

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **235859**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424261**

(22) Data zgłoszenia: **12.01.2018**

(51) Int.Cl.

H01M 8/0612 (2016.01)

H01M 8/0662 (2016.01)

H01M 8/04089 (2016.01)

(54) **Sposób i układ wytwarzania energii elektrycznej przy zastosowaniu reformingu parowego gazu zwłaszcza gazu zawierającego metan**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

15.07.2019 BUP 15/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

02.11.2020 WUP 17/20

(73) Uprawniony z patentu:

**PRZEDSIĘBIORSTWO
INNOWACYJNO-WDROŻENIOWE EKOMOTOR
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Wrocław, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MAREK KUŁAŻYŃSKI, Wrocław, PL
ADAM ZIĘBA, Żarów, PL
JERZY WALENDZIEWSKI, Wrocław, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Bogusława Rzepecka-Reder

PL 235859 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ wytwarzania energii elektrycznej przy zastosowaniu reformingu parowego gazu zwłaszcza gazu zawierającego metan.

Znany jest z patentu PL 216476 sposób i układ do wytwarzania czystego wodoru z paliw gazowych, znajdującego zastosowanie do zasilania ogniw paliwowych. Sposób polega na tym, że paliwo gazowe o wzorze ogólnym $C_xH_yO_z$ w temperaturze od 5 do 300°C oraz parę wodną i tlen w temperaturze od 5 do 1500°C w proporcji molowej określonej stosunkiem C/O wynoszącym 0,5 i C/H od 0,12 do 0,8 zatłacza się do katalitycznego reaktora oksyformowania (RO), w którym utrzymywane jest ciśnienie od 0,1 do 8 MPa i otrzymuje się produkty oksyformowania w postaci H_2 , H_2O , CO i CO_2 , które następnie zatłacza się do układu separacji H_2 (US H_2), w którym separuje się wodór, a pozostałe składniki doprowadza się do układu separacji CO_2 (US CO_2), a następnie po usunięciu CO_2 , mieszaninę H_2O i CO zawraca się ponownie na wlot reaktora oksyformowania (RO), gdzie miesza się ją ze świeżymi strumieniami substratów, przy czym wydzielony wodór z układu separacji H_2 (US H_2) zasila ogniwo paliwowe (OP), w którym następuje konwersja wodoru na energię elektryczną, która jest częściowo wykorzystywana do zasilania układu generacji O_2 (UG O_2). Układ do wytwarzania czystego wodoru z paliw gazowych zawiera katalityczny reaktor oksyformowania (RO), który jest połączony z układami separacji H_2 (US H_2) i CO_2 (US CO_2), przy czym układ separacji H_2 (US H_2) połączony jest z ogniwem paliwowym (OP), który następnie połączony jest z układem generacji O_2 (UG O_2).

