(19) OFICIUL DE STAT
PENTRU INVENŢII ŞI MĂRCI
Bucureşti

ROMÂNIA

(11) RO 128392 A2
(51) Int.Cl.
C25B 1/04 (2006.01),
C25B 9/06 (2006.01)

(12) # CERERE DE BREVET DE INVENŢIE

(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.MOŢOC NR.4, BL.P56, SC.1, ET.8, AP.164, SECTOR 5, BUCUREŞTI, B, RO*

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

(54) # GENERATOR DE HIDROGEN PRODUS DIN APĂ, CU MICROUNDE, ŞI STAŢIE DE HIDROGEN, AUTONOMĂ, CE ÎL UTILIZEAZĂ

(57) **Rezumat:**

Invenţia se referă la un generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, şi la o staţie de hidrogen, autonomă, ce îl utilizează. Generatorul de hidrogen, conform invenţiei, cuprinde un generator de microunde (**A**) cu ghid de undă (**1**) simplu sau multiplu şi magnetron (**2**), şi minimum un electrolizor (**B**) cu electrolit solid, cuplat cu capătul deschis al ghidului de undă (**1**) printr-o antenă-horn (**4**) conţinând 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, nişte plăci-electrod (**7** şi **7'**) metalice, poroase, realizate din Ni sau inox cu Ni, prevăzute cu nişte prelungiri (**h**) de conexiune electrică, fixate într-un suport (**i**) izolator, între plăcile-electrod (**7** şi **7'**) fiind dispuse două sau trei straturi (**m**, **m'** şi **m"**) succesive, astfel: primul strat (**m**) - izolator, din bile ceramice, poroase, al doilea strat (**m'**) - semiconductor, din carbură de siliciu, şi al treilea strat (**m"**) - conductor, din pulbere metalică de nichel sau oţel cu nichel, în interiorul celui de-al treilea strat (**m"**), fiind dispuse nişte lamele (**12**) separatoare, subţiri, din ceramică poroasă, placate pe feţe cu câte un strat (**n** şi **n'**) din nichel poros şi fixate în suportul (**i**) în care mai este fixată şi o membrană (**9**) microporoasă, permeabilă doar pentru gazul Brown produs, şi o placă (**10**) izolatoare, pentru separarea conexiunilor electrice ale prelungirilor (**h**), colectarea gazului Brown produs făcându-se printr-o ieşire (**I**) dintr-un capac (**11**) izolator electric, poziţionată între placa (**10**) izolatoare şi membrană (**9**). Staţia de hidrogen foloseşte generatoare cu două antene-horn (**4** şi **4'**), cu electrolizoare (**B** şi **B'**) cuplate la un ghid de undă (**1**), deschis la ambele capete, şi este alimentată cu energie electrică, produsă de o turbină (**D**) eoliană sau de un panou (**19**) solar.

Revendicări: 8
Figuri: 6

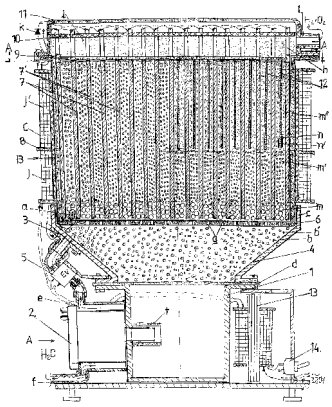


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecţia conferită potrivit dispoziţiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepţia cazurilor în care cererea de brevet de invenţie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecţiei conferite de cererea de brevet de invenţie este determinată de revendicările conţinute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).

RO 128392 A2

a 2011 01054
21-10-2011

Generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, şi staţie de hidrogen autonomă

Invenţia se referă la un generator de hidrogen produs din apă, utilizând microunde de putere medie şi la o staţie 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 şi oxigen.

Se cunoaşte 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 şi un raport : I(intensitate curent)/S(suprafaţă electrozi) mai mic de 4000A/m^2, (Tobias, C.V.-Journ. of Electrochemical Society, Vol.134, No.2, 1959) deoarece eficienţa electrolizei scade cu creşterea tensiunii. În prezent, instalaţiile eficiente energetic de producere a electrolizei, pe lângă această condiţie, folosesc diverse soluţii 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 vibraţie reciprocă componenţii 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 şi US6126794, US603058, în pulsuri de 17-30 Hz frecvenţă, 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 frecvenţă de 10-250kHz –stabilită experimental, prin analiza curbei de rezonanţă (de absorbţie a energiei câmpului de către moleculele de apă);

-disocierea apei în câmp de microunde, de preferinţă-de 2,45 GHz-frecvenţă folosită şi la cuptoarele cu microunde, la care apa absoarbe eficient energia microundelor şi catalizează disocierea electrolitică a apei, mărind randamentul conversiei energetice . Un exemplu de generator de hidrogen de acest tip este prezentat în documentul de brevet: CN 1072465, care prezintă o instalaţie de producere a hidrogenului prin disocierea apei în câmp de microunde, într-o incintă cu pereţi reflectanţi 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 şi apoi supusă disocierii electrolitice între plăcile-electrod, tot în câmp de microunde, ceeace măreşte eficienţa producerii hidrogenului. Parametrii de lucru optimizaţi ai instalaţiei, au fost deduşi ca fiind următoriii: presiune abur: 0,1-1Mpa; temperatură abur: 100-180°C; densitatea de putere a microundelor: 0,1-1,2 W/cm^3 ; frecvenţa microundelor: 0,8-22GHz; câmpul electric de electroliză: 2-8V/cm.

Se cunoaşte 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 poroşi pe care sau între care este format un strat subţire 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 soluţie solidă, care are proprietatea de a conduce curent electric prin anionii propriei reţele 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 ($CaO-ZrO_2$) 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, oţel Cr-Ni), pe faţa 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 şi conţinînd CaO-ZrO2, dacă catodul poros conţine şi 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 şi în brevetul: US2009139874.
Deşi de eficienţă mărită, generatorul de hidrogen conform brevetului US menţionat prezintă dezavantajul unei construcţii speciale şi scumpe a ansamblului: anod-catod.

Este cunoscut de asemenea şi interesul industriei de automobile de realizare de maşini 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 maşină.

