



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2011 00467**

(22) Data de depozit: **16.05.2011**

(41) Data publicării cererii:  
**28.12.2012** BOPI nr. **12/2012**

(71) Solicitant:  
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE  
ASACHI" DIN IAȘI,**  
BD. PROF. D. MANGERON NR. 67, IAȘI, IS,  
RO

(72) Inventatori:  
• **BURLICA RADU, STR. TURCU NR. 3A,**  
AP. 4, IAȘI, IS, RO;

• **HNATIUC BOGDAN, ALEEA ROZELOR  
NR. 28, BL. A8, SC. A, ET. 3, AP. 12, IAȘI,  
IS, RO;**  
• **HNATIUC EUGEN, BL. B1, SC. A, AP. 4,  
IAȘI, IS, RO;**  
• **URSACHE MARIUS IOAN, STR. BALADEI  
NR. 5, SAT BISTRIȚA, COMUNA  
ALEXANDRU CEL BUN, NT, RO**

(54) **DISPOZITIV CU PLASMĂ RECE ȘI ELECTROZI NESIMETRICI  
DESTINAT REFORMĂRII COMPUȘILOR ORGANICI ÎN  
VEDEREA OBTINERII HIDROGENULUI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv cu plasmă rece și electrozi nesimetrice, destinat reformării compușilor organici în vederea obținerii hidrogenului. Dispozitivul conform invenției reprezintă un reactor electrochimic miniaturizat, cu plasmă rece, bazat pe tehnologia GlidArc, alimentat de la o sursă de comandă în impulsuri, care folosește doi electrozi (1, 3) divergenți, nesimetrice, primul electrod (1) este introdus din exterior și alimentat prin partea inferioară a dispozitivului, iar al doilea electrod (3) este realizat ca o prelungire a unui sistem de injecție (4) aer/lichid aflat în interiorul dispozitivului, alimentarea sa reprezentând și punerea la masă a dispozitivului.

Revendicări: 3  
Figuri: 4

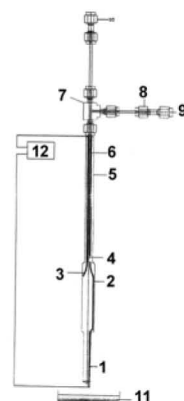


Fig. 1

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



10

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <u>a 2011 00467</u>
Data depozit <u>16-05-2011</u>

## Dispozitiv cu plasmă rece și electrozi nesimetrice destinat reformării compușilor organici în vederea obținerii hidrogenului

Invenția se referă la o construcție specială de minireactor destinat producerii hidrogenului prin folosirea unor descărcări electrice la înaltă tensiune, pornind de la reformarea compușilor organici.

Precizăm că domeniul de aplicare a soluției tehnice propuse este inclusă în aria procedurilor electrochimice de producere a hidrogenului, dintre care cel mai cunoscut este electroliză, care are un randament energetic relativ scăzut și un preț ridicat.

Tehnologia de producere a descărcărilor poartă numele de GlidArc și a fost deja propusă pentru multiple aplicații industriale dintre care amintim distrugerea unor compuși poluanți din aer sau din apă, reformarea unui gaz ce conține hidrocarburi, tratamente de decontaminare microbiologică etc. GlidArcul reprezintă o serie de descărcări electrice produse la înaltă tensiune între doi sau mai mulți electrozi metalici având în majoritatea cazurilor o formă divergentă, care se amorsează în punctul de distanță minimă între electrozi și sunt alungite apoi pe seama suflării unui debit de gaz între aceștia sau a deplasării (rotirii) unuia dintre electrozi. Datorită acestei alungiri plasma produsă prin descărcare are caracteristici speciale, în sensul că energia furnizată de sursa de alimentare produce specii foarte active chimic fără a fi atinse condițiile obținerii unui echilibru termodinamic al plasmăi, ceea ce ar necesita un consum suplimentar de energie fără a adăuga efecte utile. Aceste specii produse, care se referă la electroni, ioni metalici și molecule au o foarte bună eficiență referitor la toate aplicațiile descrise mai sus. Puterea electrică obișnuită a unui reactor de tip GlidArc poate ajunge până la 3 kW în condițiile în care înaltă tensiune furnizată este de minimum 2 kV, iar curentul electric prin descărcare este limitat fie prin construcția transformatorului de alimentare folosit, fie prin utilizarea unor elemente de circuit limitatoare.