Z kolei z patentu RU 2426715 znany jest sposób jednorodnego utleniania gazu zawierającego metan, obejmującego wprowadzanie do obiegu gazu zawierającego metan, wstępnie ogrzanego do 430–450°C w co najmniej trzech szeregowo rozmieszczonych reaktorach utleniających wykonanych ze stali węglowej. Każdy z reaktorów, z wyjątkiem ostatniego, jest oddzielnie podłączony do kotłów grzewczych. Tlen jest również wprowadzany do reaktorów w takiej ilości, że mieszanina tworzy się poza obszarem wybuchowym, co powoduje jednorodne utlenianie gazu zawierającego metan, jednocześnie podnosząc temperaturę mieszaniny gazów do 540–560°C. Późniejsze chłodzenie mieszaniny gazową odbywa się w kotłach spalinowych do temperatury 440–450°C przez doprowadzanie wody do kotłów spalinowych, w których powstaje para, która jest podawana do kolumn frakcjonujących do oddzielania produktów końcowych. Ponadto, mieszanina reakcyjna z ostatniego reaktora, który nie jest połączony z kotłem spalinowym, wchodzi do separatora. W drodze do separatora mieszanina reakcyjna podgrzewa gaz, a część jego ciepła służy do otrzymywania pary wodnej, która jest mieszana z parami z kotłów wymiany ciepła. Z separatora faza ciekła wchodzi w etap frakcjonowania, w którym uzyskuje się rektyfikację metanolu, a także alkohol etylowy i formaldehyd. Faza gazowa przechodzi do absorberów w celu usunięcia SO_2 , CO i CO_2 . W pierwszym absorberze faza gazowa jest oczyszczana z SO_2 oraz z CO i CO_2 w drugim absorberze, po czym następuje ekstrakcja wspomnianych gazów z roztworu absorpcyjnego drugiego absorbera w desorberze. Wyloty fazy płynnej absorberów są połączone z kolektorami w celu ułatwienia regeneracji roztworów absorpcyjnych z separacją i wylotem frakcji CO i CO_2 z desorbera. Wyloty kolektorów są połączone z wlotami absorberów w celu doprowadzania uformowanych roztworów do usuwania SO_2 , CO i CO_2 z gazu. Podczas czyszczenia fazy gazowej cykl cyrkulacji jest częściowo nadmuchiwany w celu usunięcia gazów obojętnych, na przykład azotu i argonu wchodzących w cykl razem z gazem zawierającym metan i tlenem. Liczba uderzeń zależy od ilości gazów obojętnych dostępnych w cyklu. Po oczyszczeniu i przedmuchiwaniu cykl zamyka się przez wstrzyknięcie fazy gazowej, która składa się z gazu zawierającego metan i gazu z drugiego absorbera. Wynalazek dotyczy również urządzenia do jednorodnego utleniania materiału zawierającego metan. Również znany jest z patentu WO2009103554 układ ogniw paliwowych o wysokiej temperaturze, oraz sposób wytwarzania energii i ciepła za pomocą systemu ogniw paliwowych o wysokiej temperaturze. W tym wysokotemperaturowym systemie ogniw paliwowych z reformerem do przekształcania paliwa z mieszanin metanu i wody przy użyciu powietrza w gaz anodowy bogaty w wodór, stos ogniwa paliwowego do przekształcania bogatego w wodór gazu anodowego, z dostarczaniem gazu katodowego, w energię i ciepło oraz ewentualnie dopalacz do dopalania reformatu zubożonego w wodór, który wypływa ze stosu ogniw paliwowych, z dostarczaniem gazu katodowego. W tym wynalazku wydajność można zwiększyć przez reaktor separacyjny do oddzielania tlenu z powietrza, w którym tlen, który jest oddzielany podczas pracy, może być użyty przynajmniej częściowo jako wspomniany gaz katodowy. Ponadto reformer oraz reaktor separacyjny zawierają katody w postaci perowskitu ceramicznego w postaci membran.

Z kolei z patentu DE102010035885 znany jest sposób wytwarzania gazu syntezowego przez reformowanie gazów zasilających zawierających węglowodór w obecności pary i tlenu obejmuje: wprowadzenie gazów zasilających zawierających węglowodory wraz z gazem i parą bogatą w tlen w autotermalnym reformatorze, w którym gaz procesowy jest prowadzony w pierwszej strefie częściowego utleniania i jest regulowany w drugiej strefie w obecności katalizatora o pożądanej kompozycji wylotowej powstającego surowego gazu syntezowego; chłodzenie surowego gazu syntezowego; wprowadzenie ochłodzonego gazu syntezowego do jednostki konwersji monotlenku węgla, w którym tlenek węgla jest przekształcany i powstaje konwertowany gaz syntezowy; i poddawanie przekształconego gazu syntezowego jedno- lub wielostopniowego oczyszczania gazu, w którym usuwa się dwutlenek węgla, tlenek węgla i metan, gdzie wytwarza się gaz syntezowy i dostarcza do syntezy amoniaku.

Autotermiczne reformowanie węglowodorów zawierających węglowodory odbywa się przy niskim stosunku para/węgiel 0,1–0,6. Dodatkowa para wodna wymagana w przekształconym gazie syntezowym jest bezpośrednio dodawana przed jednostką konwersji monotlenku węgla do ochłodzonego gazu syntezowego i/lub bezpośrednio wprowadzana do jednostki konwersji monotlenku węgla. Dodatkowa para wodna wymagana w etapie chłodzenia surowego gazu syntezowego jest: dostosowana do takiego samego lub podobnego ciśnienia i/lub temperatury niż ochłodzony gaz syntezowy przed przejściem przez etap konwersji monotlenku węgla; i początkowo zrelaksowany, a następnie wprowadzony do jednostki konwersji monotlenku węgla. Bogaty w tlen gaz zawiera czysty tlen, który prowadzi do autotermicznego reformowania węglowodorowych gazów zawierających węglowodory, w których powietrze i czysty tlen są oddzielane od siebie i/lub dostarczane w postaci mieszaniny. Etap schładzania surowego gazu syntezowego jest przeprowadzany w wytwornicy pary, w której ciepło zawarte w surowym gazie syntezowym jest przekazywane do wody i wytwarzana jest para wodna, w której para jest wykorzystywana do reformingu katalitycznego i/lub dodawana do surowca, gaz syntezowy jednostki konwersji monotlenku węgla.