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

Generatorul de hidrogen produs din apă, cu microunde, conform invenţiei, rezolvă această problemă tehnică prin aceea că cuprinde un generator de microunde cu cavitate rezonantă cu minim un ghid de undă şi un magnetron şi minim un electrolizor cu electrolit solid , pentru electroliza aburului şi disocierea apei în oxigen şi hidrogen ,între ghidul de undă poziţionat inferior şi electrolizor fiind prevăzută o antenă-horn delimitată în interior de o plăcuţă ceramică sau de mică de ghidul de undă, şi care conţine bile sau particule de cermică poroasă sau/şi 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, nişte electrozi de contact în formă de plăci metalice dispuse paralel cu un perete lateral, din Zn, Ni sau oţel-inox, preferabil-cu Ni, poroşi, produşi de exemplu din pulberi sinterizate, deci cu suprafaţă mare de contact cu aburul, cu nişte prelungiri fixate izolate electric într-un suport de textolit sau pertinax în care se fixează şi o membrană separatoare de gaze şi conectate electric întrepătrunse între ele la polii pozitiv-cele cu număr impar şi negativ-cele cu număr par, ai unei surse de curent de joasă tensiune şi mare intensitate care-în cazul alimentării de la reţea, 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, preferenţial-şi un al treilea strat, conductor, de pulbere metalică de nichel sau de oţel cu nichel, care măreşte suprafaţa de contact cu aburul a plăcilor-electrod între care-în acest caz, se dispun median lamele subţiri de ceramică poroasă permeabile la ioni, izolatoare electric . Colectarea gazului Brown, sub formă de amestec stoechiometric de H_2 şi O_2 , se face după trecerea acestuia de o membrană de microfiltrare ce le permite trecerea în spaţiul izolat electric prin o placă subţire de textolit al unui capac ceramic cu carcasă de tablă, prin o ţeavă 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 pereţilor interiori ai cavităţii rezonante fiind poziţionată cuva electrolizorului delimitată de pereţii laterali ai cavităţii rezonante .
-Circuitul de alimentare electrică este compus din un transformator coborâtor de tensiune: 220V/(2÷12)V de minim 150W, format din două înfăşurări solenoidale: primară şi secundară, din sârmă de Cu izolată electric, (Cu-Em), bobinate pe o carcasă fixată prefeabil pe corpul metalic al electrolizorului şi un transformator ridicător de tensiune, pentru alimentarea magnetronului, precum şi un întrerupător electric de acţionare. Alimentarea cu apă se face la nivelul părţii superioare a antenei-horn prin intermediul unei electrovalve acţionată 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 maşini, pentru suplimentarea cu hidrogen şi oxigen a amestecului carburant, electrolizorul este alimentat direct de la bateria electrică a maşinii iar magnetronul poate fi alimentat de la bobina de inducţie a maşinii.

Stația de hidrogen autonomă, ce foloseşte un generator de hidrogen conform invenției, este alimentată cu energia electrică produsă de o turbină eoliană sau şi 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 şi hidrogenul produs de aceştia fiind colectat în tuburi de presiune prin intermediul unor furtune şi al unui compresor electric, apa intrând în generatorii de hidrogen prin nişte găuri (**x**) poziționate adecvat în pereții laterali ai jgheaburilor şi prin nişte 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 şi patru perechi de urechi prin găurile cărora trec nişte 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 şi a unor pulberi electroconductive de creştere a suprafeței electrozilor şi de catalizare a disocierii apei.

Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătură şi 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 ataşat;

-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 acelaşi 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 şi 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/şi 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 şi cu electrozi pororoşi în interior, dispuşi alternativ, adaptat pentru electroliza aburului produs prin încălzirea bilelor ceramice **b** şi disocierea apei în oxigen şi 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 şi dimensionat funcție de frecvența microundelor utilizate, în particular- pentru o frecvență de 2,45GHz a microundelor, ceeace presupune o cavitate interioară care are dimensiunea: $\lambda x\lambda x\lambda/2$= 12,2x12,2x6,1cm^3 ($\lambda$-lungimea de undă a microundelor) cu magnetronul **2**, plasat pe centrul fețelor de 12,2x12,2cm^2 , perpendicular pe acestea. Magnetronul **2** trebuie ales preferabil de minim 100W, şi preferabil între 300W şi 1200W- corespunzător unei densități de putere de cca 0,1-1,2W/cm^2, 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, nişte 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** şi având nişte prelungiri **h** fixate într-un suport **i** de textolit sau pertinax şi care se conectează electric alternativ între ele şi apoi la polii unei surse de curent de joasă tensiune şi mare intensitate care-în cazul alimentării de la rețea, este un transformator **C** cu

înfăşurarea solenoidală **8** cu două înfăşurări: primară, **j**, şi secundară, **j'**, fixată preferabil pe exteriorul cuvei **6** a electrolizorului, ca în fig.1 şi cu diode redresoare **k** pe circuitul secundar **j'**, plăcile-electrod **7, 7'** având rol de miez metalic şi fiind încălzite de microcurenţii induşi de înfăşurarea solenoidală **8** . În suportul **i** de textolit al plăcilor-electrod **7, 7'** se mai fixează- ca în fig.1 şi 4, o membrană **9** separatoare de gaze şi 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 şi la polul negativ-cele cu număr par. Colectarea gazului brown sub formă de amestec stoechiometric de H_2 şi O_2 se face prin o ieşire **l** din un capac **11** izolator electric poziţionată între placa izolatoare **10** şi membrana **9** microporoasă, separatoare de gaze, care permite trecerea doar a oxigenului şi hidrogenului. Între plăcile electrod **7, 7'** sunt dispuse două sau trei straturi, **m, m', m''**, succesive: primul-izolator, de bile ceramice poroase, de susţinere al celui de-al doilea-ceramic/semiconductor, de carbură de siliciu, iar al treilea strat, preferenţial- conductor, de pulbere metalică de nichel sau de oţel cu nichel, care măreşte suprafaţa de contact cu aburul a plăcilor-electrod **7** între care-în acest caz, se dispun median lamele separatoare **12** subţiri de ceramică poroasă permeabile la ioni, izolatoare electric, preferabil-placate pe ambele feţe cu câte un strat **n, n'** de nichel poros, fixate în suportul **i** şi de de membrana **9**.

Între straturile **m' şi m''** de pot dispune reflectori din plasă de inox, delimitaţi 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/şi corindonice, pe capetele pereţilor **o, o'** interiori ai cavităţii rezonante astfel formată fiind poziţionată cuva **6** a electrolizorului **B** delimitată de pereţii laterali paralelipipedici ai prelungirii **b** a cavităţii rezonante . Debitul de abur de produs, optim necesar electrolizorului **B**, poate fi reglat atât prin alegerea adecvată a puterii magnetronului **2** cât şi 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 părţi-primară **j** şi secundară **j'** ale înfăşurării solenoidale **8** din sârmă de Cu izolată electric, (Cu-Em), şi un transformator **13** ridicător de tensiune, pentru alimentarea magnetronului **2** de la reţea prin un întrerupător electric **14** general de alimentare electrică a consumatorilor.

