu oxid de Sn-de exemplu.

Un sistem energetic cuprinzând un generator de hidrogen produs din apă sub formă de abur, cu electrolit solid, este prezentat și în brevetul: US2009139874.

Deși de eficiență mărită, generatorul de hidrogen conform brevetului US menționat prezintă dezavantajul unei construcții speciale și scumpe a ansamblului: anod-catod.

Este cunoscut de asemenea și interesul industriei de automobile de realizare de mașini hibride, folosind generatori de hidrogen care poate fi utilizat în amestec stoechiometric cu oxigenul produs prin electroliza catalizată a apei ca aditiv la combustibilul clasic (benzină). În acest scop, generatorii de hidrogen trebuie să producă un debit de hidrogen cât mai mare pentru un gabarit dat al generatorului, adecvat includerii într-un motor hibrid de mașină.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui ansamblu: generator de abur cu microunde-electrolizor de producere a hidrogenului simplu dar eficient, care să permită folosirea unui electrolizor obișnuit, cu plăci metalice, pentru creșterea debitului de hidrogen produs fără creșterea gabaritului sau puterii de alimentare a electrolizorului, prin valorificarea optimă a energiei câmpului de microunde, realizabil cu mijloace relativ ieftine și la diverse dimensiuni și capacități de producere a hidrogenului din apă.

Generatorul de hidrogen produs din apă, cu microunde, conform invenției, rezolvă această problemă tehnică prin aceea că cuprinde un generator de microunde cu cavitate rezonantă cu minim un ghid de undă și un magnetron și minim un electrolizor cu electrolit solid, pentru electroliza aburului și disocierea apei în oxigen și hidrogen, între ghidul de undă poziționat inferior și electrolizor fiind prevăzută o antenă-horn delimitată în interior de o plăcuță ceramică sau de mică de ghidul de undă, și care conține bile sau particule de ceramică poroasă sau/și de carbură de siliciu, absorbante de microunde, pentru transformarea în abur prin încălzire a apei introdusă în interiorul ei prin o duză.

Electrolizorul cuprinde în interiorul unui corp ceramic sau din sticlă, cu fundul găurit pentru pătrunderea aburului, niște electrozi de contact în formă de plăci metalice dispuse paralel cu un perete lateral, din Zn, Ni sau oțel-inox, preferabil-cu Ni, poroși, produși de exemplu din pulberi sinterizate, deci cu suprafață mare de contact cu aburul, cu niște prelungiri fixate izolate electric într-un suport de textolit sau pertinax în care se fixează și o membrană separatoare de gaze și conectate electric întrepătrunse între ele la polii pozitive-cele cu număr impar și negativ-cele cu număr par, ai unei surse de curent de joasă tensiune și mare intensitate care-în cazul alimentării de la rețea, este un transformator cu diode redresoare pe circuitul secundar fixat pe exteriorul corpului electrolizorului. Între electrozii de contact sunt dispuse două sau trei straturi succesive, primul-izolator, de bile ceramice poroase, al doilea-semiconductor, de carbură de siliciu, preferențial-și un al treilea strat, conductor, de pulbere metalică de nichel sau de oțel cu nichel, care mărește suprafața de contact cu aburul a plăcilor-electrod între care-în acest caz, se dispun median lamele subțiri de ceramică poroasă permeabile la ioni, izolatoare electric. Colectarea gazului Brown, sub formă de amestec stoechiometric de  $H_2$  și  $O_2$ , se face după trecerea acestuia de o membrană de microfiltrare ce le permite trecerea în spațiul izolat electric prin o placă subțire de textolit al unui capac ceramic cu carcasă de tablă, prin o țevă colectoare din acesta.

-În altă variantă, ghidul de undă poate avea două sau trei ramuri care se cuplează la câte o antenă-horn în care se află un electrolizor, iar în altă variantă, ghidul de undă are trei pasaje adiacente întrerupte, pe capetele pereților interiori ai cavității rezonante fiind poziționată cuva electrolizorului delimitată de pereții laterali ai cavității rezonante.

-Circuitul de alimentare electrică este compus din un transformator coborâtor de tensiune:  $220V/(2\div 12)V$  de minim 150W, format din două înfășurări solenoidale: primară și secundară, din sârmă de Cu izolată electric, (Cu-Em), bobinate pe o carcasă fixată prefeabil pe corpul metalic al electrolizorului și un transformator ridicător de tensiune, pentru alimentarea magnetronului, precum și un întrerupător electric de acționare. Alimentarea cu apă se face la nivelul părții superioare a antenei-horn prin intermediul unei electrovalve acționată de un senzor de nivel fixat la partea inferioară a cuvei electrolizorului, după ce trece prin circuitul de răcire al magnetronului generatorului de microunde.

În cazul utilizării lui în interiorul caroseriei unei mașini, pentru suplimentarea cu hidrogen și oxigen a amestecului carburant, electrolizorul este alimentat direct de la bateria electrică a mașinii iar magnetronul poate fi alimentat de la bobina de inducție a mașinii.

Stația de hidrogen autonomă, ce folosește un generator de hidrogen conform invenției, este alimentată cu energia electrică produsă de o turbină eoliană sau și de un panou solar turbina eoliană fiind plasată pe o platformă plutitoare de marginile căreia sunt fixate jgheaburi în care se plasează câte un generator de hidrogen, oxigenul și hidrogenul produs de aceștia fiind colectat în tuburi de presiune prin intermediul unor furtune și al unui compresor electric, apa intrând în generatorii de hidrogen prin niște găuri (x) poziționate adecvat în pereții laterali ai jgheaburilor și prin niște găuri din antena-horn al generatorului-realizat preferabil în varianta cu doi electrolizori plasați în antene-horn conectate la capetele unui singur ghid de undă cu magnetron, platforma plutitoare având și patru perechi de urechi prin găurile cărora trec niște stâlpi metalici de fixare.

Generatorul de hidrogen conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- este realizabil cu mijloace uzual existente în comerț, cu costuri de manoperă minimale;
- are o eficiență mărită a electrolizorului de producere a hidrogenului prin folosirea eficientă, fără pierderi energetice semnificative, a microundelor și a unor pulberi electroconductive de creștere a suprafeței electrozilor și de catalizare a disocierii apei.

Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătură și cu figurile 1...9, care reprezintă:

- fig.1, secțiune longitudinală prin generatorul de hidrogen în varianta cu antenă-horn;
- fig.2, secțiune longitudinală prin generatorul de hidrogen cu ghid de undă cu 3 pasaje;
- fig.3, secțiune transversală prin electrolizorul cu transformator electric atașat;
- fig.4,a, b-detaliu în secțiune verticală cu suportul de fixare a plăcilor-electrod din electrolizor;
- fig.5, secțiune longitudinală prin generatorul de hidrogen în varianta cu două antene-horn cuplate la același ghid de undă;
- fig.6,a- vedere de sus a stației de hidrogen autonome cu două jgheaburi descoperite;
- fig.6,b- vedere din lateral a platformei plutitoare a stației de hidrogen autonome.