Celem projektu jest opracowanie sposobu i instalacji wytwarzania energii elektrycznej poprzez konwersję gazu ziemnego lub innego gazu zawierającego duże ilości metanu do wytwarzania gazu wodorowego zasilającego ogniwo paliwowe wybranego typu, które jest proste w obsłudze i zapewnia wysoką efektywność techniczną i ekonomiczną.

Pozwala na uzyskanie możliwości zasilania ogniw paliwowych metanem: w warunkach obiektów rozproszonych, w których dostępny jest metan w formie gazu ziemnego lub biogazu a nie jest dostępna energia elektryczna oraz uzyskanie możliwości wytwarzania energii elektrycznej z efektywnością znacznie większą niż w klasycznym generatorze napędzanym silnikiem spalinowym

Istota sposobu według wynalazku, polega na tym, że gaz sprężany do ciśnienia minimum 20 bar w sprężarce wprowadza się do zbiornika buforowego, w którym przechowywany jest pod ciśnieniem od 100 bar do 200 bar, a następnie kierowany jest poprzez reduktor ciśnienia gazu, w którym sprężany jest do ciśnienia 20–35 bar oraz regulator przepływu gazu do osuszacza gazu i niskotemperaturowego odsiarczalnika gazu przy użyciu sorbentu, a następnie kierowany jest do katalitycznego odsiarczalnika gazu, w którym następuje w temperaturze 350°C–500°C reakcja siarkowodoru z tlenem, i z kolei do katalitycznego reformera gazu, do którego dozowana jest para wodna również pod ciśnieniem 20–35 bar wytworzona w wytwornicy pary z wody dostarczonej z dozownika wody. W katalitycznym reformerze gazu w temperaturze 800°C–1100°C następuje reakcja reformingu parowego metanu przy użyciu katalizatora zawierającego nikiel, a następnie uzyskany gaz anodowy poddaje się rozprężeniu do ciśnienia 0,1–0,5 bar przy spadku temperatury do 50°C–150°C w reduktorze ciśnienia i z kolei podgrzewa w dogrzewaczu gazu do temperatury 800°C–1100°C. Następnie kieruje się go na stos ogniw paliwowych, a resztkowy gaz katodowy ze stosu ogniw paliwowych unieszkodliwia się w dopalaczu gazów i odprowadza gazy neutralne. Przy czym ilość wody dozowana z dozownika wody do wytwornicy pary jest proporcjonalna do strumienia gazu przepływającego przez regulator przepływu gazu.

Korzystnie, gdy niskotemperaturowy odsiarczalnik gazu ma sorbent w postaci węgla aktywnego z czynnikiem reakcyjnym zawierającym jodek potasu.

Korzystnie, gdy w katalitycznym reformerze gazu zastosowany katalizator zawierający nikiel jest w postaci katalizatora monolitycznego lub katalizatora formowanego, lub katalizatora granulowanego.

Korzystnie, gdy ogrzewanie gazu w katalitycznym odsiarczalniku gazu, katalitycznym reformerze gazu, dogrzewaczu gazu, oraz ogrzewanie wody w wytwornicy pary przeprowadzane jest za pomocą mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal GM-V lub poprzez energię indukcji wytworzonej przez grzewczy układ indukcyjny G-IN.

Korzystnie, gdy, do reformingu parowego gazu stosuje się gaz miejski lub gaz z butli, lub biogaz, lub gaz kopalniany po wzbogaceniu w metan.