-Într-o altă variantă, conformă figurii 5, cu doi electrolizori **B, B'** cuplaţi la acelaşi 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 şi continuat cu câte o antenă-horn **4**, respectiv-**4'** cuplată la rândul ei la un electrolizor **B**, respectiv-**B'** realizat conform invenţiei, pentru producere de hidrogen din abur (electrolizorul **B**) sau şi 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** şi catalizarea reacţiei de producere a hidrogenului în electrolizorii **B** şi **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 şi se cuplează la antena-horn **4** prin intermediul unei plăci ceramice **s** subţiri găurite pentru trecerea aburului în care se fixează central un electrod **7''** negativ tip ţeavă din nichel poros cu găuri de ieşire a hidrogenului sau gazului brown produs sau din pulbere sinterizată de inox cu procent mare de nichel , electrozii intermediari fiind nişte pereţi continui din nichel poros, cu perimetrul paralel cu perimetrul cuvei **6'** , ce se reduce proporţional cu distanţa dintre ei şi electrodul central negativ, care în cazul utilizării de pulbere metalică de mărire a suprafeţei electrozilor, sunt separaţi electric prin un separator electrolitic **15** în formă de pereţi similari din ceramică poroasă subţire ce poate fi placată pe ambele feţe cu electrozi de nichel poroşi sau din electrolit solid dispus între două părţi de cermet poros de 1-2mm, ca în soluţiile tehnice cunoscute, capătul de ieşire a hidrogenului sau gazului brown al electrodului **7''** fiind fixat

într-un capac **11'** izolator electric ce fixează stabil şi separatorul electrolitic **15** şi mai poate avea o ieşire pentru colectarea separată a oxigenului.
Această variantă permite realizarea unei staţii 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 nişte jgheaburi **18** în care se plasează câte un generator de hidrogen conform invenţiei alimentat electric de turbina eoliană **D** care poate avea ataşat şi 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 şi hirogenul produs de generatori poate fi colectat în tuburi de presiune **23** prin intermediul unor furtune **24** şi al unui compresor electric al tubului de presiune **23**. Apa intră în generatorii de hidrogen prin nişte găuri **x** poziţionate adecvat în pereţii laterali ai jgheaburilor **18** şi prin nişte găuri din antena-horn **4, 4'** ale generatorului- realizat preferabil în varianta cu doi electrolizori **B, B'** plasaţi în antene-horn **4, 4'** conectate la capetele unui singur ghid de undă **1'** cu magnetron **2**. Pentru a nu se răsturna la acţiunea vântului, platforma plutitoare **17** are patru perechi de urechi **25** prin găurile cărora trec nişte stâlpi **26** metalici fixaţi stabil în solul de la fundul apei, la marginea unui lac al unei mări sau a unui râu. O altă soluţie constă în realizarea platformei plutitoare **17** din două părţi configurate astfel încât la unirea lor să formeze în centrul platformei **17** o gaură de trecere a stâlpului de susţinere a turbinei eoliene **D**, fixat stabil în solul de la fundul apei.
-În cazul utilizării generatorului în interiorul caroseriei unei maşini, pentru suplimentarea cu hidrogen şi oxigen a amestecului carburant, electrolizorul **B** este alimentat direct de la bateria electrică a maşinii iar magnetronul poate fi alimentat de la bobina de inducţie a maşinii, dacă se foloseşte un magnetron **2** adecvat ca putere şi tensiune.
În locul pulberii din Ni sau din oţel 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 10x5,5=55cm^2, şi bile **d** cu diametrul de 5mm, pentru un spaţiu de umplere cu bile de 55x0,7=38,5cm^3 , considerând că o bilă ocupă un volum de: 5^3=125mm^3, rezultă un număr de: 38,5/0,125=308 bile ce măresc suprafaţa unui electrod de contact cu valoarea: S_b = 308xπ5^2=24178mm^2 $\cong$ 240cm^2, adică de cca 5 ori: S_t= 55+240=295cm^2 $\cong$0,03m^2- ceeace permite, prin condiţia: I/S< 4000A/m^2, utilizată pentru eficienţa electrolizei, utilizarea şi a unor curenţi de intensitate I=100 A, pentru electroliză. Din motive practice, se pot folosi însă şi intensităţi apropiate de 50A sau mai mici, pentru generatorul de hidrogen conform invenţiei, având în vedere şi rolul catalitic al microundelor utilizate conform invenţiei, ceeace corespunde posibilităţii de utilizare pentru alimentarea electrică a electrolizorului şi 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 şi efect catalitic, considerând o bilă de 5mm diametru ca fiind compusă din 250 straturi micrometrice de pulbere de 2,5mm/250=0,01mm, rezultă o mărire de peste 100 de ori a suprafeţei de contact cu aburul, comparativ cu folosirea unor bile de 5mm diametru.
Totodată, acest strat **m''** de pulbere metalică are şi rol de a reflecta spre straturile **m** şi **m'** absorbante de microunde, fluxul de microunde care ajunge la el. Pentru siguranţă însă, între straturile **m' şi m''** de pot dispune reflectori de microunde din plasă de inox, delimitaţi de lamelele **12**; se poate folosi şi o plasă de sârmă de inox ataşată la partea inferioară a membranei **9** microporoase, care este de tipul : H_2O/aer (membrană polisulfonică de microfiltrare).
Pentru alimentare de la reţeaua de 220V, transformatorul **C** de tensiune, are diametrul sârmei la părţile înfăşurării solenoidale **8** stabilit prin condiţia de siguranţă: 2A/mm^2 ; (cca. 0,8mm diametru pentru primar şi cca. 4 mm diametru pentru secundar, la o putere de cca 200W), cu numărul de spire calculat conform calculelor specifice. Tensiunea de ieşire se calculează funcţie de câmpul electric dintre electrozi, care poate fi ales uzual la limita inferioară a intervalului: 2÷8V/cm, adică de 2V/cm, ţinând cont de faptul că prin prelungirea electrozilor de contact **7, 7'**, distanţa d_e dintre prelungirile lor ajunge la sub 1 cm .

