RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **236733**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428668**

(22) Data zgłoszenia: **25.01.2019**

(51) Int.Cl.
C25B 9/00 (2006.01)
C25B 1/02 (2006.01)
C25B 3/02 (2006.01)
H01M 14/00 (2006.01)

(54) **Wysokociśnieniowy elektrolizer**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
27.07.2020 BUP 16/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
08.02.2021 WUP 03/21

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
GRZEGORZ WICIAK, Zabrze, PL
KRZYSZTOF GRZYWNOWICZ, Częstochowa, PL
LESZEK REMIORZ, Rybnik, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Katarzyna Borkowy

PL 236733 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wysokociśnieniowy elektrolizer wodoru i tlenu, stanowiący urządzenie do jednoczesnego wytwarzania wodoru i tlenu na drodze elektrolizy wody po doprowadzeniu do elektrod potencjału anody i katody. Otrzymany gaz określa się symbolem HHO, symbolizującym typowy udział molowy jednoatomowych cząstek wodoru (H) do jednoatomowych cząstek tlenu (O). Wynalazek znajduje zastosowanie w obszarze inżynierii procesowej, inżynierii chemicznej oraz licznych obszarach energetyki.

Wytwarzanie i wykorzystanie ekologicznych paliw, charakteryzujących się niewielką zawartością zanieczyszczeń, które mogą potencjalnie wydostać się do atmosfery lub hydrosfery Ziemi, ma kluczowe znaczenie dla utrzymania właściwych wskaźników ekologicznych poszczególnych instalacji, a nawet całych układów, w różnorodnych obszarach inżynierii chemicznej oraz procesowej, a przede wszystkim w energetyce, m.in. podczas produkcji użytkowych form energii z wykorzystaniem układów zero-emisyjnych. Jednym z najbardziej perspektywicznych paliw, spełniających wspomniane założenie jest wodór, którego spalanie nie wiąże się z produkcją gazowych, ciekłych lub stałych związków niebezpiecznych dla środowiska naturalnego.

Na rynku dostępnych jest wiele sposobów oraz rozwiązań technologicznych układów, realizujących proces wytwarzania wodoru oraz paliw gazowych, których jest on głównym składnikiem, charakteryzujących się zróżnicowanymi podstawami funkcjonowania i różnorodną budową.

Z polskiego opisu patentowego PL 164418 znany jest sposób katalitycznego wytwarzania wodoru przy użyciu katalizatora molibdeno-niklowo-zeolitowego, w którym substratami reakcji są tlenek węgla oraz para wodna.

Z innego opisu patentowego PL 161842 znany jest sposób otrzymywania wodoru z gazu koksowniczego, polegający na selektywnej adsorpcji składników gazowej mieszaniny w postaci gazu koksowniczego na stałych sorbentach, a następnie ich desorpcji metodą PSA, skierowaniu gazów do procesu konwersji i następnie ponownej adsorpcji i rozdzieleniu metodą PSA.

Ponadto, z polskiego opisu patentowego PL208450 znana jest konstrukcja układu do wytwarzania wodoru, wykorzystującego złoże żarzącego się koksu oraz obieg żelazowo-parowy przy jednoczesnej generacji i doprowadzeniu mgły wodnej.

Jednakże, jako technologię o wysokim potencjalne aplikacyjnym w przyszłości uważa się jednak wytwarzanie wodoru oraz paliw gazowych, których wodór stanowi podstawowy składnik palny, w procesie elektrolizy wody (*Kovač A., Marcius D., Budin L: Solar hydrogen production via alkaline water electrolysis, International Journal of Hydrogen Energy, https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.ll.0Q7).* Proces ten można scharakteryzować jako chemiczną reakcję rozbicia cząsteczki wody na gazowe produkty: wodór oraz tlen, która to reakcja wywołana jest przyłożonym napięciem elektrycznym. Proces elektrolizy wody, dedykowany wytworzeniu wodoru i tlenu w postaci gazowej, wchodzi także w skład bardziej rozbudowanych układów energetycznych (*HyungKuk J, Sukhvinder B., Sarbjit G.: A comprehensive review of carbon and hydrocarbon assisted water electrolysis for hydrogen production, Applied Energy 231, s. 502–533*). Jednym z wariantów procesu elektrolizy jest elektroliza HHO, której produktem jest mieszanina wytwarzanych w klasycznym procesie gazów, tj. wodoru i tlenu, w proporcji około 65% H_2 oraz 35% O_2.