Istota układu według wynalazku polega na tym, że sprężarka ma przyłącze gazu a z drugiej strony połączona jest kolejno ze zbiornikiem buforowym gazu, reduktorem ciśnienia gazu, regulatorem przepływu gazu, osuszaczem gazu, niskotemperaturowym odsiarczalnikiem gazu, katalitycznym odsiarczalnikiem gazu, katalitycznym reformerem gazu, który połączony jest poprzez wytwornicę pary z dozownikiem wody, a następnie katalityczny reformer gazu połączony jest kolejno z reduktorem ciśnienia, dogrzewaczem gazu, stosem ogniw paliwowych, dopalaczem gazów, który z kolei połączony jest z reduktorem ciśnienia, przy czym wytwornica pary, katalityczny odsiarczalik gazu, katalityczny reformer gazu, dogrzewacz gazu połączone są z generatorem mikrofal lub grzewczym układem indukcyjnym, natomiast dozownik wody połączony jest z regulatorem przepływu gazu poprzez sygnał sterujący.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym Fig. 1 uwidacznia schemat blokowy układu realizującego sposób wytwarzania energii elektrycznej przy zastosowaniu reformingu parowego gazu przy zastosowaniu mikrofal, Fig. 2 przy zastosowaniu układu indukcyjnego ogrzewania.

Przykład 1

Wytwarzanie energii elektrycznej przy zastosowaniu reformingu parowego gazu zwłaszcza gazu zawierającego metan polega na tym, że gaz miejski zawierający związki siarki w ilości 25 ppm o ciśnieniu $2,0 \times 10^{-5}$ bar, sprężany jest, za pomocą sprężarki 1, do ciśnienia 20 bar i wprowadza się do zbiornika buforowego gazu 2, w którym przechowywany jest pod ciśnieniem 200 bar, a następnie kierowany jest poprzez reduktor ciśnienia gazu 3, w którym sprężany jest do ciśnienia 25 bar oraz regulator przepływu gazu 4 do osuszacza gazu 5 i niskotemperaturowego odsiarczalnika gazu 6 przy użyciu sorbentu w postaci formowanych wytlóczek węgla aktywnego wysyconego KJ, a następnie kierowany jest do katalitycznego odsiarczalnika gazu 9, w którym w temperaturze 450°C , następuje reakcja siarkowodoru z katalizatorem w postaci tlenku cynku. Gaz odsiarczony kierowany jest do katalitycznego reformera gazu 10, do którego dozowana jest para wodna również pod ciśnieniem 20–35 bar wytworzona w wytwornicy pary 8, pozyskiwana poprzez energię mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal GM-V z wody dostarczonej z dozownika wody 7. W katalitycznym reformerze gazu 10 w temperaturze 1000°C uzyskiwanej poprzez energię mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal GM-V następuje reakcja reformingu parowego metanu przy użyciu katalizatora monolitycznego zawierającego nikiel. Następnie uzyskany gaz anodowy podaje się rozprężeniu poprzez reduktor ciśnienia 11 do ciśnienia 0,1–0,5 bar przy spadku temperatury do 150°C . Z kolei podgrzewa się go w dogrzewaczu gazu 12 do temperatury 1000°C , uzyskiwanej poprzez energię mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal GM-V, a następnie kieruje się go na stos ogniw paliwowych 13. Resztkowy gaz katodowy ze stosu ogniw paliwowych 13 unieszkodliwia się w dopalaczu gazów 14, z którego odprowadza gazy neutralne. Ilość wody dozowana z dozownika wody 7 do wytwornicy pary 8 jest proporcjonalna do strumienia gazu przepływającego przez regulator przepływu gazu 4.