Generatorul de hidrogen produs din apă, cu microunde, conform invenției, este compus ca în fig.1 din un generator de microunde **A**, cu ghid de undă **1**, (**1'**, **1''**), simplu sau multiplu și un magnetron **2**, ce transformă în abur apa introdusă prin o duză **3** conectată la o electrovalvă **5** cu senzor de nivel **a**, în interiorul unei antene-horn **4** cu bile **b**, din ceramică poroasă sau/și cu particule de corindon **b'**, prin încălzirea acestora, antena-horn **4** fiind cuplată la capătul deschis al ghidului de undă **1**, (**1'**, **1''**), în o prelungire **c** cu pereți paralelipipedici ai antenei-horn **4** fiind fixat un electrolizor **B** format din o cuvă cu fundul găurit și cu electrozi poroși în interior, dispuși alternativ, adaptat pentru electroliza aburului produs prin încălzirea bilelor ceramice **b** și disocierea apei în oxigen și hidrogen, ca în fig.1.

Generatorul de microunde **A** are ghidul de undă **1** paralelipipedic sau circular, -realizat de regulă din cupru sau aluminiu, cu fețe lucioase, preferabil-argintate, deschis la un capăt sau la ambele capete și dimensionat funcție de frecvența microundelor utilizate, în particular-pentru o frecvență de 2,45GHz a microundelor, ceea ce presupune o cavitate interioară care are dimensiunea:  $\lambda \times \lambda \times \lambda / 2 = 12,2 \times 12,2 \times 6,1 \text{ cm}^3$  ( $\lambda$ -lungimea de undă a microundelor) cu magnetronul **2**, plasat pe centrul fețelor de  $12,2 \times 12,2 \text{ cm}^2$ , perpendicular pe acestea. Magnetronul **2** trebuie ales preferabil de minim 100W, și preferabil între 300W și 1200W-corespunzător unei densități de putere de cca 0,1-1,2W/cm<sup>2</sup>, în interiorul electrolizorului **B**-conform cercetărilor din stadiul tehnicii (brevet CN 1072465). Antena-horn **4** este delimitată în interior de ghidul de undă **2**, de o plăcuță **d** ceramică sau de mică ce împiedică pătrunderea apei. De asemenea, antena magnetronului **2** poate fi protejată cu o teacă **t** ceramică, dacă e necesar. Se poate folosi deci un ghid de undă comercial, pentru magnetron răcit cu aer, iar în cazul folosirii unui magnetron de putere mai mare, acesta poate fi răcit cu apa introdusă în antena-horn **4** pe la partea superioară prin trecerea ei în prealabil prin o cavitate de răcire **e** a magnetronului **2**, alimentarea cu apă fiind făcută printr-un furtun **f**.

Electrolizorul **B** cuprinde în interiorul unei cuve **6** ceramică sau din sticlă cu fundul cu găuri **g** pentru pătrunderea aburului, niște plăci-electrod **7**, **7'** metalice poroase, din Zn, Ni sau oțel-inox, preferabil-cu Ni, produse de exemplu din pulberi sinterizate, deci cu suprafață mare de contact cu aburul, dispuse paralel cu planul peretelui ghidului de undă **1** de care este fixat magnetronul **2** și având niște prelungiri **h** fixate într-un suport **i** de textolit sau pertinax și care se conectează electric alternativ între ele și apoi la polii unei surse de curent de joasă tensiune și mare intensitate care-în cazul alimentării de la rețea, este un transformator **C** cu



înfășurarea solenoidală **8** cu două înfășurări: primară, **j**, și secundară, **j'**, fixată preferabil pe exteriorul cuvei **6** a electrolizorului, ca în fig.1 și cu diode redresoare **k** pe circuitul secundar **j'**, plăcile-electrod **7**, **7'** având rol de miez metalic și fiind încălzite de microcurenții induși de înfășurarea solenoidală **8**. În suportul **i** de textolit al plăcilor-electrod **7**, **7'** se mai fixează- ca în fig.1 și 4, o membrană **9** separatoare de gaze și paralel cu aceasta-o placă izolatoare **10** din textolit sau pertinax pentru separarea conexiunilor electrice ale prelungirilor **h** conectate electric alternativ între ele: la polul pozitiv-cele cu număr impar și la polul negativ-cele cu număr par. Colectarea gazului brown sub formă de amestec stoechiometric de  $H_2$  și  $O_2$  se face prin o ieșire **l** din un capac **11** izolator electric poziționată între placa izolatoare **10** și membrana **9** microporoasă, separatoare de gaze, care permite trecerea doar a oxigenului și hidrogenului. Între plăcile electrod **7**, **7'** sunt dispuse două sau trei straturi, **m**, **m'**, **m''**, succesive: primul-izolator, de bile ceramice poroase, de susținere al celui de-al doilea-ceramic/semiconductor, de carbură de siliciu, iar al treilea strat, preferențial- conductor, de pulbere metalică de nichel sau de oțel cu nichel, care mărește suprafața de contact cu aburul a plăcilor-electrod **7** între care-în acest caz, se dispun median lamele separatoare **12** subțiri de ceramică poroasă permeabile la ioni, izolatoare electric, preferabil-placate pe ambele fețe cu câte un strat **n**, **n'** de nichel poros, fixate în suportul **i** și de membrana **9**.

Între straturile **m'** și **m''** de pot dispune reflectori din plasă de inox, delimitați de lamelele **12**. În altă variantă, ghidul de undă **1** poate avea două sau trei ramuri care se cuplează la câte o antenă-horn **4** în care se află un electrolizor **B**.

-Într-un exemplu de realizare particular, conform figurii 2, antena-horn **4** este realizată în formă de prelungire cu trei pasaje **1'**, **1''**, **1'''** adiacente întrerupte, a ghidului de undă **1**, pasajele **1'**, **1''**, **1'''** fiind umplute cu bile **b** sau particule **b'** ceramice sau/și corindonice, pe capetele pereților **o**, **o'** interiori ai cavității rezonante astfel formată fiind poziționată cuva **6** a electrolizorului **B** delimitată de pereții laterali paralelipipedici ai prelungirii **b** a cavității rezonante. Debitul de abur de produs, optim necesar electrolizorului **B**, poate fi reglat atât prin alegerea adecvată a puterii magnetronului **2** cât și prin alegerea lungimii pasajelor **1'**, **1''**, **1'''**.

-Circuitul de alimentare electrică este compus din transformatorul **C** coborâtor de tensiune:  $220V/(2-12)V$  de minim 150W, format din cele două părți-primară **j** și secundară **j'** ale înfășurării solenoidale **8** din sârmă de Cu izolată electric, (Cu-Em), și un transformator **13** ridicător de tensiune, pentru alimentarea magnetronului **2** de la rețea prin un întrerupător electric **14** general de alimentare electrică a consumatorilor.

-Într-o altă variantă, conformă figurii 5, cu doi electrolizori **B**, **B'** cuplați la același generator de microunde, ghidul de undă **1'** al generatorului de hidrogen are formă continuă, simetrică, cu lungimea multiplu de  $\lambda/2$ , fiind deschis la ambele capete și continuat cu câte o antenă-horn **4**, respectiv-**4'** cuplată la rândul ei la un electrolizor **B**, respectiv-**B'** realizat conform invenției, pentru producere de hidrogen din abur (electrolizorul **B**) sau și direct din electroliza apei (cu electrolizorul **B'**), magnetronul **2** fiind ales de putere dublă, (de peste 1kW), pentru transformarea eficientă a apei în abur în antena-horn **4** și catalizarea reacției de producere a hidrogenului în electrolizorii **B** și **B'**.