Istotą procesu wytwarzania mieszaniny wodoru i tlenu w wyniku elektrolizy HHO jest prowadzenie elektrolizy elektrolitu, stanowiącego wodny roztwór zasad lub soli alkalicznych, przy zmaksymalizowanej powierzchni elektrod: katody, na której zachodzi wydzielanie gazowego wodoru ($H_2\uparrow$) oraz anody, na której zachodzi wydzielanie gazowego tlenu ($O_2\uparrow$), które to elektrody są zwielokrotnione i położone w względnie niewielkiej odległości od siebie, umożliwiającej swobodną dyfuzję wydzielanych gazów. Prowadzenie elektrolizy HHO w nieprzystosowanych lub niepoprawnie skonstruowanych urządzeniach obarczone jest jednakże wysokim ryzykiem zapłonu i wybuchu powstającej mieszanki, skutkującego uszkodzeniem lub zniszczeniem urządzenia oraz sprowadzeniem niebezpieczeństwa dla jego obsługi.

Celem wynalazku jest wytwarzanie palnej mieszaniny gazów: wodoru i tlenu w proporcji około 65% H_2 oraz 35% O_2, w sposób niwelujący ryzyko samoczynnego zapłonu i wybuchu powstającej mieszanki oraz umożliwiający jej magazynowanie i niezależne wykorzystanie jej poszczególnych składników.

Cel ten osiągnięto poprzez wykorzystanie membranowej separacji gazowych produktów elektrolizy elektrolitu oraz płynnej regulacji strumienia wytwarzanych gazów poprzez zmianę powierzchni ich wydzielania, a także zastosowanie odrębnych systemów magazynowania gazowych produktów reakcji.

Wysokociśnieniowy generator gazu HHO według wynalazku charakteryzuje się tym, że zbiornik wypełniony elektrolitem, połączony jest hydraulicznie za pomocą co najmniej dwóch kanałów dopływowych z cylindrem, wewnątrz którego umieszczona jest co najmniej jedna elektroda – anoda i z cylindrem, wewnątrz którego umieszczona jest co najmniej jedna elektroda-katoda, które połączone w obwód elektryczny za pomocą źródła zasilania o napięciu w zakresie 9÷K25V i natężeniu co najmniej 4A, przy czym anoda i katoda połączone są hydraulicznie poprzez co najmniej jeden zawór odcinający odpowiednio z membranowym separatorem tlenu i membranowym separatorem wodoru z mieszalnikiem gazu, wyposażonego w reduktor ciśnienia gazu.

Korzystnie wysokociśnieniowy generator według wynalazku ma zbiornik wykonany z materiału odpornego na korozję i pasywującego w obecności wodorotlenków, korzystnie stali wysokostopowej pokrytej mieszaniną związków chromu i miedzi, przy czym zbiornik wyposażony jest w zawór odgazowujący, wysokociśnieniową pompę elektrolitu i zawór pompy elektrolitu.

Korzystnie wysokociśnieniowy generator według wynalazku ma elektrolit, który stanowi wodny roztwór wodorotlenku potasu o stężeniu co najwyżej 40% lub wodny roztwór wodorowęglanu sodu o stężeniu co najmniej 20%, lub wodny roztwór chlorku sodu o stężeniu co najmniej 20% lub ich mieszaninę, ciśnienie elektrolitu wynosi co najmniej 20 bar regulowane jest poprzez ciśnienie wylotowe wysokociśnieniowej pompy elektrolitu.

Korzystnie wysokociśnieniowy generator według wynalazku ma w kanałach dopływowych umieszczony jest co najmniej jeden zestaw błon półprzepuszczalnych.

