RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **236870**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412339**

(22) Data zgłoszenia: **14.05.2015**

(51) Int.Cl.
H01M 8/04 (2016.01)
H01M 8/04119 (2016.01)

(54) **Nawilżacz gazów zasilających niskotemperaturowe ogniwa paliwowe**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
21.11.2016 BUP 24/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
22.02.2021 WUP 04/21

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MAGDALENA DUDEK, Kraków, PL
BARTŁOMIEJ LIS, Wojnicz, PL

PL 236870 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest nawilżacz gazów zasilających niskotemperaturowe ogniwa paliwowe, przeznaczone zwłaszcza do zasilania silników elektrycznych w bezzałogowych aparatach latających.

Ogniwa paliwowe są coraz częściej stosowane jako jednostki zasilające silniki elektryczne w bezzałogowych aparatach latających (BAL). Ogniwa te pracują cicho, nie emitują spalin, a przez to dymu i zapachów. Także emisja ciepła jest niewielka, co praktycznie uniemożliwia ich identyfikację urządzeniami wykorzystującymi promieniowanie podczerwone, w szczególności w nocy. Jako jednostki zasilające BAL, najczęściej stosowane są niskotemperaturowe ogniwa paliwowe (ang. Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC). Wynikiem pracy ogniw paliwowych są: elektryczność oraz ciepło odpadowe i woda. PEMFC jako elektrolit zwykle zawieraj syntetyczny polimer o nazwie handlowej Nation. Materiał ten jest powszechnie stosowanym przewodnikiem protonowym, którego przewodnictwo jonowe silnie zależy od stopnia nawilżenia. Uzyskanie maksymalnej mocy elektrycznej generowanej z ogniwa paliwowego PEMFC wymaga pracy w temperaturze 50–70°C. Wiąże się to z przyśpieszonym usuwaniem wody z elektrolitu i prowadzi do wzrostu rezystancji elektrycznej ogniwa paliwowego oraz pogorszenia jego parametrów eksploatacyjnych. Dlatego też konieczne jest nawilżenie gazowych reagentów zasilających ogniwa.

Najprostszą metodę nawilżania gazów w ogniwach PEMFC z membraną z Nafionu stanowi barbotaż, polegający na przepuszczaniu pęcherzy gazów przez ciecz, zwykle wodę o określonej temperaturze. Ten sposób znajduje zastosowanie w przypadku badań podstawowych, dotyczących charakterystyki pracy ogniw PEMFC na stanowiskach stacjonarnych.

Stosuje się również metody polegające na bezpośrednim wkropleniu, wstrzyknięciu lub rozpyleniu wody albo pary wodnej do strumienia przepływającego gazu.

Znane są rozwiązania komercyjne w zakresie nawilżania gazów przez specjalnie produkowane odrębne urządzenia (nawilżacze) o zróżnicowanych gabarytach np. produkowane przez firmę Perma Pure LLC. Niektóre z oferowanych produktów są dedykowane głównie do nawilżania gazów dostarczanych do ogniw paliwowych PEMFC. Ich działanie opiera się na procesach ciągłej wymiany wilgoci i ciepła pomiędzy fazami woda – gaz lub gaz – gaz. Nawilżacze typu woda – gaz posiadają wodę w stanie ciekłym po jednej stronie membrany i suchy gaz po drugiej. Takie rozwiązanie zapewnia co prawda wysoki stopień nawilżenia, jednak odparowywanie wody z powierzchni membrany nafionowej prowadzi do obniżenia temperatury pracy urządzenia, a w konsekwencji do spadku efektywności nawilżania. Aby ograniczyć to niekorzystne zjawisko wodę podgrzewa się przed wprowadzeniem do nawilżacza. Wymaga to użycia dodatkowych elementów w konstrukcji całego urządzenia i powoduje dodatkowe koszty, a także zwiększenie masy i gabarytów systemu nawilżania. Tego typu kompleksowe urządzenia nawilżające są dostępne na rynku komercyjnym i oferowane są między innymi przez Freudenberg SE, RASIRC Inc., PermSelect, dPoint Technologies Inc. i in.