-În această variantă, conformă figurii 5, electrolizorul **B'** al generatorului de hidrogen are o cuvă **6'** din un corp metalic de nichel, inox cu nichel sau alamă, paralelipipedic sau cilindric, ce se conectează electric la electrodul pozitiv al sursei de joasă tensiune și se cuplează la antena-horn **4** prin intermediul unei plăci ceramice **s** subțiri găurite pentru trecerea aburului în care se fixează central un electrod **7''** negativ tip țevă din nichel poros cu găuri de ieșire a hidrogenului sau gazului brown produs sau din pulbere sinterizată de inox cu procent mare de nichel, electrozii intermediari fiind niște pereți continui din nichel poros, cu perimetrul paralel cu perimetrul cuvei **6'**, ce se reduce proporțional cu distanța dintre ei și electrodul central negativ, care în cazul utilizării de pulbere metalică de mărime a suprafeței electrozilor, sunt separați electric prin un separator electrolitic **15** în formă de pereți similari din ceramică poroasă subțire ce poate fi placată pe ambele fețe cu electrozi de nichel poroși sau din electrolit solid dispus între două părți de cermet poros de 1-2mm, ca în soluțiile tehnice cunoscute, capătul de ieșire a hidrogenului sau gazului brown al electrodului **7''** fiind fixat

într-un capac 11' izolator electric ce fixează stabil și separatorul electrolitic 15 și mai poate avea o ieșire pentru colectarea separată a oxigenului.

Această variantă permite realizarea unei stații de hidrogen autonome, cu energia electrică produsă de o turbină eoliană **D** cu ax vertical 16 plasată pe o platformă plutitoare 17 plasată pe apă, ca în fig.6, de marginile căreia sunt fixate niște jgheaburi 18 în care se plasează câte un generator de hidrogen conform invenției alimentat electric de turbina eoliană **D** care poate avea atașat și un panou fotovoltaic 19 la partea superioară 20 a statorului, rotorul turbinei putând fi realizat cu pale 21 în formă de jgeab fixate de un suport rotoric 22 solidar cu axul 16. Oxigenul și hidrogenul produs de generatori poate fi colectat în tuburi de presiune 23 prin intermediul unor furtune 24 și al unui compresor electric al tubului de presiune 23. Apa intră în generatorii de hidrogen prin niște găuri **x** poziționate adecvat în pereții laterali ai jgheaburilor 18 și prin niște găuri din antena-horn 4, 4' ale generatorului- realizat preferabil în varianta cu doi electrolizori **B, B'** plasați în antene-horn 4, 4' conectate la capetele unui singur ghid de undă 1' cu magnetron 2. Pentru a nu se răsturna la acțiunea vântului, platforma plutitoare 17 are patru perechi de urechi 25 prin găurile cărora trec niște stâlpi 26 metalici fixați stabil în solul de la fundul apei, la marginea unui lac al unei mări sau a unui râu. O altă soluție constă în realizarea platformei plutitoare 17 din două părți configurate astfel încât la unirea lor să formeze în centrul platformei 17 o gaură de trecere a stâlpului de susținere a turbinei eoliene **D**, fixat stabil în solul de la fundul apei.

-În cazul utilizării generatorului în interiorul caroseriei unei mașini, pentru suplimentarea cu hidrogen și oxigen a amestecului carburant, electrolizorul **B** este alimentat direct de la bateria electrică a mașinii iar magnetronul poate fi alimentat de la bobina de inducție a mașinii, dacă se folosește un magnetron 2 adecvat ca putere și tensiune.

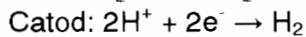
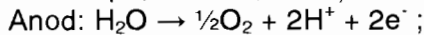
În locul pulberii din Ni sau din oțel inox cu Ni pentru stratul **m''** se poate folosi pulbere din aliaj de alămire precum cel din documentul de brevet: US2927856, sau tije metalice perforate umplute cu pulbere dispuse longitudinal, paralel cu traiectoria aburului.

De exemplu, dacă s-ar folosi electrozi de contact 7 de  $10 \times 5,5 = 55 \text{ cm}^2$ , și bile **d** cu diametrul de 5mm, pentru un spațiu de umplere cu bile de  $55 \times 0,7 = 38,5 \text{ cm}^3$ , considerând că o bilă ocupă un volum de:  $5^3 = 125 \text{ mm}^3$ , rezultă un număr de:  $38,5 / 0,125 = 308$  bile ce măresc suprafața unui electrod de contact cu valoarea:  $S_b = 308 \times \pi \times 5^2 = 24178 \text{ mm}^2 \cong 240 \text{ cm}^2$ , adică de cca 5 ori:  $S_t = 55 + 240 = 295 \text{ cm}^2 \cong 0,03 \text{ m}^2$ - ceea ce permite, prin condiția:  $I/S < 4000 \text{ A/m}^2$ , utilizată pentru eficiența electrolizei, utilizarea și a unor curenți de intensitate  $I = 100 \text{ A}$ , pentru electroliză. Din motive practice, se pot folosi însă și intensități apropiate de 50A sau mai mici, pentru generatorul de hidrogen conform invenției, având în vedere și rolul catalitic al microundelor utilizate conform invenției, ceea ce corespunde posibilității de utilizare pentru alimentarea electrică a electrolizorului și a unor baterii de acumulator de maxim 12V tensiune, de tipul celor folosite la automobile sau biciclete electrice, drept sursă de alimentare. Dacă în locul bilelor se utilizează pulbere metalică micrometrică, preferabil-de nichel, care are și efect catalitic, considerând o bilă de 5mm diametru ca fiind compusă din 250 straturi micrometrice de pulbere de  $2,5 \text{ mm} / 250 = 0,01 \text{ mm}$ , rezultă o mărire de peste 100 de ori a suprafeței de contact cu aburul, comparativ cu folosirea unor bile de 5mm diametru. Totodată, acest strat **m''** de pulbere metalică are și rol de a reflecta spre straturile **m** și **m'** absorbante de microunde, fluxul de microunde care ajunge la el. Pentru siguranță însă, între straturile **m'** și **m''** se pot dispune reflectori de microunde din plasă de inox, delimitați de lamelele 12; se poate folosi și o plasă de sârmă de inox atașată la partea inferioară a membranei 9 microporoasă, care este de tipul:  $\text{H}_2\text{O}/\text{aer}$  (membrană polisulfonică de microfiltrare).

Pentru alimentare de la rețeaua de 220V, transformatorul **C** de tensiune, are diametrul sârmei la părțile înfășurării solenoidale 8 stabilit prin condiția de siguranță:  $2 \text{ A/mm}^2$ ; (cca. 0,8mm diametru pentru primar și cca. 4 mm diametru pentru secundar, la o putere de cca 200W), cu numărul de spire calculat conform calculelor specifice. Tensiunea de ieșire se calculează funcție de câmpul electric dintre electrozi, care poate fi ales uzual la limita inferioară a intervalului:  $2 \div 8 \text{ V/cm}$ , adică de  $2 \text{ V/cm}$ , ținând cont de faptul că prin prelungirea electrozilor de contact 7, 7', distanța  $d_e$  dintre prelungirile lor ajunge la sub 1 cm.