Korzystnie wysokociśnieniowy generator według wynalazku ma dwa cylindry obustronnie zamknięte o średnicy mniejszej od średnicy zbiornika (d<D).

Korzystnie wysokociśnieniowy generator według wynalazku ma elektrodę w postaci anody i katody, którą stanowi ruchomy pręt o długości co najmniej 15 milimetrów, elektroda wykonana jest z materiału elektroprzewodzącego, korzystnie stopu węglowo-platynowego, uszczelniona co najmniej jednym pierścieniem uszczelniającym wykonanym z materiału elektroizolacyjnego i termokurczliwego, korzystnie mieszaniny izomerów poliizoprenu.

Korzystnie wysokociśnieniowy generator według wynalazku wyposażony jest w membranowy separator wodoru połączony poprzez co najmniej jeden zawór odcinający z układem magazynowania wodoru, a membranowy separator tlenu połączony jest poprzez co najmniej jeden zawór odcinający z układem magazynowania tlenu, który wyposażony jest w co najmniej jeden zawór kontrolno-odcinający bezpośredniej dystrybucji tlenu.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest zwiększenie bezpieczeństwa realizacji procesu wskutek ograniczenia dyfuzji wydzielanych na elektrodach gazów, przygotowanie do płynnej regulacji ich strumienia na etapie ich wydzielania, umożliwienia ich odrębnego magazynowania oraz niezależnego wykorzystania w dalszych procesach technologicznych.

Pełne zrozumienie wynalazku zapewni opis konstrukcji z wykorzystaniem przykładowego wykonania urządzenia według wynalazku pokazanego na rysunku w ujęciu schematycznym.

Wysokociśnieniowy generator gazu HHO według wynalazku charakteryzuje się tym, że składa się ze zbiornika (1) wykonanego z materiału odpornego na korozję i pasywującego w obecności wodorotlenków, korzystnie stali wysokostopowej pokrytej mieszaniną związków chromu i miedzi. Zbiornik (1) wypełniony jest elektrolitem, stanowiącym wodny roztwór wodorotlenku potasu o stężeniu nieprzekraczającym 40% lub wodny roztwór wodorowęglanu sodu o stężeniu co najmniej 20% lub wodny roztwór chlorku sodu o stężeniu co najmniej 20% lub ich mieszaninę. Zbiornik (1) wyposażony jest w zawór odgazowujący (14), wysokociśnieniową pompę elektrolitu (12) uzupełniające zawarty w nim elektrolit i zawór pompy elektrolitu (13). Zbiornik (1) połączony jest hydraulicznie przez kanały dopływowe (16) wyposażone w co najmniej jeden zestaw błon półprzepuszczalnych (15) z zamkniętymi cylindrami (2) i (3) o średnicy mniejszej od średnicy zbiornika (d<D), w których to cylindrach (2) i (3) zachodzi właściwy proces elektrolizy. Zbiornik (1) oraz cylindry (2) i (3) wykonane są z materiału odpornego na korozję i pasywującego w obecności wodorotlenków, korzystnie stali wysokostopowej pokrytej mieszaniną związków chromu i miedzi, połączone hydraulicznie poprzez co najmniej jeden zawór odcinający (18) odpowiednio z membranowym separatorem tlenu (7) połączonym poprzez co najmniej jeden zawór odcinający (18) z układem magazynowania tlenu (11), wyposażonym w co najmniej jeden zawór kontrolno-odcinający bezpośredniej dystrybucji tlenu (19), oraz z membranowym separatorem wodoru (8) połączonym poprzez co najmniej jeden zawór odcinający (18) z układem magazynowania wodoru (10). Oba separatory: separator tlenu (7) i separator wodoru (8) połączone są poprzez co najmniej jeden zawór odcinający (18) z mieszalnikiem gazu (9), do którego przyłączony jest reduktor ciśnienia gazu (20).