Ze zgłoszenia US20140106245 A1 znane jest urządzenie do nawilżania gazów zasilających ogniwo paliwowe w skład którego wchodzą: zbiornik wilgoci oraz wymiennik wilgoci zawierający przynajmniej jedną przepuszczalną dla pary wodnej lub wody membranę. Dzięki zastosowaniu takiej konstrukcji urządzenia, do ogniwa paliwowego doprowadzane jest nawilżone powietrze stanowiące jeden z reagentów, natomiast strumień wilgotnych gazów wylotowych będących produktami reakcji lub niezużytymi reagentami kierowany jest z powrotem do nawilżacza, gdzie odzyskiwana woda nawilża kolejne wchodzące do ogniwa porcje powietrza. Materiał absorbujący wilgoć najczęściej ma postać wydłużonych włókien.

Znane jest również ze zgłoszenia międzynarodowego W0200063990 A2 rozwiązanie zawierające gazoprzepuszczalne wypełnienie w postaci obracającego się koła (ang. sorption wheel), które w czasie obrotu kontaktuje się częściowo z gazem wilgotnym (odlotowym) i nawilżanym (dolotowym) doprowadzanym do ogniwa. Koło zbudowane jest z materiału dobrze akumulującego wilgoć lub jego powierzchnia jest nim pokryta.

W innym, znanym ze zgłoszenia US20140306359 A1 rozwiązaniu, do nawilżania gazów użyto wymiennika gaz – gaz z membraną polimerową oddzielającą gaz suchy od wilgotnego, wyposażonego w separator oddzielający przepływające gazy. Separator ma kształt harmonijki, i zawiera kanały w kształcie litery U lub V. Para wodna swobodnie przepływa przez wymiennik od strony wilgotnego gazu wylotowego do gazu nawilżanego, a wilgoć wytworzona w czasie pracy ogniwa jest zawracana do procesu.

Znane rozwiązania najczęściej wymagają wyposażenia generatora energii elektrycznej ze stosem ogniw paliwowych w dodatkowy zbiornik do przechowywania wody oraz instalację doprowadzającą wodę do urządzeń nawilżających, a także układy podgrzewania i dodatkowego monitoringu. Gromadzenie wody w jednym urządzeniu, a nawilżanie gazu w innym prowadzi głównie do zwiększania masy i gabarytów urządzeń nawilżających, co nie jest korzystne dla małych bezpilotowych aparatów latających, gdyż może powodować znaczne pogorszenie właściwości aerodynamicznych i jakości lotu BAL. Ponadto konstrukcja BAL pozwala jedynie na umieszczenie ograniczonej liczby dodatkowych urządzeń pomocniczych w kadłubie BAL.

W rozwiązaniach takich jak np. barbotaż pojawia się problem utrzymania wody w stałym położeniu w czasie lotu statku powietrznego. Znane rozwiązania adaptowane ze zastosowań stacjonarnych do lotniczych, mają szereg niedogodności trudnych do kontroli w czasie zmiennych faz lotu BAL m.in. możliwość cofnięcia się wody do gazów zasilających ogniwo.

Podobnie jak w znanych rozwiązaniach, nawilżacz gazów zasilających niskotemperaturowe ogniwa paliwowe zawiera hermetyczną obudowę z króćcami wlotu i wylotu gazu oraz gazoprzepuszczalne wypełnienie stanowiące źródło wilgoci.

Istota rozwiązania polega na tym, że wypełnienie stanowi kuleczkowe hydrożelowe złoże, które na odcinku wlot – wylot przesłaniane jest wieloma sąsiadującymi ze sobą przegrodami, wyposażonymi przemiennie w przeloty przyściankowe i środkowe, wymuszające kierunek przepływu gazu o charakterze przestrzennie meandrycznym.

Korzystnie obudowa ma postać cylindryczną.