21-10-2011

Avantajul dispunerii electrolizorului B în gura antenei-horn 4 este deci acela de a micșora valoarea potențialului de electrod, necesară pentru extragerea de electroni din structura moleculei de apă, la anod, cedați ionilor de  $H^+$  la catod, conform reacției:



potențial care poate fi mărit prin creșterea tensiunii de alimentare la 4,5V pentru interdistanțe mai mari de 1 cm între plăcile-electrod 7, la efectul microundelor adăugându-se și efectul de „rupere” moleculară cu microcurenții de inducție produși de înfășurările solenoidale j, j' ale transformatorului C.

Transformarea în curent continuu a curentului alternativ de la secundarul transformatorului C este realizată prin două diode redresoare k, k' conectate corespunzător în serie.

-În cazul în care se dorește folosirea generatorului în interiorul caroseriei unei mașini, pentru suplimentarea cu hidrogen și oxigen a amestecului carburant, electrolizorul B este alimentat de la bateria electrică a mașinii în paralel cu înfășurarea solenoidală j' secundară a transformatorului C conectată la baterie prin intermediul unui întrerupător electronic periodic tip Chopper, înfășurarea solenoidală j primară a acestuia având două părți înseriate, calculate pentru tensiunea și curentul de filament și respectiv-anodic ale magnetronului 2, adică: 4,4V/14A și respectiv: 4,5kV/(0,1÷0,3)A, aplicată magnetronului prin o diodă și un condensator, ca la alimentarea obișnuită de la transformatorul specific. În particular, frecvența de lucru a Chopper-ului poate fi aleasă de rezonanță electromagnetică cu moleculele de apă, adică în intervalul (10÷250)kHz, (determinată experimental, prin analiza curbei de absorbție a radiației).

-Într-un exemplu de realizare, se prevăd ca valori de alimentare electrică a electrolizorului, valorile:  $U_A=10V$ ;  $I_A=20A$ , ( $P_E=200W$ ), ceea ce presupune-pentru un randament de transformare a puterii de rețea de cca 80%, utilizarea unei puteri de intrare la primarul j al înfășurării solenoidale 8 a transformatorului C:  $P_i = P_E \eta = 200/0,8 = 250W$ , ceea ce implică folosirea unui curent de intrare la primarul alimentat la:  $U_p = 220V$ , de valoare:  $I_i = 250W/220V \approx 1,1A$ . Cu relația de siguranță: 2A/mm<sup>2</sup>, frecvent folosită, (I.Mihăescu-Montaje electronice, Ed. Albatros,1982), rezultă ca necesar un diametru al sârmei înfășurării primare j, de:  $0,8\sqrt{I} \approx 0,85mm$  de CuEm.

Alegând pentru puterea microundelor generate de magnetron la intrarea în electrolizorul B, o valoare de 100W, și o intensitate de 0,5W/cm<sup>2</sup> (mai mult de jumătate din puterea microundelor fiind consumată pentru evaporarea apei introdusă în antena-horn 4), rezultă o valoare calculată cu raportul 0,5W/cm<sup>2</sup>, a secțiunii electrolizorului:  $S_e = 100/0,5 = 200cm^2$  cu raportul laturilor secțiunii de 1/2, adică:  $S_e = 20 \times 10 cm^2$ . O dublare a puterii magnetronului la 400 W, corespunde atât unei dublări a debitului de abur produs cât și a secțiunii cuvei, ce poate fi de  $15 \times 30 = 450 cm^2$ .

Numărul minim de spire la primar e calculat cu relația numărului de spire/volt, cunoscută:  $n_p = K/S(cm^2)$  cu constanta  $K \geq 50$  Suprafața S a miezului poate fi aproximată ca fiind cvasiegală cu suprafața secțiunii interioare a electrolizorului B, adică-în primul caz, de aproximativ:  $S = 200cm^2$ , pentru  $K \approx 200$ , rezultând:  $n_p = 200/200 = 1sp./V$ .

Numărul de spire în primar rezultă deci:  $N_p = 220V \times 1sp/V \approx 220spire$ . Pentru secundar, rezultă deci, un număr de spire:  $N_s = N_p \times U_s/U_p = 220 \times 10/220 = 10$  spire. Pentru  $I_A = 20A$ , și 2A/mm<sup>2</sup>, sârma secundarului j' al transformatorului 8 trebuie să aibă 10mm<sup>2</sup> deci un diametru de 3,5mm. Lungimea electrolizorului B rezultă optimă, la această putere aleasă, între 20cm și 50cm, funcție de puterea magnetronului care determină debitul de apă vaporizată.

Puterea magnetronului se alege funcție de secțiunea și lungimea electrolizorului B, proporțională cu aceasta, pentru o cantitate mai mare de apă disociată în unitatea de timp fiind necesară o putere totală mai mare a microundelor generate de magnetron.

Știind că apa are căldura latentă de evaporare de cca. 2256,5kJ/kg, pentru o putere de 500 W a magnetronului 2 și o putere absorbită pentru evaporarea apei de 400W, rezultă un debit de evaporare de  $400/2256 = 0,177g/s \approx 10,6g/min$ . Deoarece un mol de apă are 18g, și transformată în gaz ocupă 22,4dm<sup>3</sup>, rezultă un debit volumic de hidrogen de:  $(10,6/18) \times 22,4dm^3/min \approx 13,2 dm^3/min \approx 0,8m^3/h$ , generând prin ardere cca 142kJ/min..

De asemenea, temperatura particulelor **m'** de corindon ale electrolizorului nu trebuie să depășească 500°C deoarece la 570°-temperatura de autoaprindere a gazului Brown, există pericol de aprinderea a hidrogenului . Acest pericol poate fi prevenit și prin intermediul unui termostat care oprește automat magnetronul la atingerea temperaturii critice programate.

Raportul dintre puterea magnetronului și puterea consumată de electrolizorul **B** se stabilește experimental prin determinarea limitei la care proporția de molecule de apă nedisociate în hidrogenul și oxigenul produs atinge valoarea de 6-7% și implicit-funcție de densitatea de curent, ca urmare a faptului că echivalentul în galoane gazolină a capacității calorice a hidrogenului produs este dependent de aceasta, conform unei relații de aproximare:

$gge/hxm^2 = 0,4xl(A)/S(cm^2)$ , ca urmare a folosirii de catalizatori, fiind posibilă și o limită minimă a densității de curent de 0,3÷0,4A/cm<sup>2</sup>. În cazul alimentării de la rețeaua de 220V, prin intermediul transformatorului **C**, dacă se dorește limitarea intensității la 100A, este suficientă deci o suprafață a electrozilor de 250÷300cm<sup>2</sup>.

