

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS OCHRONNY**
WZORU UŻYTKOWEGO (19) **PL** (11) **70996**

(21) Numer zgłoszenia: **126364**

(22) Data zgłoszenia: **22.05.2017**

(13) **Y1**

(51) Int.Cl.
F17C 5/04 (2006.01)
F17C 13/00 (2006.01)
F17D 1/065 (2006.01)

(54) **Adapter do przetaczania wodoru ze zbiornika stacjonarnego do przenośnych butli**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
03.12.2018 BUP 25/18

(45) O udzieleniu prawa ochronnego ogłoszono:
30.09.2019 WUP 09/19

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

(72) Twórca(y) wzoru użytkowego:
**MAGDALENA DUDEK, Kraków, PL
ANDRZEJ RAŻNIAK, Chrzanów, PL
BARTŁOMIEJ LIS, Wojnicz, PL**

PL 70996 Y1

Opis wzoru

Przedmiotem wzoru użytkowego jest adapter do przetaczania wodoru ze zbiornika stacjonarnego do przenośnych butli, zwłaszcza kompozytowych, przeznaczonych do stosowania w urządzeniach mobilnych zasilanych ogniwami paliwowymi, w szczególności takich jak przenośne zasilacze pomocnicze APU, drony oraz małe pojazdy elektryczne takie jak np. rower czy skuter.

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie wykorzystaniem wodoru jako uniwersalnego paliwa. Zwykle wodór magazynowany jest w dużych zbiornikach stalowych o nominalnym ciśnieniu pracy do 35 MPa, które ze względu na bardzo niekorzystny stosunek wagi stalowego zbiornika do ilości magazynowanego wodoru nie nadają się do powszechnego stosowania m.in. w urządzeniach przenośnych lub do zasilania ogniw paliwowych przeznaczonych w szczególności do zastosowań motoryzacyjnych i lotniczych.

Jak opisano w publikacji W. Błażejowski i in. „Aspekty bezpieczeństwa w zakresie ciśnieniowego magazynowania wodoru w zbiornikach samochodowych”, Biuletyn Polskiego Stowarzyszenia Wodoru i Ogniw Paliwowych Nr 5 (2010), dąży się do takich rozwiązań konstrukcyjnych, aby zredukować masę zbiornika i jednocześnie zwiększyć jego ciśnienie pracy, a rozwój technologii materiałów kompozytowych pozwolił na wprowadzenie lekkich zbiorników, o zwiększonej wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne. Zbiorniki kompozytowe wykonane są ze skorupy z włókien węglowych o dużej wytrzymałości, osłaniającej wewnątrz zbiornika z nieprzepuszczalnej dla wodoru bariery w postaci polimerowego lub metalicznego lineru, najczęściej PET lub aluminium. W porównaniu ze zbiornikami metalowymi, zbiorniki kompozytowe są lżejsze o około 50–75%, przy maksymalnym ciśnieniu magazynowanego wodoru wynoszącym nawet do 70 MPa.

Znane jest zastosowanie wodoru jako paliwa do zasilania ogniw paliwowych. Ogniwa paliwowe to urządzenia elektrochemiczne, w których zachodzi bezpośrednia konwersja energii chemicznej paliwa wodorowego na energię elektryczną, a produktami ubocznymi są ciepło i woda. Ogniwa paliwowe działają tak długo jak doprowadzane są reagenty: paliwo, tj. wodór oraz utleniacz np. tlen zawarty w powietrzu. Ilość zgromadzonego wodoru w zbiorniku jest więc czynnikiem determinującym czas pracy ogniw paliwowych jako generatorów energii elektrycznej.

Zmagazynowanie określonej zawartości wodoru w kompozytowym zbiorniku ciśnieniowym jest czynnikiem niezbędnym do prawidłowego działania generatorów energii elektrycznej ogniw paliwowych. Przykładowe wyniki pomiarów zapotrzebowania na paliwo wodorowe komercyjnego generatora AERO-PACK przedstawiono w publikacji: M. Dudek i in. pt. „Hybrid fuel cell – battery system as a main power unit for small unmanned aerial vehicles (UAV)”, Int. J. Electrochem. Sci., 8 (2013) 8442–8463. Oszacowano, że czas lotu bezzałogowego statku powietrznego (drona), w czasie którego jednostka AERO-PAKU zasilana jest z ciśnieniowego zbiornika kompozytowego o objętości 1.1 l wynosi 1 h 39 min, co w praktyce jest wystarczające, aby zebrać dane doświadczalne.