W rozwiązaniu według wynalazku, woda wykorzystywana do nawilżania gazu w całości zgromadzona jest wewnątrz nawilżacza, w formie stałego hydrożelu. Eliminuje to konieczność stosowania dodatkowego zbiornika przechowującego wodę. Ponadto zapobiega ewentualnemu cofnięciu się ciekłej wody do linii zasilania gazem, co mogłoby powodować uszkodzenie urządzeń kontrolno-pomiarowych np. czujników ciśnienia czy przepływomierzy.

Przegrody przesłaniające hydrożelowe złoże dodatkowo je wzmacniają i zapewniają możliwość pracy nawilżacza niezależnie od orientacji bezzałogowego samolotu, a tym samym nawilżacza w przestrzeni i działających na niego przyśpieszeń.

Cylindryczny kształt obudowy pozwala na dowolne ułożenie nawilżacza w kadłubie BAL.

Ponadto wyposażenie przegród naprzemiennie w przeloty przyściankowe i środkowe wymusza kierunek przepływu gazu o charakterze przestrzennie meandrycznym. Powoduje to wydłużenie drogi kontaktu gazu z hydrożelowym złożem i zwiększa skuteczność nawilżenia.

Dodatkowo stykające się kulki wyznaczają przepływ o charakterze zwężkowym, co wpływa na intensyfikację procesu.

Niewątpliwą zaletą nawilżacza według wynalazku są również jego małe wymiary i waga oraz możliwość pracy w każdym położeniu i działających przyspieszeniach.

Przedmiot wynalazku wyjaśniony jest opisem przykładowego wykonania nawilżacza gazów pokazanego na rysunku, którego fig. 1 przedstawia przekrój pionowy przez nawilżacz, fig. 2 – przekrój poprzeczny według linii A – A przez przegrodę wyposażoną w przeloty przyściankowe, a fig. 3 – przekrój poprzeczny według linii B – B przez przegrodę wyposażoną w przeloty środkowe.

Nawilżacz gazów doprowadzanych do niskotemperaturowych ogniw paliwowych zawiera hermetyczną obudowę 1 w kształcie cylindra, z króćcami wlotu 2 i wylotu 3 gazu oraz umieszczone wewnątrz niej kuleczkowe hydrożelowe złoże 4 stanowiące źródło wilgoci. Na odcinku wlot 2 – wylot 3, hydrożelowe złoże 4 przesłaniane jest wieloma sąsiadującymi ze sobą przegrodami 5, 6. Przegrody 5 wyposażone są w okrągłe przeloty przyściankowe, a przegrody 6 w okrągłe przeloty środkowe 6.

Suchy gaz wprowadzany jest przez króciec wlotu 2 do obudowy 1, wewnątrz której kontaktuje się z hydrożelowym złożem 4. Przegrody 5, 6 kierują strumień gazu na przemian: do osi lub do ścianek obudowy 1, wymuszając kierunek przepływu 7 o charakterze przestrzennie meandrycznym. Nawilżacz ogrzewany jest ciepłem odpadowym pochodzącym z obiegu chłodzenia stosu ogniw paliwowych. Woda zgromadzona w hydrożelowym złożu 4 ulega odparowaniu i wraz ze strumieniem nawilżonego gazu kierowana jest przez wylot 3 do stosu ogniw paliwowych, gdzie utrzymuje stałe nawilżenie elektrolitu, a tym samym jego wysoką przewodność. Po skończonej pracy hydrożelowe złoże 4 poddaje się regeneracji poprzez wprowadzenie i pozostawienie ciekłej wody we wnętrzu nawilżacza, aż do całkowitego nawilżenia hydrożelu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Nawilżacz gazów zasilających niskotemperaturowe ogniwa paliwowe, zawierający hermetyczną obudowę z króćcami wlotu i wylotu gazu oraz gazoprzepuszczalne wypełnienie stanowiące źródło wilgoci, **znamienny tym**, że wypełnienie stanowi kuleczkowe hydrożelowe złoże (4), które na odcinku wlot (2) – wylot (3) przesłaniane jest wieloma sąsiadującymi ze sobą przegrodami (5, 6), wyposażonymi przemiennie w przeloty przyściankowe (5) i środkowe (6), wymuszające kierunek przepływu gazu o charakterze przestrzennie meandrycznym.
2. Nawilżacz, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obudowa (1) ma postać cylindryczną.