Przykład 2

Sposób jak w przykładzie 1 z tym, że zastosowano gaz ziemny zawierający związki siarki w ilości 3 ppm o ciśnieniu $3,0 \times 10^{-5}$ bar. Zostaje on sprężony do ciśnienia 30 bar i wprowadzany do zbiornika buforowego 2, w którym przechowywany jest pod ciśnieniem 150 bar, a następnie kierowany jest poprzez reduktor ciśnienia gazu 3, w którym sprężany jest do ciśnienia 25 bar oraz regulator przepływu gazu 4 do osuszacza gazu 5 i niskotemperaturowego odsiarczalnika gazu 6 przy użyciu sorbentu w postaci formowanych wytlóczek węgla aktywnego wysyconego KJ, a następnie kierowany jest do katalitycznego odsiarczalnika gazu 9, w którym w temperaturze 500°C , uzyskiwanej poprzez energię mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal GM-V, następuje reakcja siarkowodoru z katalizatorem w postaci tlenku cynku. Gaz odsiarczony kierowany jest do katalitycznego reformera gazu 10, do którego dozowana jest para wodna poprzez reduktor ciśnienia 11 również pod ciśnieniem 20–35 bar wytworzona w wytwornicy pary 8, pozyskiwanej poprzez energię mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal GM-V, z wody dostarczonej z dozownika wody 7. W katalitycznym reformerze gazu 10 w temperaturze 1100°C uzyskiwanej poprzez energię mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal GM-V, następuje reakcja reformingu parowego metanu przy użyciu katalizatora formowanego zawierającego nikiel. Następnie uzyskany gaz anodowy podaje się rozprężeniu poprzez reduktor ciśnienia 11 do ciśnienia 0,1–0,5 bar przy spadku temperatury do 150°C , i z kolei podgrzewa w dogrzewaczu gazu 12 do temperatury 1000°C , uzyskiwanej poprzez energię mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal G-MV, a następnie kieruje się go na stos ogniw paliwowych.

Przykład 3

Sposób jak w przykładzie 1 z tym, że zastosowano gaz z butli ciśnieniowej, zawierający 99,99% metanu, który wprowadza się do zbiornika buforowego gazu 2, w którym przechowywany jest pod ciśnieniem 100 bar, a następnie kierowany jest poprzez reduktor ciśnienia gazu 3, w którym sprężany jest do ciśnienia 25 bar oraz regulator przepływu gazu 4 do osuszacza gazu 5 i niskotemperaturowego odsiarczalnika gazu 6 przy użyciu sorbentu w postaci formowanych wytlóczek węgla aktywnego wysyconego KJ, a następnie kierowany jest do katalitycznego odsiarczalnika gazu 9, w którym w temperaturze 500°C uzyskiwanej poprzez energię indukcji w grzewczym układzie indukcyjnym G-IN, następuje reakcja siarkowodoru z katalizatorem w postaci tlenku cynku. Gaz odsiarczony kierowany jest do katalitycznego reformera gazu 10, do którego dozowana jest para wodna również pod ciśnieniem 20–35 bar wytworzona w wytwornicy pary 8, pozyskiwanej poprzez energię indukcji w grzewczym układzie indukcyjnym G-IN, z wody dostarczonej z dozownika wody 7. W katalitycznym reformerze gazu 10 w temperaturze 900°C uzyskiwanej poprzez energię indukcji w grzewczym układzie indukcyjnym G-IN, następuje reakcja reformingu parowego metanu przy użyciu katalizatora granulowanego zawierającego nikiel. Następnie uzyskany gaz anodowy podaje się rozprężeniu poprzez reduktor ciśnienia 11 do ciśnienia 0,1–0,5 bar przy spadku temperaturę do 150°C, i z kolei podgrzewa w dogrzewaczu gazu 12 do temperatury 1000°C, uzyskiwanej poprzez energię indukcji w grzewczym układzie indukcyjnym G-IN, a następnie kieruje się go na stos ogniw paliwowych 13.

Przykład 4

Układ wytwarzania energii elektrycznej przy zastosowaniu reformingu parowego gazu zwłaszcza gazu zawierającego metan polega na tym, że sprężarka 1 ma przyłącze gazu, a z drugiej strony połączona jest kolejno ze zbiornikiem buforowym gazu 2, reduktorem ciśnienia gazu 3, regulatorem przepływu gazu 4, niskotemperaturowym odsiarczalnikiem gazu 6, katalitycznym odsiarczalnikiem gazu 9, katalitycznym reformerem gazu 10, który połączony jest poprzez wytwornicę pary 8 z dozownikiem wody 7. Z kolei jest on połączony z regulatorem przepływu gazu 4 poprzez, sygnał sterujący. Następnie katalityczny reformer gazu 10 połączony jest kolejno z reduktorem ciśnienia 11, dogrzewaczem gazu 12, stosem ogniw paliwowych 13, dopalaczem gazów 14, który połączony jest z reduktorem ciśnienia 11 oraz z wylotem gazów neutralnych. Przy czym wytwornica pary 8, katalityczny reformer gazu 1, katalityczny odsiarczalniki gazu 9, dogrzewacz gazu 12 połączone są z generatorem mikrofal G-MV. Pomędzy regulatorem przepływu gazu 4 i dozownikiem wody 7 jest połączenie sygnałowe sterujące, które informuje, że z regulatora przepływu gazu 4 podawana jest odpowiednia ilość strumienia gazu, aby w odpowiedniej proporcji do strumienia gazu wytworzyć parę w wytwornicy pary 8. Jako reduktor ciśnienia 11 zastosowano dyszę de Lawala, w której zachodzi redukcja ciśnienia i ochłodzenie gazu. Połączenie reduktora ciśnienia 11 z dopalaczem gazów 14 stanowi by-pass w przypadku, gdy ilość wytworzonego gazu anodowego byłaby większa niż zużycie w stosie ogniw paliwowych 13 lub gdy stos ogniw paliwowych 13 będzie miał awarię, i gaz z katalitycznego odsiarczalnika gazu 9, oraz katalitycznego reformera gazu 10, trzeba awaryjnie odprowadzić, zrzuć, poprzez dopalacz gazów 14.