Zapewnienie ciągłości pracy generatorów energii elektrycznej z ogniwami paliwowymi często wymaga okresowego uzupełniania wodoru w zbiornikach kompozytowych ze stalowych zbiorników o dużej pojemności. Najczęściej napełnienie wodorem zbiornika kompozytowego o pojemności wynoszącej od 1 do 12 l odbywa się na zasadzie przetoczenia gazu ze stacjonarnego, stalowego zbiornika wysokociśnieniowego o dużej pojemności. Stacjonarne zbiorniki wodoru mogą być usytuowane na specjalnie dostosowanych stacjach do tankowania wodoru lub też transportowane do miejsca tankowania.

Znany jest adapter do przetaczania wodoru z przemysłowych stalowych butli sprężonego wodoru do przenośnych kompozytowych zbiorników, który jest produkowany przez firmę Horizon i oferowany w Internecie na stronie <http://www.fuelcellstore.com/horizon-refilling-adapter-kit> pod nazwą *Refilling Adapter Kit*. Adapter ma stalowy korpus rurowy zakończony po obu stronach przyłączami do zaworów butlowych. Od strony przyłączanej do przemysłowej butli stalowej, która jest źródłem wodoru, znajduje się gwint zewnętrzny w standardzie BS 341 No 4, nie dostosowany do standardów przyłączy zaworów butlowych obowiązujących w Polsce, a opisanych w normach PN-81/M-69229 oraz DIN477-1. Na drugim końcu adaptera znajduje się przyłącze z gwintem zewnętrznym umożliwiające podłączenie się do przenośnej kompozytowej butli na wodór. Znany adapter umożliwia napełnianie przenośnych niewielkich butli kompozytowych wodoru o pojemności do kilku litrów, pod ciśnieniem do 30 MPa.

Napełnianie odbywa się w następujący sposób: najpierw powoli odkręca się zawór na butli stalowej, z której będzie dostarczany wodór i oczyszcza się z powietrza wewnątrz złącza napełniania gazu poprzez 2–3-krotne upuszczenie wodoru przez rurkę silikonową podłączoną do wylotu gazu na dwustopniowym reduktorze ciśnienia, w który musi być wyposażona napełniająca butla kompozytowa.

Ze względów bezpieczeństwa i zgodnie z obowiązującymi regulacjami UE maksymalna dopuszczalna temperatura wewnątrz zbiornika podczas uzupełniania paliwa nie może przekraczać 85°C. Wodór jest gazem łatwopalnym, tak więc armatura oraz zbiorniki używane do magazynowania wodoru muszą zostać przepłukane gazem obojętnym lub mieszaniną gazu obojętnego z niewielką zawartością wodoru celem usunięcia resztkowego tlenu (zagrożenie zapaleniem się wodoru), a także usunięcia innych gazów stanowiących zanieczyszczenia. W następnym kroku otwiera się zawór odcinający na napełnianym zbiorniku kompozytowym, aby rozpocząć napełnianie wodorem butli kompozytowej. W trakcie przetaczania gazu jest słyszalny szum napełniania wodorem zbiornika kompozytowego, a jednocześnie zbiornik ogrzewa się. Wykorzystując komercyjnie dostępne rozwiązanie adaptera firmy Horizon nie można jednoznacznie określić momentu, w którym zbiornik został całkowicie napełniony, ale jak wynika z praktyki należy po około 2–3 minutach wypełniania zbiornika zakręcić zawór odcinający na zbiorniku kompozytowym, a następnie zakręcić zawór na butli stalowej, z której pobierany był wodór.

Znany jest również ze zgłoszenia EP2330330 A1 adapter służący do przetaczania gazu LPG z większych źródeł stacjonarnych do przenośnych zbiorników. Adapter ten ma stalowy korpus z gwintowymi przyłączami do zaworów butlowych: stacjonarnego źródła gazu oraz napełnianego zbiornika kompozytowego. Wewnątrz korpusu znajduje się zawór zwrotny, który uniemożliwia przypadkowe wydostawanie się gazu z napełnianego zbiornika kompozytowego.