Rysunki

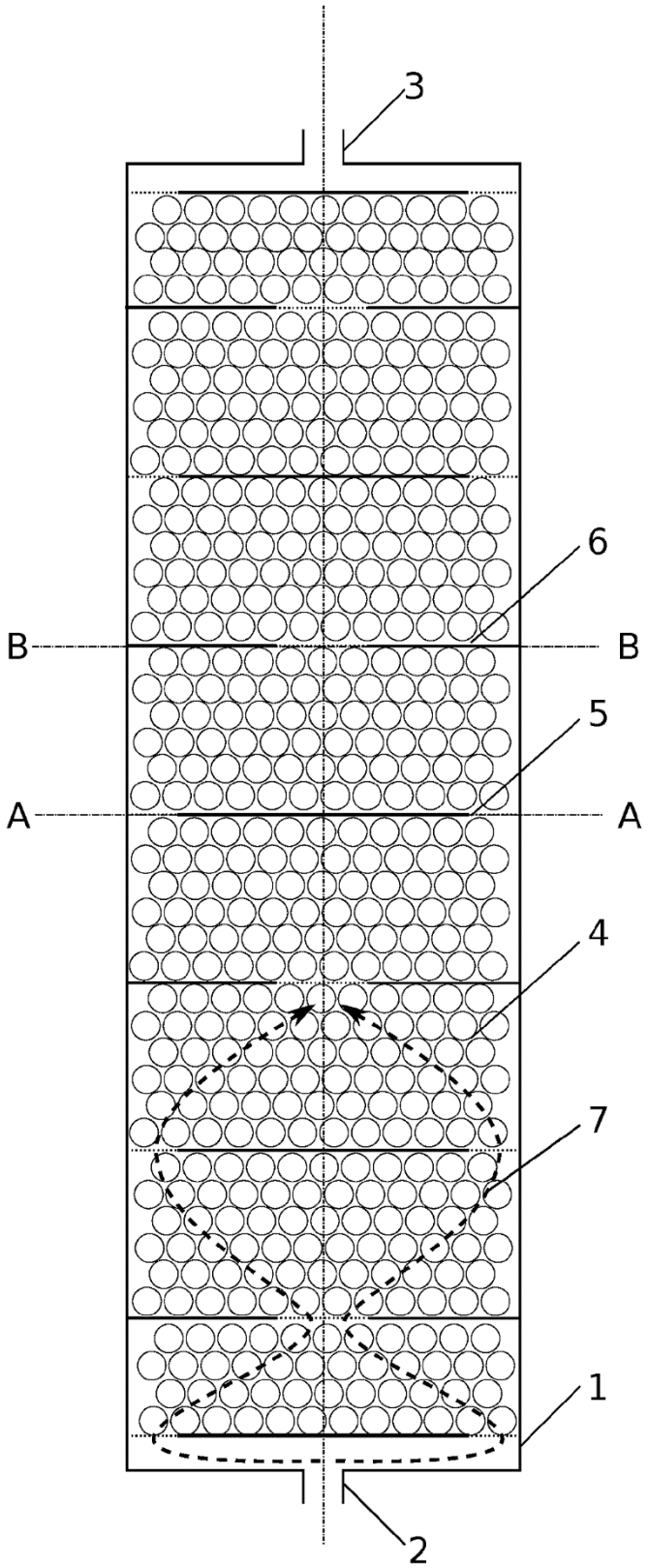

Fig. 1

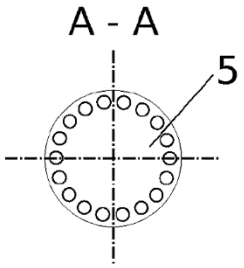

Fig. 2

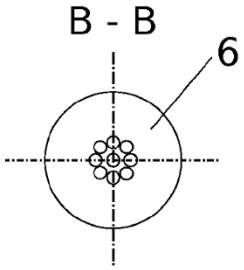

Fig. 3