Una dintre problemele acestor reactoare se referă la creșterea performanțelor energetice ale acestora în vederea îmbunătățirii randamentului de conversie electrochimică.

Diverse soluții pentru creșterea eficienței acestei tehnologii au fost deja propuse, atât în direcția modificării geometriei de reactor utilizate, cât și în sensul perfecționării sursei de alimentare folosite. Astfel la utilizarea unei surse de tensiune alternativă s-a dorit reducerea tensiunii de descărcare și implicit a nivelului de izolație al instalației, ceea ce a dus la o creștere a randamentului instalației prin utilizarea unui electrod auxiliar sau a doi electrozi auxiliari plasați pe o direcție ortogonală în raport cu cei principali și alimentați de la o sursă de tensiune de mică putere, [1], [2], [3]. Acești electrozi auxiliari permit pe de o parte preionizarea gazului dintre electrozii principali și astfel amorsarea în condiții mai ușoare a succesiunii de descărcări electrice, și pe de altă parte controlul și reglajul evoluției descărcării principale pe seama modificării parametrilor impulsurilor aplicate pe electrozii auxiliari.

Din punctul de vedere al sursei de alimentare se pot utiliza surse de tensiune continuă, de tensiune alternativă sau în impulsuri. Cel de-al doilea caz este cel mai des folosit datorită simplității constructive a reactorului utilizat și implementării sale facile în cazul aplicațiilor industriale. În curent alternativ această sursă de alimentare poate constă dintr-un transformator clasic cu o caracteristică de funcționare de tip căzător sau un transformator de construcție specială, având mai multe înfășurări (principiul triplorului de frecvență, transformator cu 2 înfășurări primare și un secundar etc.). În cazul îmbunătățirii construcției reactorului au fost adoptate diferite soluții tehnice ce permiteau, de exemplu, alimentarea cvasi simultană a până la 4 module de descărcări electrice conectate în serie prin folosirea unui singur transformator și a unor rezistente de polarizare, utilizarea unor module suprapuse ce folosesc gazul ionizat de la modulul inferior pentru facilitarea amorsării pe etajul superior, utilizarea unui reactor trifazat pentru amorsarea a trei module conectate în paralel ce folosesc 9 electrozi și o structură de tip fagure etc.

În ceea ce privește utilizarea unui debit de fluid și a electrozilor, într-o primă etapă s-au utilizat electrozi ficși (2 sau mai mulți) având o formă divergentă între care se sufla un debit de gaz (aer, argon, azot etc.) ce permite pe de o parte alungirea descărcărilor electrice de-a lungul electrozilor și pe de altă parte caracterul de plasmă rece al acestora, foarte căutat pentru aplicațiile electrochimice. Cum unele aplicații ale tehnologiei GlidArc presupuneau utilizarea unei presiuni foarte joase, s-a propus soluția rotirii electrozilor în vederea alungirii seriei de descărcări electrice fără utilizarea unui debit de gaz, sau a injecției tangențiale a gazului care împreună cu rotirea electrozilor asigură o interfață îmbunătățită între plasma produsă și gazul de tratare.

Studii recente, [4], au demonstrat că o alimentare în impulsuri a unui dispozitiv de tip GlidArc miniaturizat, asociată cu o injecție sub formă de spray a amestecului gaz/lichid de tratat, asigură o energie specifică mult mai mare decât în cazul unui dispozitiv de tip GlidArc alimentat în curent alternativ și prin urmare o eficiență mult mai ridicată în vederea diverselor aplicații electrochimice.