Avantajul dispunerii electrolizorului B în gura antenei-horn 4 este deci acela de a micşora valoarea potenţialului de electrod, necesară pentru extragerea de electroni din structura moleculei de apă, la anod, cedaţi ionilor de H^+ la catod, conform reacţiei:

Anod: $H_2O \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^-$;

Catod: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

potenţial care poate fi mărit prin creşterea tensiunii de alimentare la 4,5V pentru interdistanţe mai mari de 1 cm între plăcile-electrod **7**, la efectul microundelor adăugându-se şi efectul de „rupere" moleculară cu microcurenţii de inducţie produşi de înfăşurările 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 doreşte folosirea generatorului în interiorul caroseriei unei maşini, pentru suplimentarea cu hidrogen şi oxigen a amestecului carburant, electrolizorul **B** este alimentat de la bateria electrică a maşinii în paralel cu înfăşurarea solenoidală **j'** secundară a transformatorului **C** conectată la baterie prin intermediul unui întrerupător electronic periodic tip Chopper, înfăşurarea solenoidală **j** primară a acestuia având două părţi înseriate, calculate pentru tensiunea şi curentul de filament şi respectiv-anodic ale magnetronului **2**, adică: 4,4V/14A şi respectiv: 4,5kV/(0,1÷0,3)A, aplicată magnetronului prin o diodă şi un condensator, ca la alimentarea obişnuită de la transformatorul specific. În particular, frecvenţa de lucru a Chopper-ului poate fi aleasă de rezonanţă electromagnetică cu moleculele de apă, adică în intervalul (10÷250)kHz, (determinată experimental, prin analiza curbei de absorbţie a radiaţiei).

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

Alegând pentru puterea microundelor generate de magnetron la intrarea în electrolizorul **B**, o valoare de 100W, şi o intensitate de 0,5W/cm^2 (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^2, a secţiunii electrolizorului: S_e=100/0,5=200cm^2 cu raportul laturilor secţiunii de ½, adică: S_e =20x10 cm^2 . O dublare a puterii magnetronului la 400 W, corespunde atât unei dublări a debitului de abur produs cât şi a secţiunii cuvei, ce poate fi de 15x30= 450 cm^2 .

Numărul minim de spire la primar e calculat cu relaţia numărului de spire/volt, cunoscută: n_p=K/S(cm^2) cu constanta K≥50 Suprafaţa S a miezului poate fi aproximată ca fiind cvasiegală cu suprafaţa secţiunii interioare a electrolizorului B, adică-în primul caz, de aproximativ: S=200cm^2, pentru K≅200, rezultînd : n_p=200/200=1sp./ V.

Numărul de spire în primar rezultă deci: N_p=220Vx1sp/v≅220spire. Pentru secundar, rezultă deci, un număr de spire: $N_s = N_p x U_s/U_p$=220x10/220=10 spire. Pentru I_A=20A, şi 2A/mm^2 , sârma secundarului **j'** al transformatorului 8 trebuie să aibă 10mm^2 deci un diametru de 3,5mm. Lungimea electrolizorului **B** rezultă optimă, la această putere aleasă, între 20cm şi 50cm, funcţie de puterea magnetronului care determină debitul de apă vaporizată.

Puterea magnetronului se alege funcţie de secţiunea şi lungimea electrolizorului **B**, proporţională 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.

Ştiind că apa are căldura latentă de evaporare de cca. 2256,5kj/kg, pentru o putere de 500 W a magnetronului **2** şi o putere absorbită pentru evaporarea apei de 400W, rezultă un debit de evaporare de 400/2256=0,177g/s≅10,6g/min. Deoarece un mol de apă are 18g, şi transformată în gaz ocupă 22,4dm^3, rezultă un debit volumic de hidrogen de: (10,6/18)x22,4dm^3/min. ≅ 13,2 dm^3/min ≅ 0,8m^3/h, generând prin ardere cca 142kJ/min..

De asemenea, temperatura particulelor **m'** de corindon ale electrolizorului nu trebuie să depăşească 500°C deoarece la 570°-temperatura de autoaprindere a gazului Brown, există pericol de aprinderea a hidrogenului . Acest pericol poate fi prevenit şi prin intermediul unui termostat care opreşte automat magnetronul la atingerea temperaturii critice programate.
Raportul dintre puterea magnetronului şi puterea consumată de electrolizorul **B** se stabileşte experimental prin determinarea limitei la care proporţia de molecule de apă nedisociate în hidrogenul şi oxigenul produs atinge valoarea de 6-7% şi implicit-funcţie de densitatea de curent, ca urmare a faptului că echivalentul în galoane gazolină a capacităţii calorice a hidrogenului produs este dependent de aceasta, conform unei relaţii de aproximare:
$gge/hxm^2 = 0,4xI(A)/S(cm^2)$, ca urmare a folosirii de catalizatori, fiind posibilă şi o limită minimă a densităţii de curent de $0,3 \div 0,4A/cm^2$. În cazul alimentării de la reţeaua de 220V, prin intermediul transformatorului **C**, dacă se doreşte limitarea intensităţii la 100A, este suficientă deci o suprafaţă a electrozilor de $250 \div 300cm^2$.
În acest caz, adică când se doreşte utilizarea la un debit relativ redus de hidrogen a generatorului şi a unei puteri de cca 500W a magnetronului, antena-horn **4** poate fi eliminată prin realizarea corpului **5** al electrolizorului **B** cu aceeaşi secţiune interioară ca a ghidului de undă **1** calculat pentru 2,45GHz cu dimensiunile: $\lambda x \lambda x \lambda/2 = 12,2x12,2x6,1$ şi cu o lungime dublă faţă de lăţime, (20÷30cm) , cu umplerea cavităţii ghidului de undă **1** cu bile **b** ceramice, fixarea duzei **3** de o porţiune găurită a ghidului de undă **1**, şi conectarea electrodului pozitiv al cuvei **6** a electrolizorului **B** direct cu acesta, ca pe o prelungire a lui.