Wewnątrz cylindra (2) i cylindra (3) umieszczona jest co najmniej jedna elektroda w postaci pręta o długości co najmniej 15 milimetrów, wykonana z materiałów elektroprzewodzących, korzystnie stopu węglowo-platynowego, stanowiąca odpowiednio anodę (4) oraz katodę (5), które połączone są w obwód elektryczny poprzez źródło zasilania (6), doprowadzające prąd stały o napięciu w zakresie 9÷25V oraz natężeniu co najmniej 4A, realizujące proces elektrolizy. Połączenia anody (4) oraz katody (5) uszczelnione są poprzez co najmniej jeden pierścień uszczelniający (17) wykonany z materiału elektroizolacyjnego i termokurczliwe go, korzystnie mieszaniny izomerów poliizoprenu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wysokociśnieniowy generator gazu HHO składa się ze zbiornika wypełnionego elektrolitem, **znamienny tym**, że zbiornik (1) wypełniony elektrolitem, połączony jest hydraulicznie za pomocą co najmniej dwóch kanałów dopływowych (16) z cylindrem (2), wewnątrz którego umieszczona jest co najmniej jedna elektroda – anoda (4) i z cylindrem (3), wewnątrz którego umieszczona jest co najmniej jedna elektroda – katoda (5), które połączone w obwód elektryczny za pomocą źródła zasilania (6) o napięciu w zakresie 9÷K25V i natężeniu co najmniej 4A, przy czym anoda (4) i katoda (5) połączone są hydraulicznie poprzez co najmniej jeden zawór odcinający (18) odpowiednio z membranowym separatorem tlenu (7) i membranowym separatorem wodoru (8) z mieszalnikiem gazu (9), wyposażonego w reduktor ciśnienia gazu (20).
2. Wysokociśnieniowy generator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zbiornik (1) wykonany jest z materiału odpornego na korozję i pasywującego w obecności wodorotlenków, korzystnie stali wysokostopowej pokrytej mieszaniną związków chromu i miedzi.
3. Wysokociśnieniowy generator według zastrz. 2, **znamienny tym**, że zbiornik (1) wyposażony jest w zawór odgazowujący (14), wysokociśnieniową pompę elektrolitu (12) i zawór pompy elektrolitu (13).
4. Wysokociśnieniowy generator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektrolit stanowi wodny roztwór wodorotlenku potasu o stężeniu co najwyżej 40% lub wodny roztwór wodorowęglanu sodu o stężeniu co najmniej 20%, lub wodny roztwór chlorku sodu o stężeniu co najmniej 20% lub ich mieszaninę.
5. Wysokociśnieniowy generator gazu według zastrz. 4, **znamienny tym**, że ciśnienie elektrolitu wynosi co najmniej 20 bar i regulowane jest poprzez ciśnienie wylotowe wysokociśnieniowej pompy elektrolitu (12).
6. Wysokociśnieniowy generator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w kanałach dopływowych (16) umieszczony jest co najmniej jeden zestaw błon półprzepuszczalnych (15).
7. Wysokociśnieniowy generator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że cylinder (2) i (3) o średnicy mniejszej od średnicy zbiornika (1) (d<D) jest obustronnie zamknięty.
8. Wysokociśnieniowy generator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektroda w postaci anody (4) i katody (5) stanowi ruchomy pręt o długości co najmniej 15 milimetrów i wykonana jest z materiału elektroprzewodzącego, korzystnie stopu węglowo-platynowego.
9. Wysokociśnieniowy generator według zastrz. 8, **znamienny tym**, że elektroda w postaci anody (4) i katody (5) uszczelniona jest co najmniej jednym pierścieniem uszczelniającym (17) wykonanym z materiału elektroizolacyjnego i termokurczliwego, korzystnie mieszaniny izomerów poliizoprenu.
10. Wysokociśnieniowy generator według zastrz. 1, **znamienny tym**, że membranowy separator wodoru (8) połączony jest poprzez co najmniej jeden zawór odcinający (18) z układem magazynowania wodoru (10), a membranowy separator tlenu (7) połączony jest poprzez co najmniej jeden zawór odcinający (18) z układem magazynowania tlenu (11), który wyposażony jest w co najmniej jeden zawór kontrolno-odcinający bezpośredniej dystrybucji tlenu (19).

Rysunek