Se dă în continuare un exemplu de realizare practică a dispozitivului propus spre brevetare conform figurilor: Fig1. - Schița minireactorului, Fig. 2. - Forme de undă ale semnalelor electrice în primarul bobinei, la joasă tensiune, și pe descărcări, la înaltă tensiune, Fig. 3. - Minireactor destinat reformării produșilor organici cu evidențierea stabilizării descărcării în zona de diametru mai mare a tubului de sticlă, Fig. 4. - Amplasarea magneților permanenți pe minireactor.

Sursa de înaltă tensiune utilizată produce o descărcare electrică între electrozii nesimetrice 1, 3, care pornește din zona unde distanța dintre electrozi este minimă și care generează specii active ce pot întreține reacții electrochimice. Electrozii nesimetrice sunt fabricați din inox cu un diametru  $\varphi=0.7\text{mm}$ . Caracterul de plasmă rece al descărcării electrice e asigurat de suflajul longitudinal cu un gaz de lucru, care poate fi: aer, argon, etc.

Descărcarea electrică se amorsează în dreptul porțiunii inițiale din zona 2 – camera de reacție, care alunecă de-a lungul electrodului mai lung, în dreptul ieșirii din duza de injecție 4, care este poziționată foarte aproape de distanța minimă dintre electrozi, care au forma divergentă.

Camera de reacție este o componentă a tubului de sticlă cilindric, 5, alcătuit din trei porțiuni: prima de diametru  $\varphi=5\text{ mm}$  și  $l=35\text{ mm}$ , a doua porțiune de diametru  $\varphi=8\text{mm}$  și  $l=50\text{ mm}$ , numită și camera de reacție, iar cea de a treia de diametru  $\varphi=5\text{mm}$  și  $l=90\text{ mm}$ , vezi Fig. 1.

Primul electrod, 1, este introdus prin partea inferioară a minireactorului și are poziția apropiată de marginea tubului de sticlă, iar cel de-al doilea, 3, este realizat ca o prelungire a tubului metalic 6 ce reprezintă sistemul de injecție.

Minireactorul mai conține o cameră de amestec gaz-lichid, 7, realizată cu ajutorul unui conector de tip Swagelok, un sistem de fixare cu conector Swagelok, 8, un sistem de intrare gaz/lichid, 9, o injecție de gaz, 10, și un recipient / vas de colectare a lichidului/gazului tratat, 11.

Sursa de alimentare utilizată, 12, este bazată pe un transformator de înaltă tensiune ce poate lucra cu semnal sinusoidal sau în impulsuri. Soluția adoptată în cadrul prezentei cereri

de brevet de invenție a fost utilizarea unei bobine de inducție auto alimentată în primar cu impulsuri dreptunghiulare, 13, asigurând în secundar forme de undă ale tensiunii, 14, și curentului prin descărcare, 15, de forma celor din Fig. 2.

Descărcarea umple volumul corespunzător zonei 2 de diametru mai mare față de zonele alăturate. Acest lucru asigură diminuarea vitezei gazului de suflaj și în consecință o "stabilizare" a descărcărilor în acea zonă, vezi Fig. 3.

Cum amestecul tratat este injectat prin duza 4 direct în zona descărcării efectul tratamentului este superior în raport cu alte soluții de reformare datorită expunerii în totalitate a compușilor organici la descărcările alunecătoare produse. În plus duza de injecție 4 poate fi folosită și pentru introducerea amestecului gaz - lichid sub formă de spray, ceea ce îmbunătățește interfața dintre plasmă și amestecul de tratat și în consecință crește eficiența procedurii.

Eficacitatea funcționării minireactorului electrochimic poate fi încă îmbunătățită dacă se asigură intervenția unui câmp magnetic convenabil orientat în zona de descărcare, prin amplasarea a doi magneți permanenți 16 la nivelul camerei de reacție, Fig. 4.

Câmpul magnetic aplicat cu ajutorul magneților este ortogonal pe planul descărcărilor electrice, având ca efect creșterea timpului de expunere a soluției de tratat la acțiunea plasmă.