a-2011-01054--
21 -10- 2011

Revendicări

1. Generator de hidrogen produs din apă, cu microunde, cuprinzând un generator de microunde (**A**) , cu ghid de undă (**1**) şi magnetron (**2**), şi 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 şi electrolizorul (**B**) are o antenă-horn (**4**) conținând bile (**b**) de ceramică sau/şi 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 şi 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**) şi având fixate într-un suport (**i**) de textolit sau pertinax , nişte prelungiri (**h**) care se conectează electric alternativ între ele şi apoi la polii unei surse de curent de joasă tensiune şi 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/şi pulbere metalică cu nichel separată în două substraturi de nişte 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 şi 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''**), nişte lamele separatoare (**12**) subțiri de ceramică poroasă permeabile la ioni, preferabil-placate pe ambele fețe cu câte un strat (**n, n'**) de nichel poros şi fixate în suportul (**i**) în care mai este fixată şi o membrană (**9**) microporoasă, permeabilă doar pentru gazul brown produs electrolitic, şi paralel cu aceasta-şi o placă izolatoare (**10**) pentru separarea conexiunilor electrice ale prelungirilor (**h**), colectarea gazului brown produs făcându-se prin o ieşire (**l**) din un capac (**11**) izolator electric poziționată între placa izolatoare (**10**) şi 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 înfăşurare solenoidală (**8**) cu două înfăşurări: primară, (**j**), şi secundară, (**j'**), fixată pe exteriorul cuvei (**6**) a electrolizorului (**B**) şi cu diode redresoare (**k, k'**) pe circuitul secundar (**j'**), plăcile-electrod (**7, 7'**) având rol de miez metalic şi fiind încălzite de microcurenții induşi de înfăşurarea 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 maşini, pentru suplimentarea cu hidrogen şi oxigen a amestecului carburant, electrolizorul (**B**) este alimentat de la bateria electrică a maşinii în paralel cu partea secundară (j') a înfăşurării solenoidale (**8**) a transformatorului (**C**) conectată prin intermediul unui Chopper, partea primară (j) a acestuia având două părți înseriate, calculate pentru tensiunea şi curentul de filament şi 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/şi particule (**b'**) ceramice sau/şi 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**) şi magnetron (**2**), şi minim un electrolizor (**B**) **caracterizat prin aceea că**, are doi electrolizori (**B, B'**) cuplaţi la acelaşi 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 şi se cuplează la antena-horn (**4'**) prin intermediul unei plăci ceramice (**s**) subţiri găurite pentru trecerea aburului în care se fixează central un electrod (**7''**) negativ tip ţeavă din nichel sau inox cu nichel poros, cu găuri de ieşire a gazului brown produs, cu eventuali electrozi intermediari în formă de pereţi continui din nichel poros, cu perimetrul paralel cu al peretelui cuvei (**6'**), care sunt separaţi electric prin câte un separator electrolitic (**15**) în formă de perete continuu similar, din ceramică poroasă subţire, milimetrică ce poate fi placată pe ambele feţe cu electrozi de nichel poroşi sau din electrolit solid dispus între două părţi de cermet poros de 1-2mm , spaţiul dintre electrozi fiind umplut cu pulbere metalică preferabil de Ni, de mărire a suprafeţei electrozilor, capătul de ieşire a gazului brown al electrodului (**7''**) fiind fixat într-un capac (**11'**) izolator electric ce fixează stabil şi separatorul electrolitic (**15**).

8. Staţie de hidrogen autonomă, alimentată cu energia electrică produsă de o turbină eoliană (**D**) sau şi de un panou solar (**19**), **caracterizată prin aceea că**, foloseşte generatori de hidrogen conform uneia din revendicările 1...7, şi preferabil- în varianta cu doi electrolizori (**B, B'**) plasaţi 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 şi hidrogenul produs de aceştia fiind colectat în tuburi de presiune (**23**) prin intermediul unor furtune (**24**) şi al unui compresor electric, apa intrând în generatorii de hidrogen prin nişte găuri (**x**) poziţionate adecvat în pereţii laterali ai jgheaburilor (**18**) şi prin nişte găuri din antena-horn (**4, 4'**), platforma plutitoare (**17**) având şi patru perechi de urechi (**25**) prin găurile cărora trec nişte stâlpi (**26**) metalici fixaţi stabil în solul de la fundul apei sau şi o gaură centrală de trecere a unui stâlp de susţinere a turbinei eoliene (**D**) , când acesta este fixat de sol.