În acest caz, adică când se dorește utilizarea la un debit relativ redus de hidrogen a generatorului și a unei puteri de cca 500W a magnetronului, antena-horn **4** poate fi eliminată prin realizarea corpului **5** al electrolizorului **B** cu aceeași secțiune interioară ca a ghidului de undă **1** calculat pentru 2,45GHz cu dimensiunile:  $\lambda \times \lambda \times \lambda / 2 = 12,2 \times 12,2 \times 6,1$  și cu o lungime dublă față de lățime, (20÷30cm) , cu umplerea cavității ghidului de undă **1** cu bile **b** ceramice, fixarea duzei **3** de o porțiune găurită a ghidului de undă **1**, și conectarea electrodului pozitiv al cuvei **6** a electrolizorului **B** direct cu acesta, ca pe o prelungire a lui.



### Revendicări

1. Generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, cuprinzând un generator de microunde (A), cu ghid de undă (1) și magnetron (2), și minim un electrolizor (B) cu plăci-electrod metalice (7, 7') dispuse în interiorul unei cuve (6, 6'), ceramică sau metalică, **caracterizat prin aceea că**, între un capăt deschis al ghidului de undă (1) simplu sau multiplu și electrolizorul (B) are o antenă-horn (4) conținând bile (b) de ceramică sau/și particule (b') de corindon, pentru transformarea apei introdusă în interiorul ei prin o duză (3) cu electrovalvă (5) cu senzor de nivel (a) în abur prin încălzire, delimitată în interior de ghidul de undă (1) prin o plăcuță (d) ceramică sau de mică, iar electrolizorul (B) este fixat în spațiul unei prelungiri (c) paralelipipedice a antenei-horn (4), are fundul cu găuri (g) de trecere a aburului și are plăcile-electrod (7, 7') poroase, din Zn, Ni sau oțel-inox cu Ni, dispuse paralel cu planul peretelui ghidului de undă (1) de care este fixat magnetronul (2) și având fixate într-un suport (i) de textolit sau pertinax, niște prelungiri (h) care se conectează electric alternativ între ele și apoi la polii unei surse de curent de joasă tensiune și mare intensitate care în particular este un transformator de rețea (C) cu diode redresoare (k, k'), între plăcile-electrod (7, 7') fiind dispuse două sau trei straturi, (m, m', m''), succesive, din bile ceramice poroase, carborundum sau/și pulbere metalică cu nichel separată în două substraturi de niște lamele separatoare (12).
2. Generator de hidrogen, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, primul strat (m) dintre plăcile-electrod (7, 7'), de la baza electrolizorului (B), este izolator, compus din bile ceramice poroase, al doilea strat (m') este semiconductor, din carbură de siliciu și al treilea strat (m'') este conductor, din pulbere metalică de nichel sau de oțel cu nichel, pentru mărirea suprafeței de contact cu aburul a plăcilor-electrod (7, 7') între care se dispun median, în interiorul stratului (m''), niște lamele separatoare (12) subțiri de ceramică poroasă permeabile la ioni, preferabil-placate pe ambele fețe cu câte un strat (n, n') de nichel poros și fixate în suportul (i) în care mai este fixată și o membrană (9) microporoasă, permeabilă doar pentru gazul brown produs electrolitic, și paralel cu aceasta-și o placă izolatoare (10) pentru separarea conexiunilor electrice ale prelungirilor (h), colectarea gazului brown produs făcându-se prin o ieșire (l) din un capac (11) izolator electric poziționată între placa izolatoare (10) și membrana (9).
3. Generator de hidrogen, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în cazul alimentării de la rețea, sursa de curent este un transformator (C) cu înfășurare solenoidală (8) cu două înfășurări: primară, (j), și secundară, (j'), fixată pe exteriorul cuvei (6) a electrolizorului (B) și cu diode redresoare (k, k') pe circuitul secundar (j'), plăcile-electrod (7, 7') având rol de miez metalic și fiind încălzite de microcurenții induși de înfășurarea solenoidală (8).
4. Generator de hidrogen, conform revendicării 1 sau 2, **caracterizat prin aceea că**, ghidul de undă (1) are două sau trei ramuri care se cuplează la câte o antenă-horn (4) în care se află un electrolizor (B).
5. Generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, conform revendicării 2 sau 3, **caracterizat prin aceea că**, în cazul utilizării lui în interiorul caroseriei unei mașini, pentru suplimentarea cu hidrogen și oxigen a amestecului carburant, electrolizorul (B) este alimentat de la bateria electrică a mașinii în paralel cu partea secundară (j') a înfășurării solenoidale (8) a transformatorului (C) conectată prin intermediul unui Chopper, partea primară (j) a acestuia având două părți înseriate, calculate pentru tensiunea și curentul de filament și respectiv-anodic ale magnetronului (2).
6. Generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, antena-horn (4) este realizată sub formă de prelungire cu trei pasaje (1', 1'', 1''') adiacente întrerupte, a ghidului de undă (1), pasajele (1', 1'', 1''') fiind umplute cu bile (b) sau/și particule (b') ceramice sau/și corindonice, pe capetele unor pereți (o, o') interiori ai cavității rezonante astfel formată fiind poziționată cuva (6) a electrolizorului (B) delimitată de pereții laterali paralelipipedici ai prelungirii (b) a cavității rezonante.

7. Generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, cuprinzând un generator de microunde (A) , cu ghid de undă (1) și magnetron (2), și minim un electrolizor (B) **caracterizat prin aceea că**, are doi electrolizori (B, B') cuplați la același generator de microunde, ghidul de undă (1') având formă continuă simetrică, cu lungimea multiplu de  $\lambda/2$ , fiind deschis la ambele capete la care este cuplată câte o antenă-horn (4), respectiv-(4') la gura căreia este dispus un electrolizor (B, B'), electrolizorul (B) fiind cu plăci-electrod metalice (7, 7') dispuse în interiorul unei cuve (6) ceramică, iar electrolizorul (B') , cu rol de producere a hidrogenului din apă sau din amestec: abur-apă, având o cuvă (6') din un corp metalic de nichel, inox cu nichel sau alamă, ce se conectează electric la electrodul pozitiv al sursei de joasă tensiune și se cuplează la antena-horn (4') prin intermediul unei plăci ceramice (s) subțiri găurite pentru trecerea aburului în care se fixează central un electrod (7'') negativ tip țevă din nichel sau inox cu nichel poros, cu găuri de ieșire a gazului brown produs, cu eventuali electrozi intermediari în formă de pereți continui din nichel poros, cu perimetrul paralel cu al peretelui cuvei (6'), care sunt separați electric prin câte un separator electrolitic (15) în formă de perete continuu similar, din ceramică poroasă subțire, milimetrică ce poate fi placată pe ambele fețe cu electrozi de nichel poroși sau din electrolit solid dispus între două părți de cermet poros de 1-2mm , spațiul dintre electrozi fiind umplut cu pulbere metalică preferabil de Ni, de mărire a suprafeței electrozilor, capătul de ieșire a gazului brown al electrodului (7'') fiind fixat într-un capac (11') izolator electric ce fixează stabil și separatorul electrolitic (15).