## Revendicări

1. Dispozitiv cu plasmă rece și electrozi nesimetrice, destinat reformării compușilor organici în vederea obținerii hidrogenului, caracterizat prin aceea că electrozii divergenți folosiți au o formă și o poziție nesimetrică, primul fiind introdus din exterior și alimentat prin partea inferioară a minireactorului, (1), iar cel de-al doilea, (3), fiind realizat ca o prelungire a sistemului de injecție aer/lichid (4), în interiorul minireactorului, alimentarea sa reprezentând și punerea la masa a instalației.

2. Dispozitiv cu plasmă rece și electrozi nesimetrice, destinat reformării compușilor organici în vederea obținerii hidrogenului, caracterizat prin aceea că forma tubului de sticlă (5) în care se produce GlidArcul în zona sa de diametru mai mare, (2), asigură diminuarea vitezei gazului de suflaj, și, în consecință, o stabilitate a descărcărilor electrice produse în această regiune. Cum amestecul tratat este introdus prin duza sistemului de injecție utilizat direct în zona descărcărilor, efectul tratamentului este îmbunătățit în raport cu alte soluții de reformare datorită expunerii în totalitate a compușilor organici la descărcările electrice produse.

3. Dispozitiv cu plasmă rece și electrozi nesimetrice, destinat reformării compușilor organici în vederea obținerii hidrogenului, caracterizat prin aceea că, la aplicarea unui câmp magnetic exterior tubului de sticlă cu ajutorul unor magneți permanenți, (16), poziționați în dreptul camerei de reacție, după o direcție ortogonală pe planul de evoluție al descărcării electrice în interiorul tubului, se asigură o stabilitate suplimentară a descărcărilor electrice sub influența acestuia.