a-2011-01054--
21-10-2011

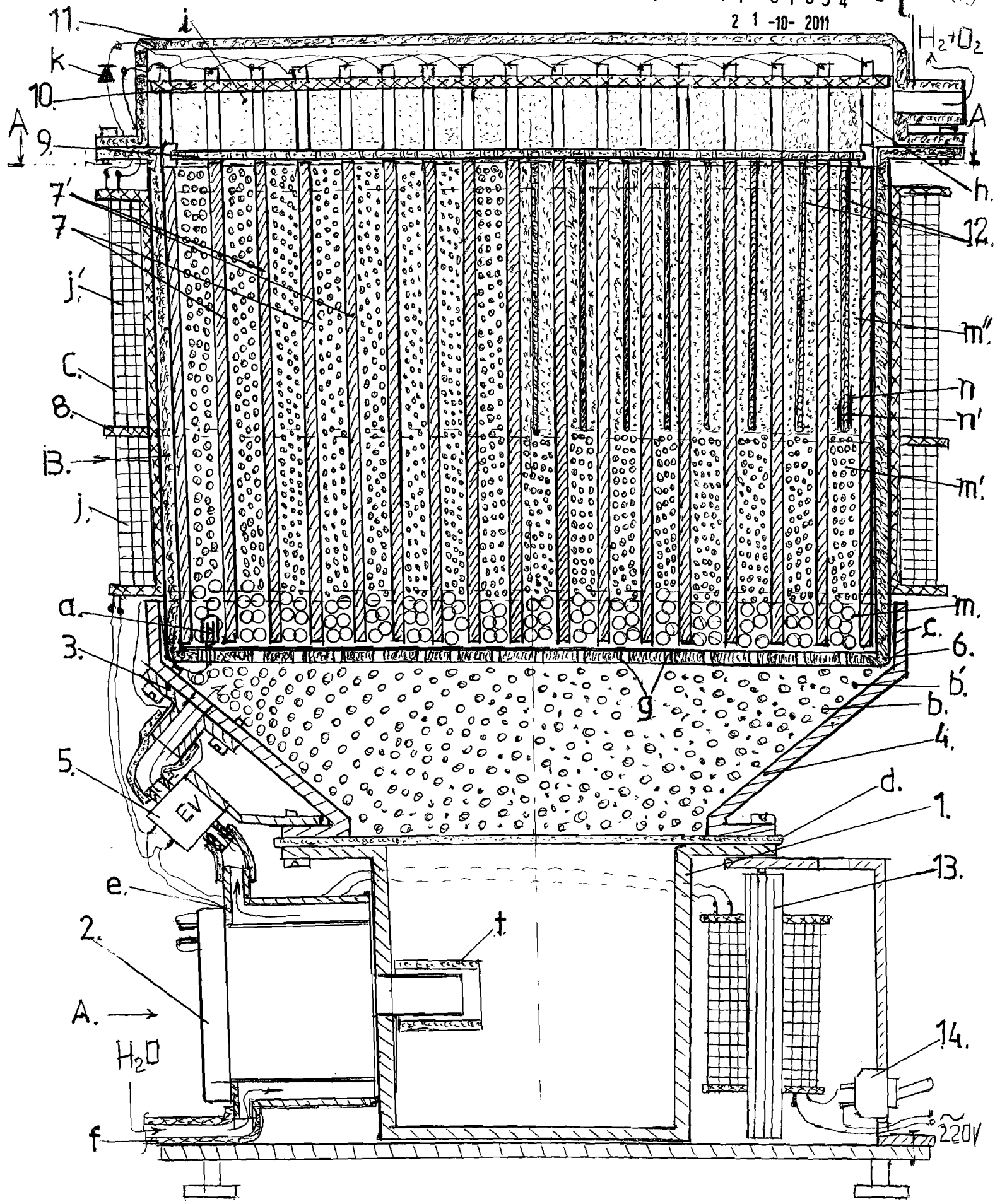


Fig.1

a-2011-01054--
21-10-2011

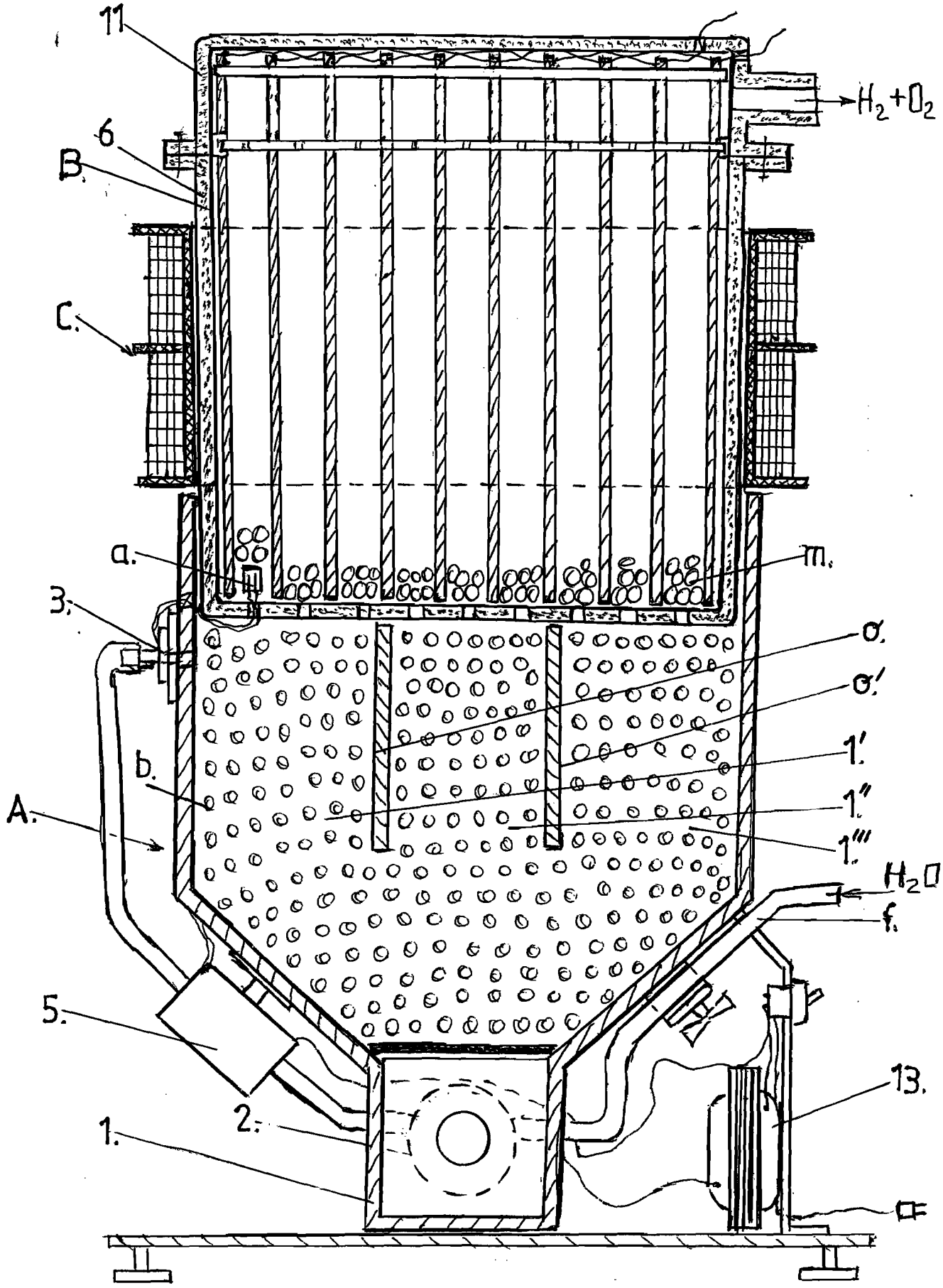


Fig.2

Sect. A–A

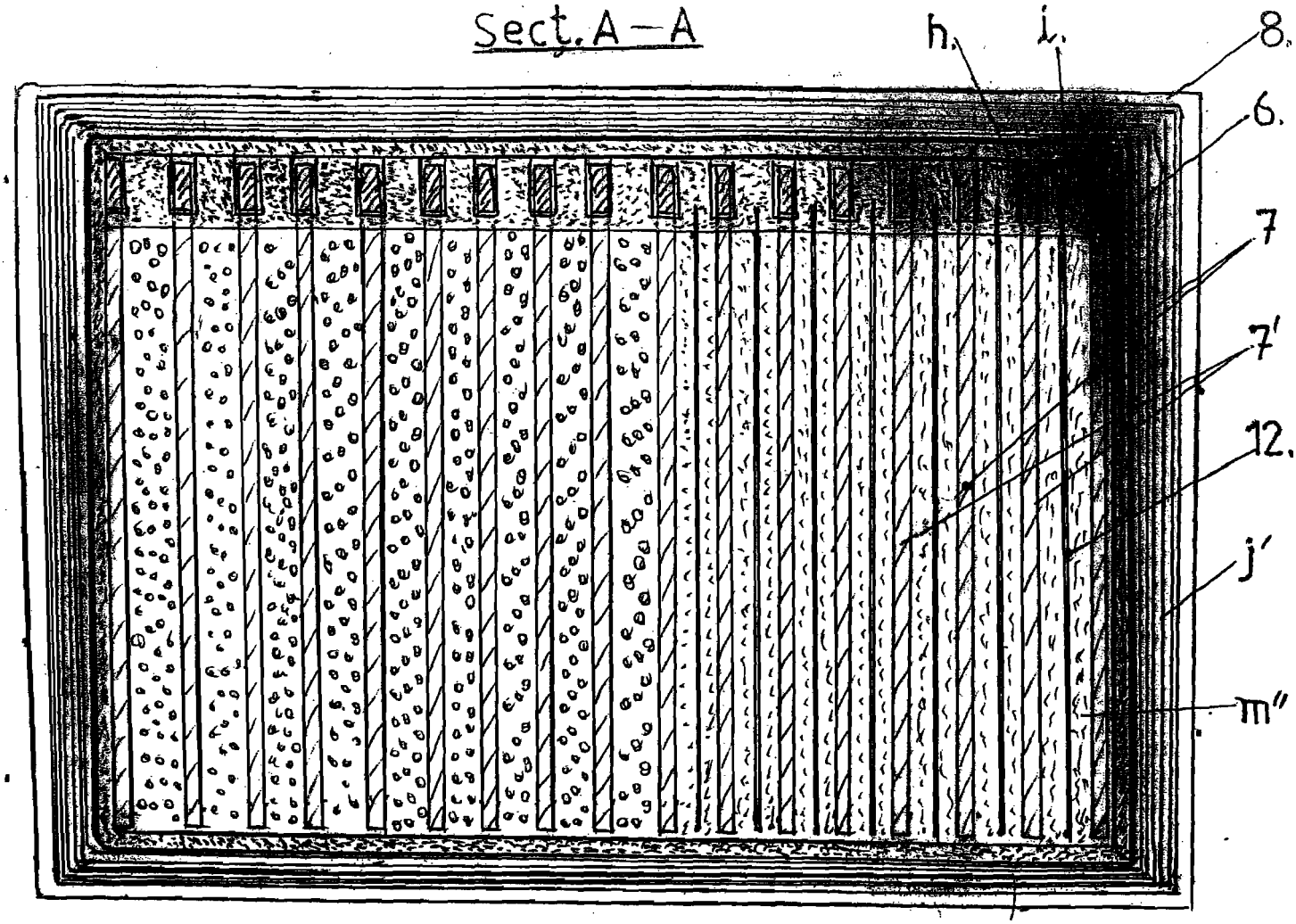