Przykład 5

Układ jak u przykładzie 4 z tą różnicą, że wytwornica pary 8, katalityczny odsiarczalniki gazu 9, katalityczny reformer gazu 10, oraz dogrzewacz gazu 12 połączone są z grzewczym układem indukcyjnym G-IN.

Wykaz oznaczeń na rysunku

1	Sprężarka
2	Zbiornik buforowy gazu
3	Reduktor ciśnienia gazu
4	Regulator przepływu gazu
5	Osuszacz gazu
6	Niskotemperaturowy odsiarczalniki gazu
7	Dozownik wody
8	Wytwornica pary
9	Katalityczny odsiarczalniki gazu
10	Katalityczny reformer gazu
11	Reduktor ciśnienia
12	Dogrzewacz gazu
13	Stos ogniw paliwowych
14	Dopalacz gazów
GM-V	Generator mikrofal
G-IN	Grzewczy układ indukcyjny

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania energii elektrycznej przy zastosowaniu reformingu parowego gazu zwłaszcza gazu zawierającego metan **znamienny tym**, że gaz sprężany do ciśnienia minimum 20 bar w sprężarce (1) wprowadza się do zbiornika buforowego (2), w którym przechowywany jest pod ciśnieniem od 100 bar do 200 bar, a następnie kierowany jest poprzez reduktor ciśnienia gazu (3), w którym sprężany jest do ciśnienia 20–35 bar oraz regulator przepływu gazu (4) do osuszacza gazu (5) i niskotemperaturowego odsiarczalnika gazu (6) przy użyciu sorbentu, a następnie kierowany jest do katalitycznego odsiarczalnika gazu (9), w którym następuje w temperaturze 350°C–500°C reakcja siarkowodoru z tlenem, i z kolei do katalitycznego reformera gazu (10), do którego dozowana jest para wodna również pod ciśnieniem 20–35 bar wytworzona w wytwornicy pary (8) z wody dostarczonej z dozownika wody (7) i w katalitycznym reformerze gazu (10) w temperaturze 800°C–1100°C następuje reakcja reformingu parowego metanu przy użyciu katalizatora zawierającego nikiel, a następnie uzyskany gaz anodowy poddaje się rozprężeniu do ciśnienia 0,1–0,5 bar przy spadku temperatury do 50°C–150°C w reduktorze ciśnienia (11), i z kolei podgrzewa w dogrzewaczu gazu (12) do temperatury 800°C–1100°C, a następnie kieruje się go na stos ogniw paliwowych (13), a resztkowy gaz katodowy ze stosu ogniw paliwowych (13) unieszkodliwia się w dopalaczu gazów (14) i odprowadza gazy neutralne, przy czym ilość wody dozowana z dozownika wody (7) do wytwornicy pary (8) jest proporcjonalna do strumienia gazu przepływającego przez regulator przepływu gazu (4).
2. Sposób **znamienny tym**, że niskotemperaturowy odsiarczalnik gazu (6) ma sorbent w postaci węgla aktywnego z czynnikiem reakcyjnym zawierającym jodek potasu,
3. Sposób **znamienny tym**, że w katalitycznym reformerze gazu (10) zastosowany katalizator zawierający nikiel jest w postaci katalizatora monolitycznego lub katalizatora formowanego lub katalizatora granulowanego.
4. Sposób **znamienny tym**, że ogrzewanie gazu w katalitycznym odsiarczalniku gazu (9), katalitycznym reformerze gazu (10), dogrzewaczu gazu (12), oraz ogrzewanie wody w wytwornicy pary (8) jest za pomocą mikrofal wytworzonych przez generator mikrofal GM-V lub poprzez energię indukcji wytworzonej przez grzewczy układ indukcyjny G-IN.
5. Sposób **znamienny tym**, że do reformingu parowego gazu stosuje się gaz miejski lub gaz z butli, lub biogaz lub gaz kopalniany po wzbogaceniu w metan.
6. Układ wytwarzania energii elektrycznej przy zastosowaniu reformingu parowego gazu zwłaszcza gazu zawierającego metan **znamienny tym**, że sprężarka (1) ma przyłącze gazu, a z drugiej strony połączona jest kolejno ze zbiornikiem buforowym gazu (2), reduktorem ciśnienia gazu (3), regulatorem przepływu gazu (4), osuszaczem gazu (5), niskotemperaturowym odsiarczalnikiem gazu (6), katalitycznym odsiarczalnikiem gazu (9), katalitycznym reformerem gazu (10), który połączony jest poprzez wytwornicę pary (8) z dozownikiem wody (7), a następnie katalityczny reformer gazu (10) połączony jest kolejno z reduktorem ciśnienia (11), dogrzewaczem gazu (12), stosem ogniw paliwowych (13), dopalaczem gazów (14), który połączony jest z reduktorem ciśnienia (11) oraz z wylotem gazów neutralnych, przy czym wytwornica pary (8), katalityczny odsiarczalnik gazu (9) katalityczny reformer gazu (10), dogrzewacz gazu (12) połączone są z generatorem mikrofal (G-MV) lub grzewczym układem indukcyjnym (G-IN), a dozownik wody (7) połączony jest z regulatorem przepływu gazu (4) poprzez sygnał sterujący.