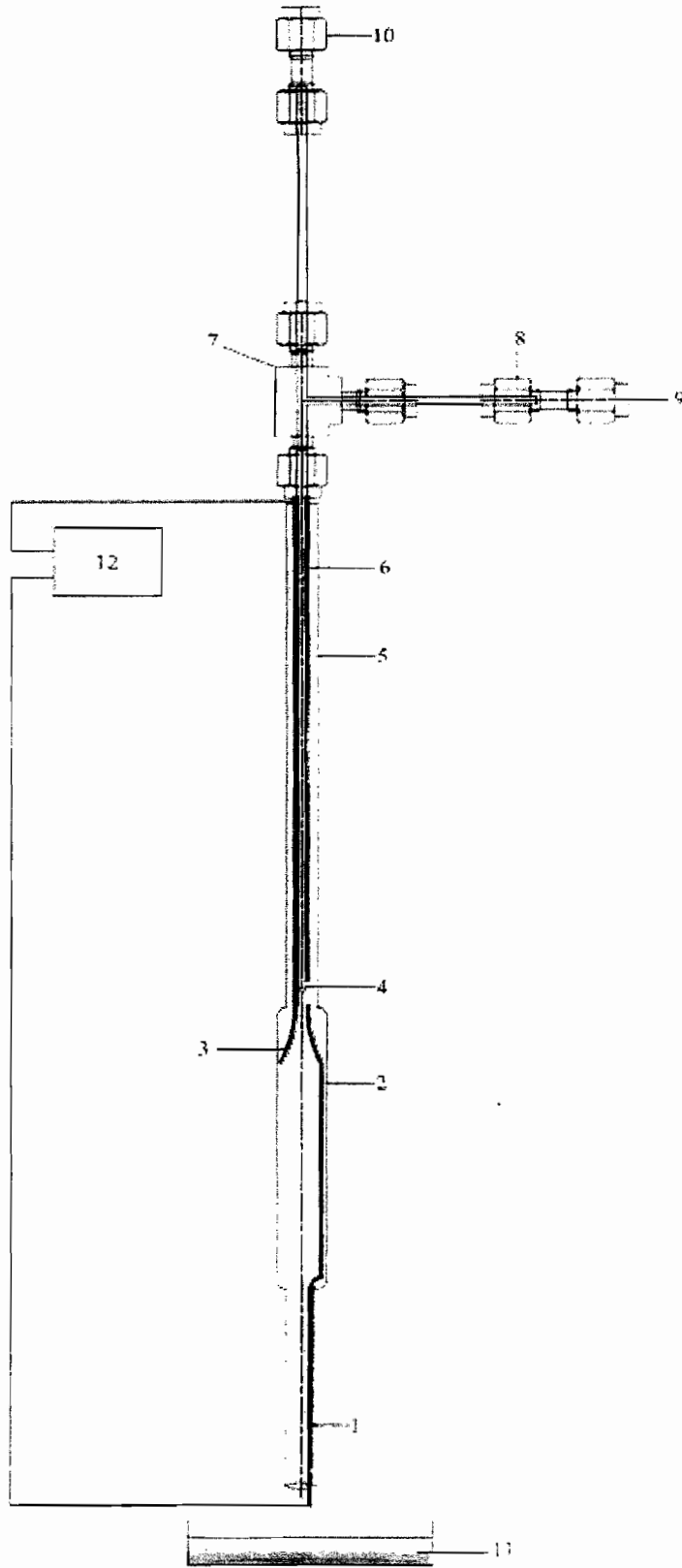


Fig. 1.

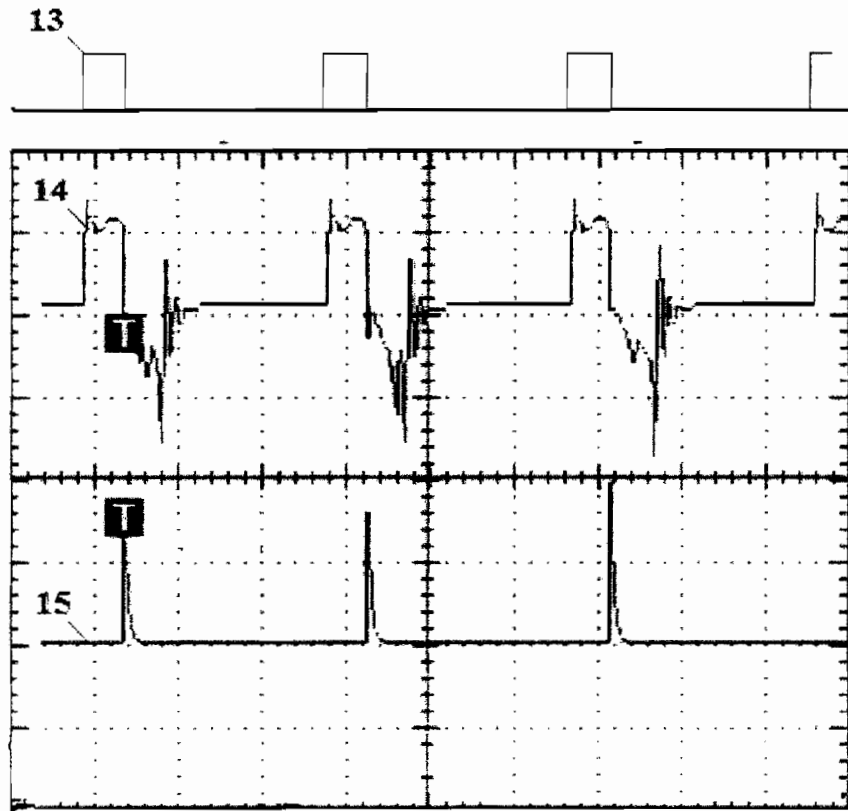


Fig. 2



Fig. 3.



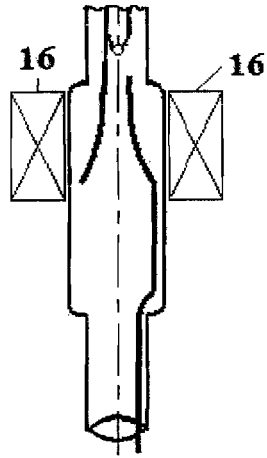


Fig. 4.