Fig. 3

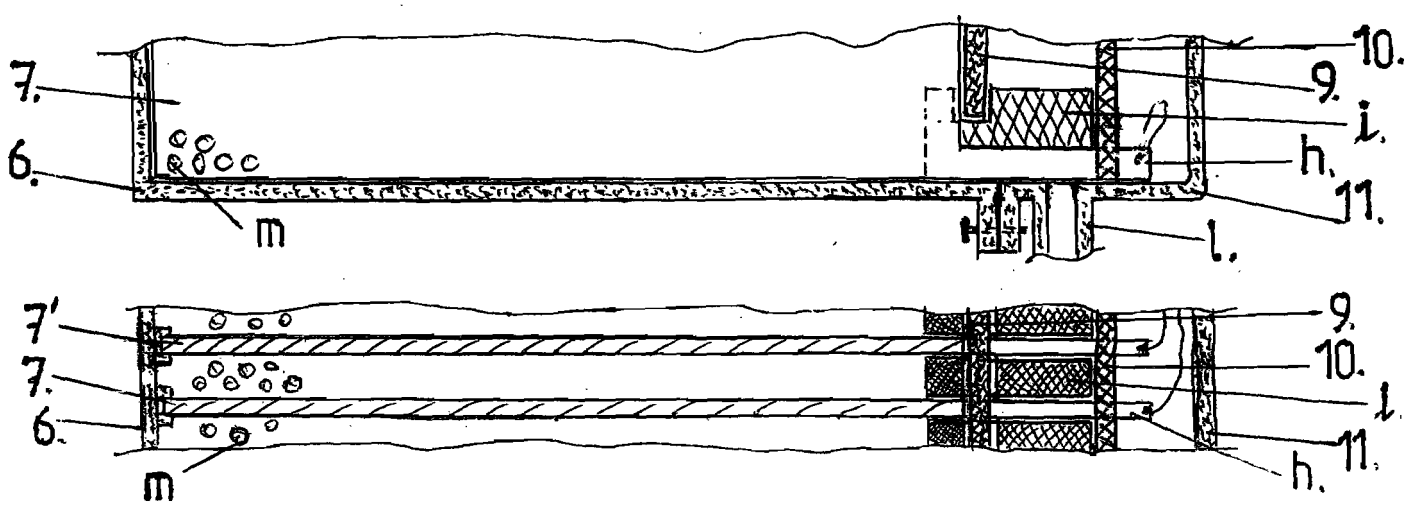


Fig. 4, a, b

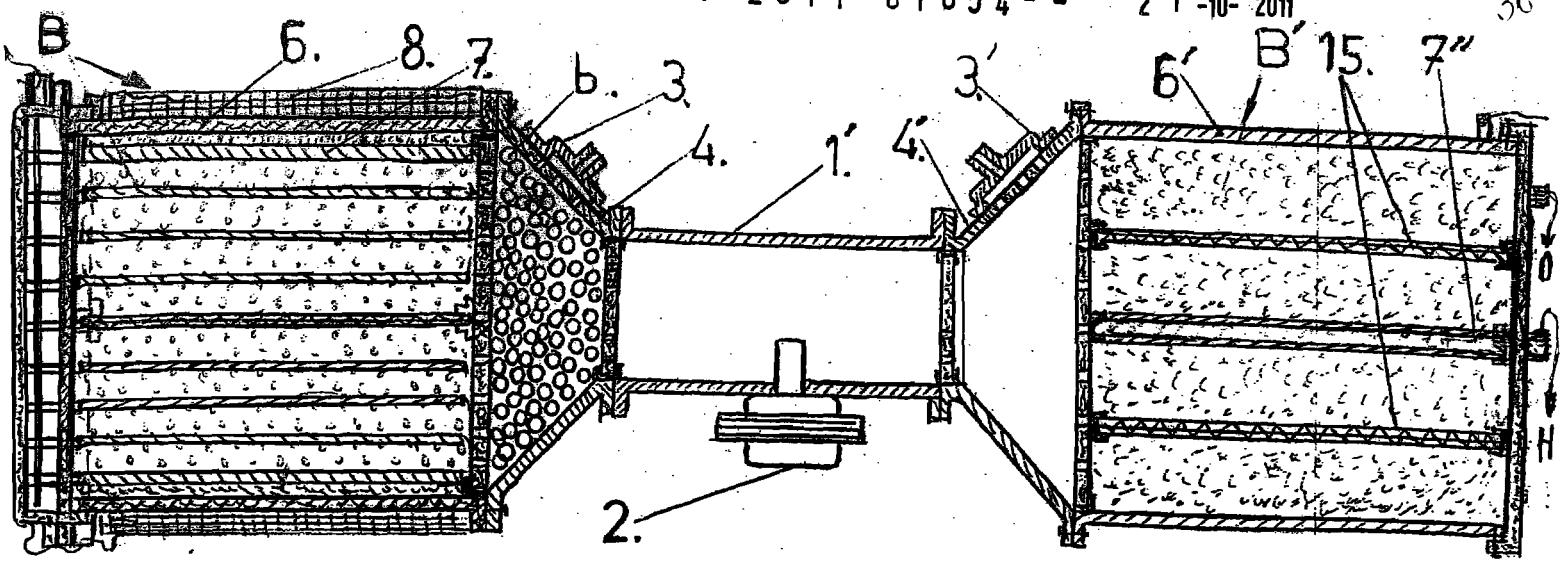

B
6.
8.
7.
b.
3.
4.
1'
4'
3'
6'
B'
15.
7''
2.
H

Fig.5