Rysunki

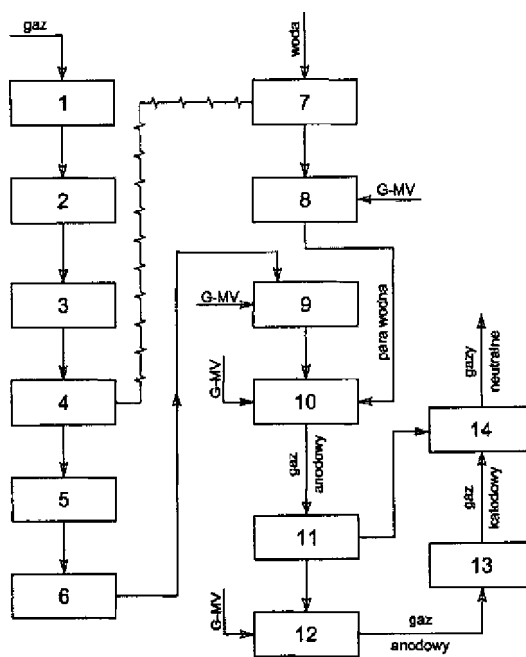


Fig.1

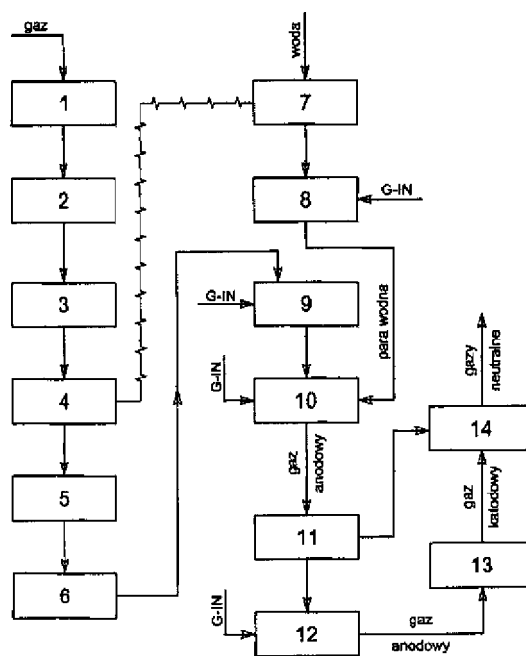


Fig.2