8. Stație de hidrogen autonomă, alimentată cu energia electrică produsă de o turbină eoliană (D) sau și de un panou solar (19), **caracterizată prin aceea că**, folosește generatori de hidrogen conform uneia din revendicările 1...7, și preferabil- în varianta cu doi electrolizori (B, B') plasați în antene-horn (4, 4') conectate la capetele unui singur ghid de undă (1') cu magnetron (2). iar turbina eoliană (D) este plasată pe o platformă plutitoare (17), de marginile căreia sunt fixate jgheaburi (18) în care se plasează câte un generator de hidrogen, oxigenul și hidrogenul produs de aceștia fiind colectat în tuburi de presiune (23) prin intermediul unor furtune (24) și al unui compresor electric, apa intrând în generatorii de hidrogen prin niște găuri (x) poziționate adecvat în pereții laterali ai jgheaburilor (18) și prin niște găuri din antena-horn (4, 4'), platforma plutitoare (17) având și patru perechi de urechi (25) prin găurile cărora trec niște stâlpi (26) metalici fixați stabil în solul de la fundul apei sau și o gaură centrală de trecere a unui stâlp de susținere a turbinei eoliene (D) , când acesta este fixat de sol.

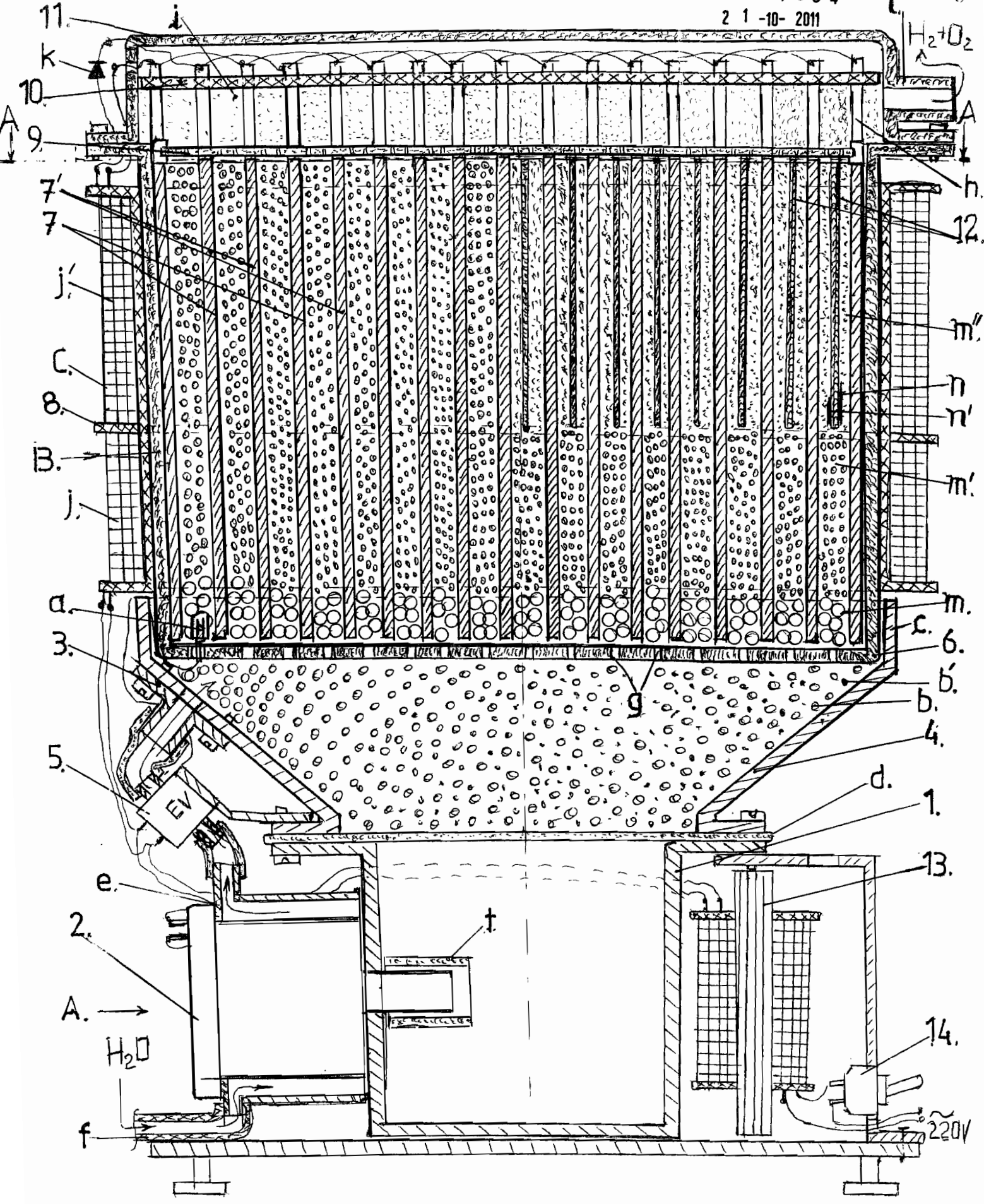


Fig.1

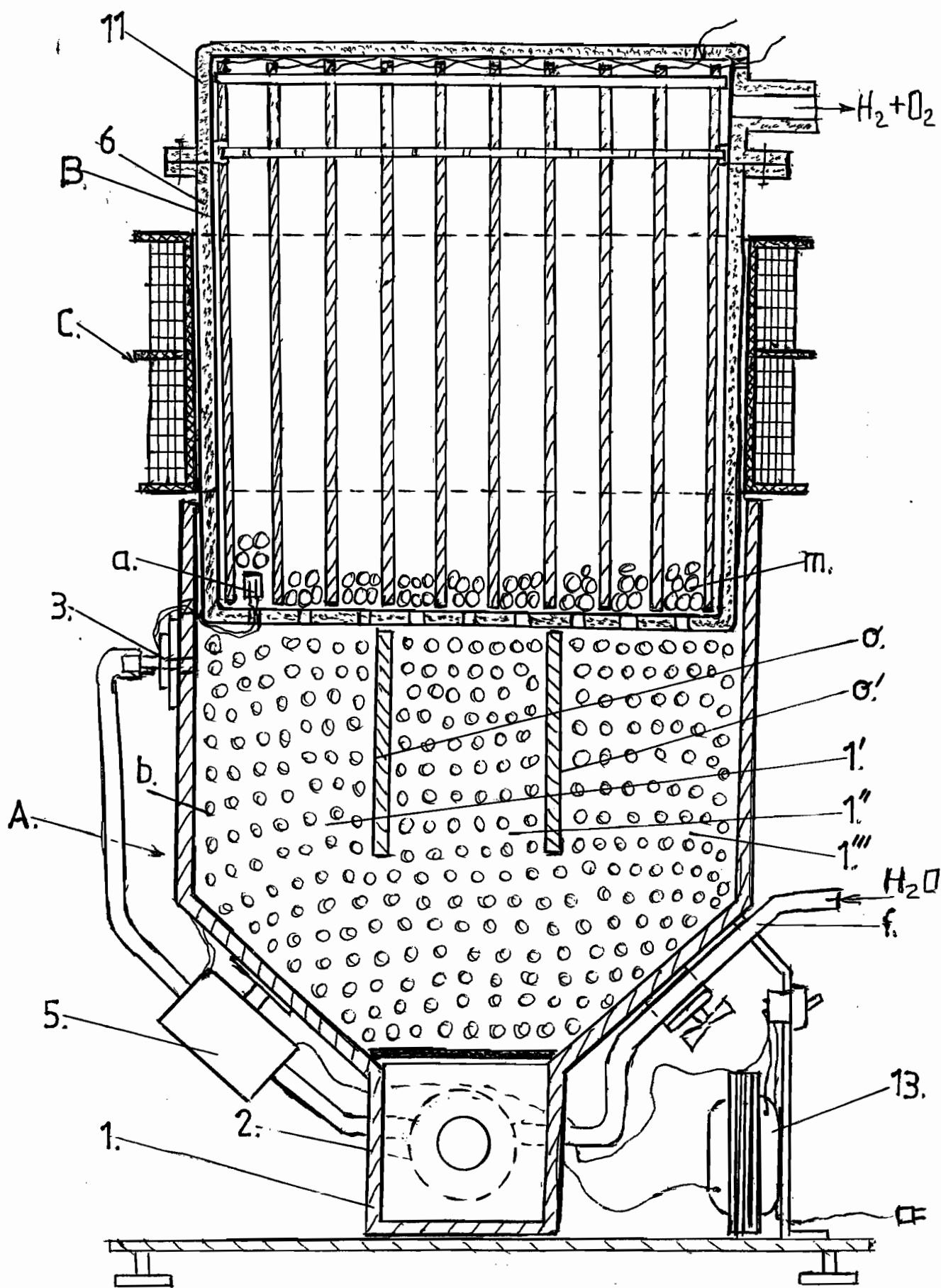


Fig.2

Sect. A-A

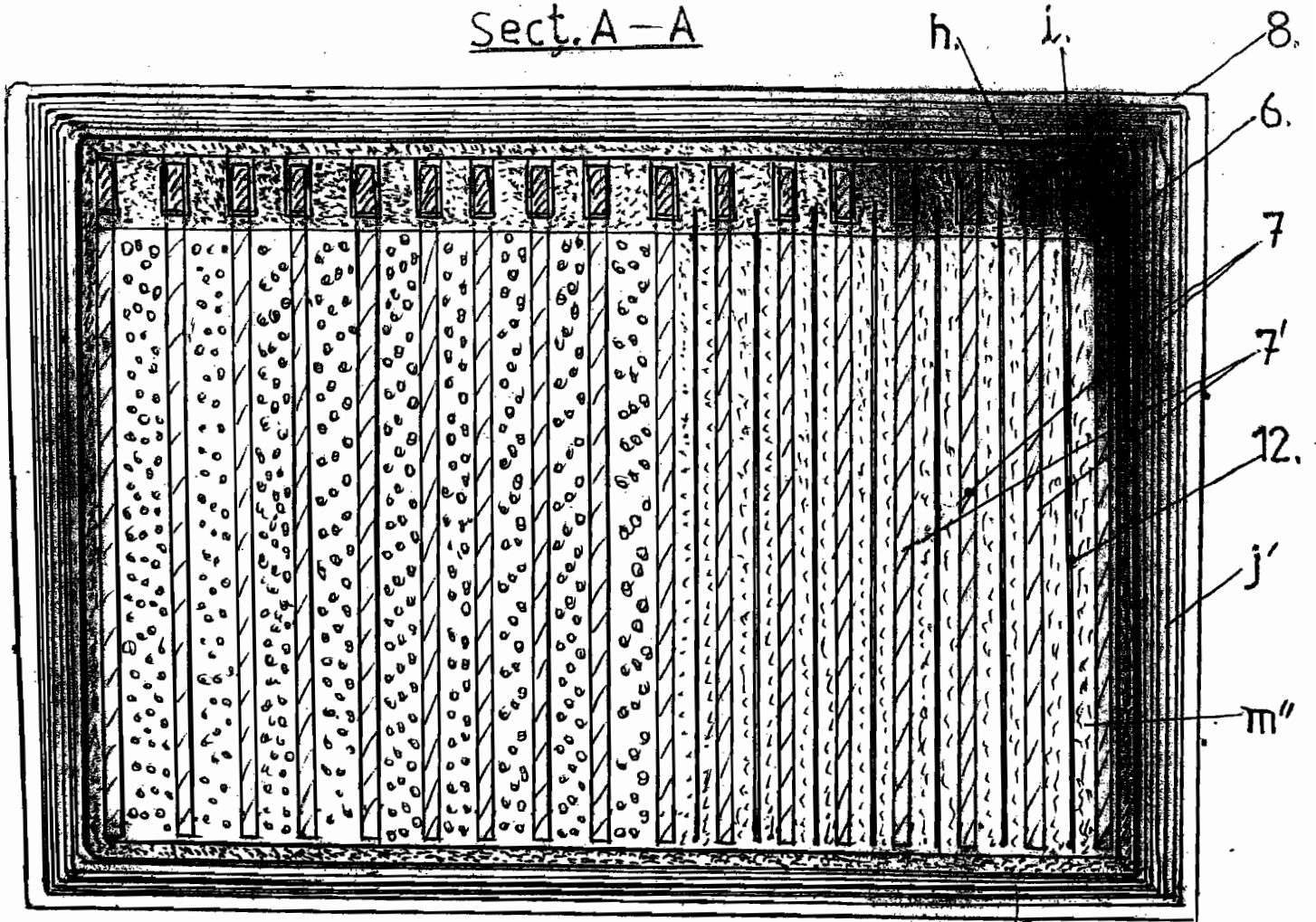


Fig. 3

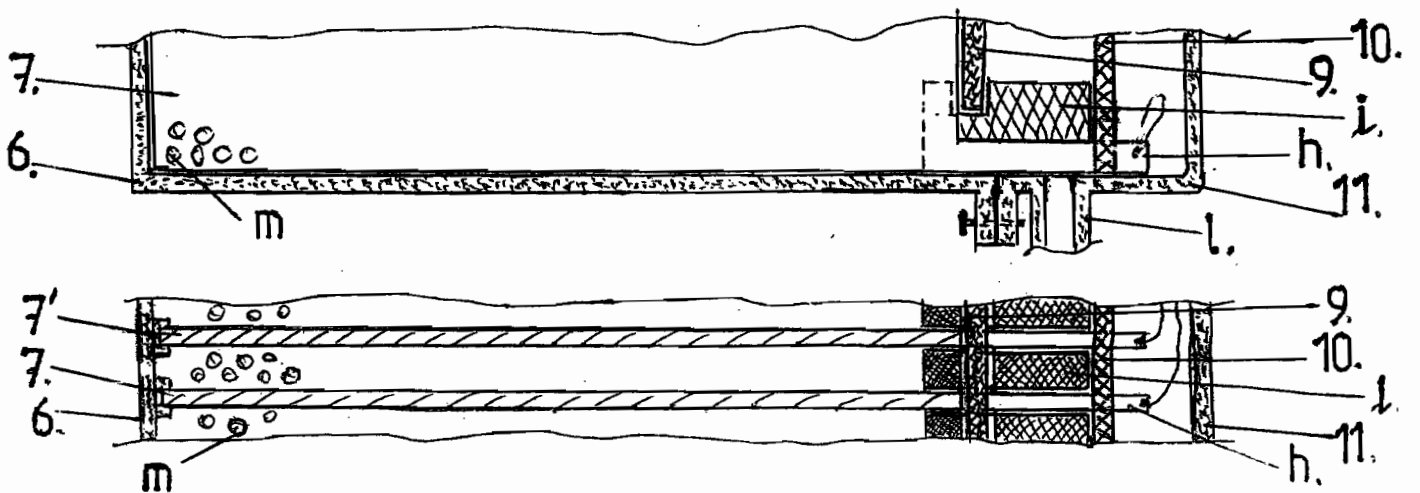


Fig. 4, a, b



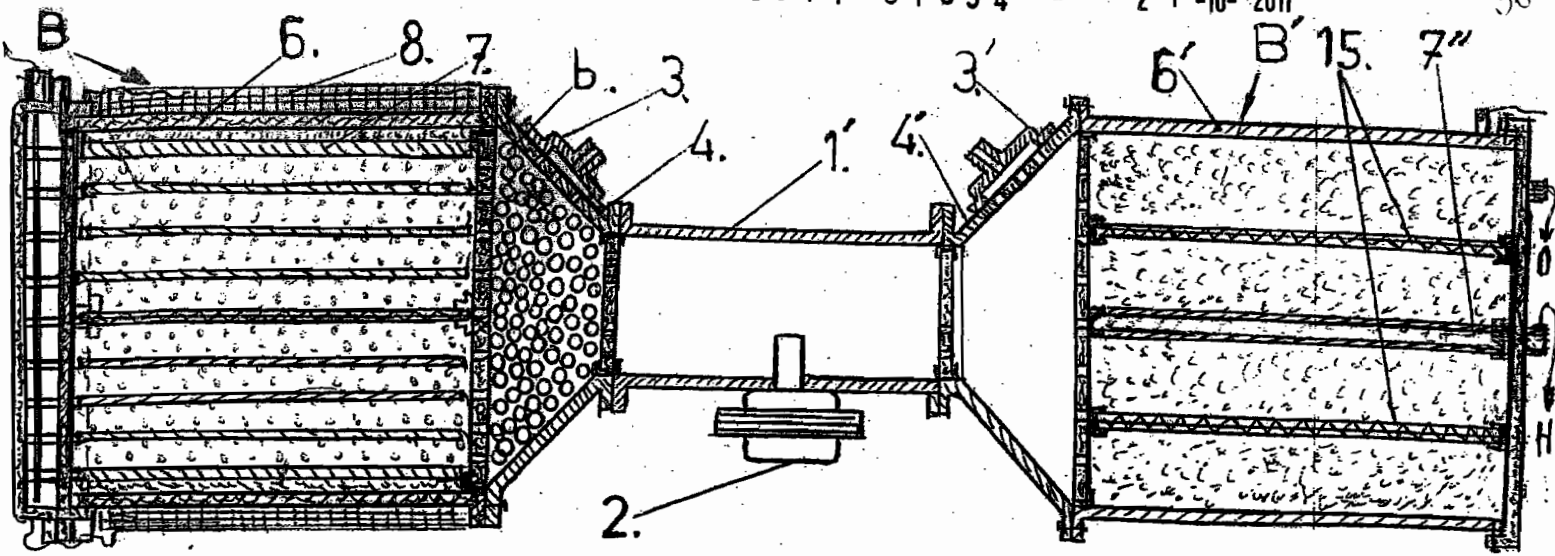


Fig. 5

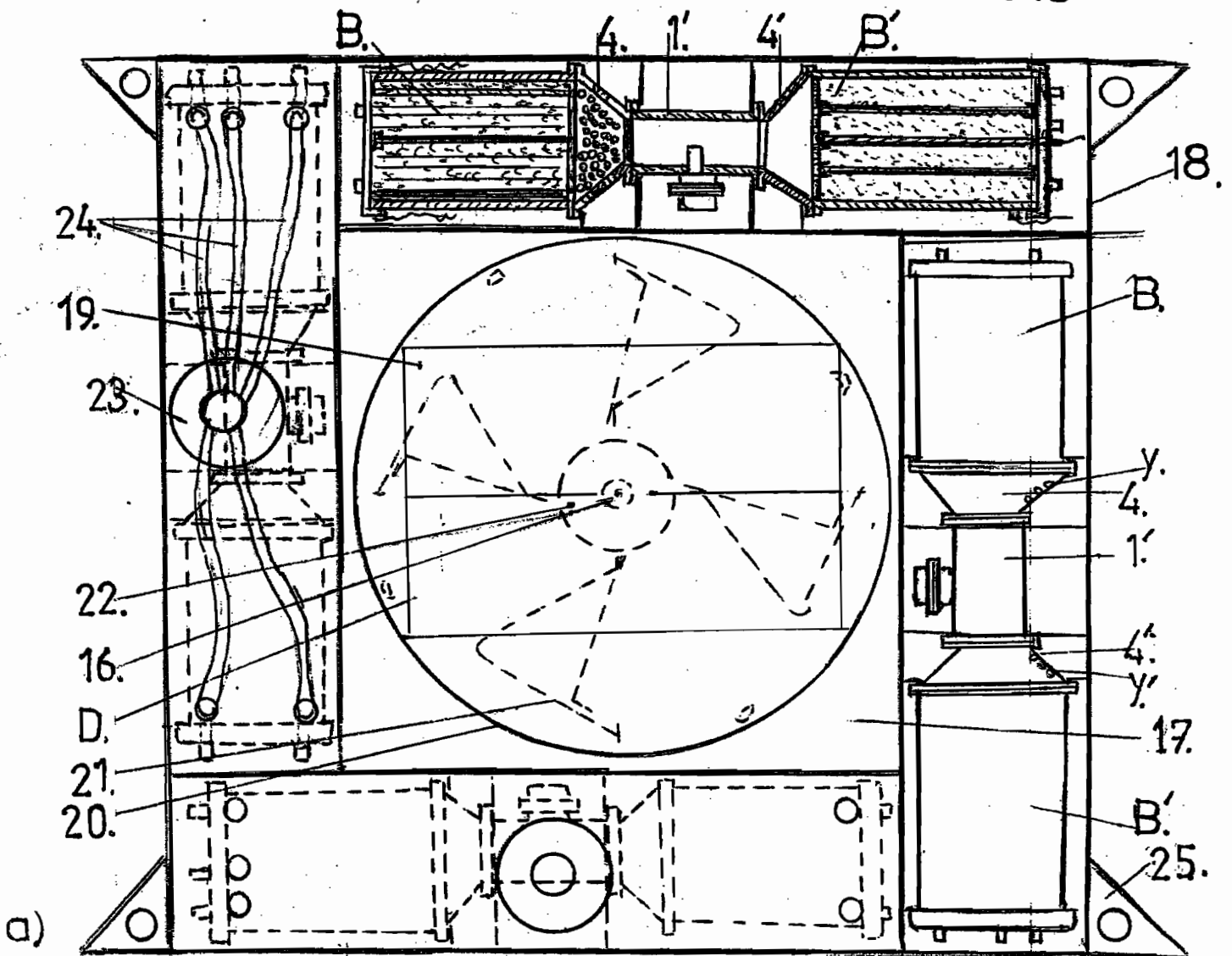


Fig. 6a, b