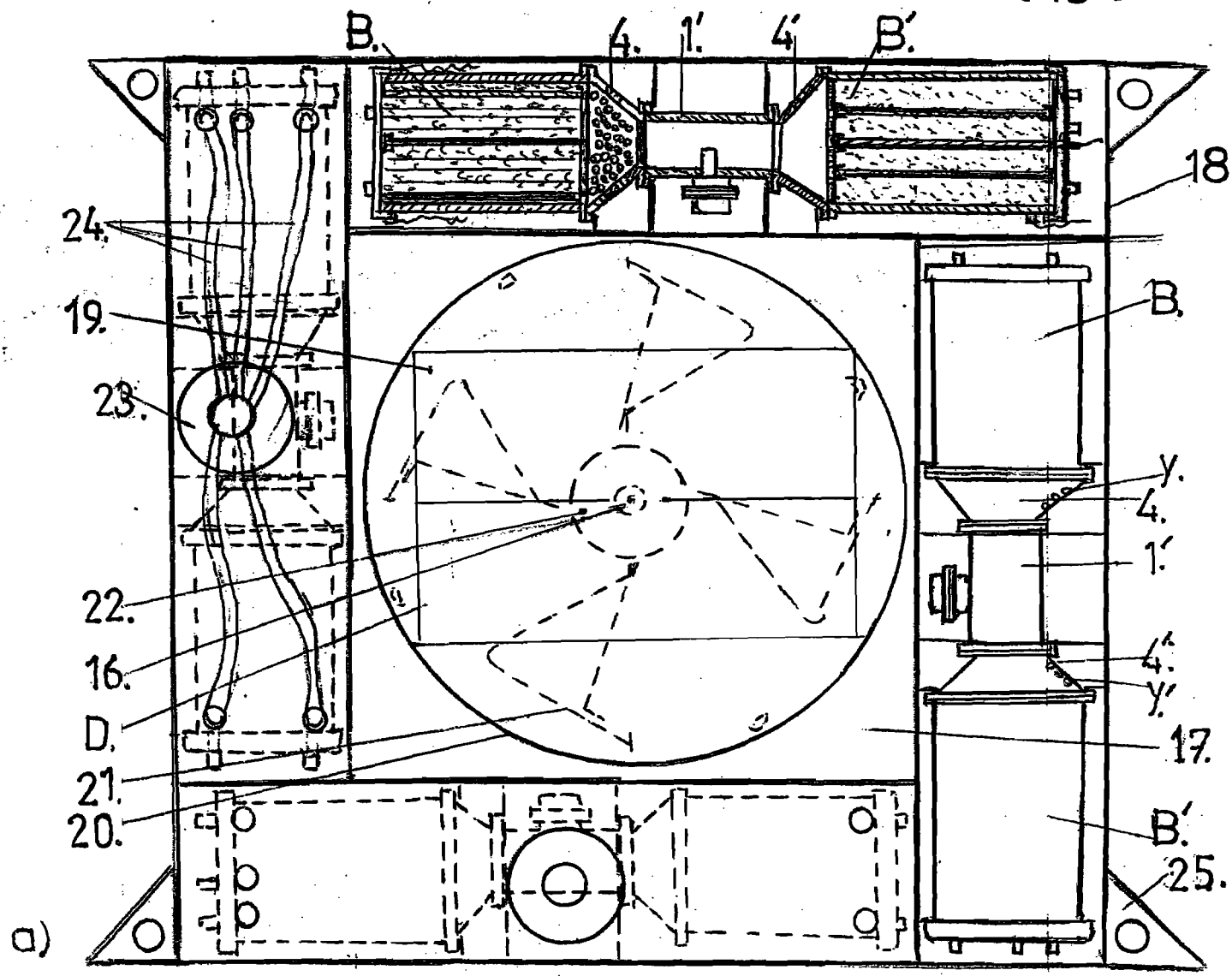
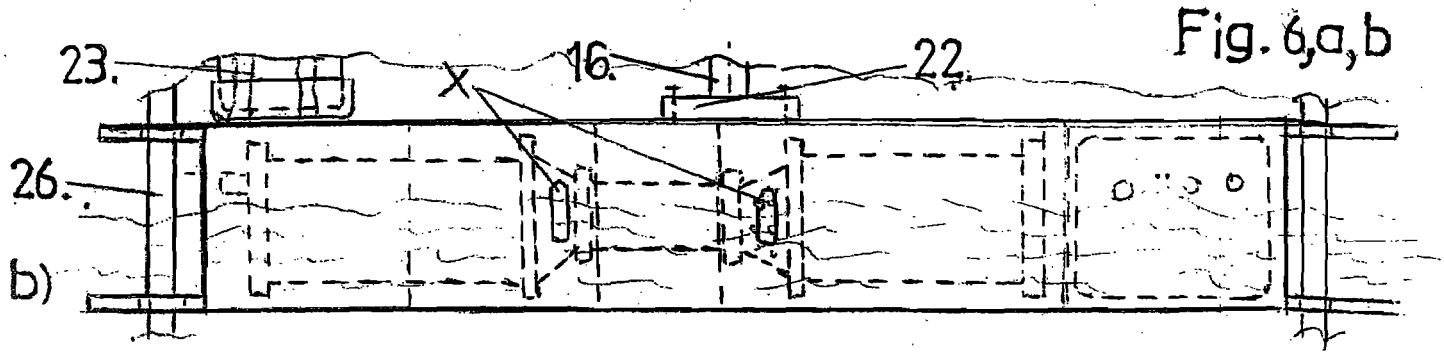

B.
4.
1'
4'
B'
18.
24.
19.
23.
22.
16.
D.
21.
20.
B.
y.
4.
1'
4'
y'
17.
B'
25.
a)

Fig. 6,a,b


23.
16.
22.
X
26.
b)