Napełnianie butli kompozytowych wodorem poprzez przetaczanie go z dużego stacjonarnego zbiornika stalowego nie jest zadaniem prostym technicznie. W trakcie przetaczania w krótkim czasie, w wyniku kompresji gazu może dojść do szybkiego wzrostu temperatury sprężanego gazu wewnątrz napełnianego zbiornika kompozytowego i w konsekwencji prowadzić do zmian termomechanicznych materiału, z którego wykonany jest liner oraz utraty szczelności przez zbiornik kompozytowy. Powodem uszkodzenia zbiornika kompozytowego może być także nagły przyrost ciśnienia wywołany niekontrolowanym napływem gazu po odkręceniu zaworu odcinającego butli stalowej.

Znane ze stanu techniki urządzenia umożliwiają niekontrolowane przetaczanie wodoru. Brak jest informacji o rzeczywistej ilości zgromadzonego wodoru w kompozytowym zbiorniku i nie można z dużą dokładnością oszacować czasu pracy zasilanego nim urządzenia. Ponadto nie można kontrolować szybkości napełniania zbiornika oraz monitorować ciśnienia magazynowanego wodoru w napełnianej butli kompozytowej.

Celem wzoru użytkowego jest opracowanie konstrukcji adaptera do przetaczania wodoru ze zbiornika stacjonarnego do przenośnych butli, które będzie odbywać się w sposób kontrolowany poprzez monitorowanie szybkości przyrostu ciśnienia gazu w czasie oraz końcowego ciśnienia gazu gromadzonego w butli kompozytowej, a ponadto znana będzie rzeczywista ilość wodoru zgromadzonego w przenośnej butli po jego przetoczeniu.

Adapter do przetaczania wodoru ze zbiornika stacjonarnego do przenośnych butli, według niniejszego wzoru użytkowego, zaopatrzone jest na przeciwległych końcach w gwintowe przyłącza do zaworów butlowych: wlotowe i wylotowe.

Istota rozwiązania polega na tym, że wlotowe przyłącze butlowe jest połączone z wlotem trójnika, którego jeden wylot jest połączony z iglicowym zaworem upustowym gazu, a drugi, poprzez iglicowy zawór dławiący połączony jest z wlotem drugiego trójnika, którego jeden wylot jest połączony z czujnikiem ciśnienia, a drugi z przyłączem butlowym wylotowym, przy czym wszystkie elementy adaptera są ze sobą połączone poprzez łączniki rurowe i są wykonane ze szczelnością przewidzianą dla gazowego wodoru o ciśnieniu do 70 MPa.

Adapter, według wzoru użytkowego, umożliwia kontrolowanie przepływu gazu z wysokociśnieniowego zbiornika stacjonarnego do przenośnych butli kompozytowych. Wyposażenie adaptera w iglicowy zawór dławiący umożliwia regulację natężenia przepływu gazu pomiędzy zbiornikami. Z kolei iglicowy zawór upustowy gazu po zainstalowaniu go do zbiornika stacjonarnego pozwala na usunięcie powietrza z adaptera przed procesem napełniania, a także umożliwia wstępne przepłukanie napełnianego zbiornika kompozytowego i usunięcie z niego zanieczyszczeń, głównie tlenu. Dodatkowo iglicowy zawór upustowy gazu umożliwia szybkie opróżnienie zbiornika kompozytowego w sposób kontrolowany, gdy zajdzie taka potrzeba np. na czas transportu lub podczas przechowywania. Dotyczy to szczególnie przenośnych zbiorników kompozytowych wyposażonych jedynie w zawór odcinający niewyposażonych na stałe w reduktor. Natomiast czujnik ciśnienia gazu umożliwia kontrolę ciśnienia w butli kompozytowej podczas napełniania jej gazem oraz ustalenie momentu zakończenia procesu napełniania, a dodatkowo monitoring ubytku wodoru w trakcie przechowywania zbiornika z gazem.

Adapter do przetaczania wodoru według wzoru użytkowego pozwala na kontrolę szybkości przetaczania wodoru wysokociśnieniowego zbiornika stacjonarnego do przenośnych butli kompozytowych, tym samym zapewniając bezpieczeństwo procesu napełniania pod względem dopuszczalnego przyrostu ciśnienia. Dzięki temu można uniknąć uszkodzenia przenośnego zbiornika kompozytowego. Ponadto adapter pełni w trakcie napełniania funkcję elementu mocującego, utrzymującego napełnianą butlę kompozytową w odpowiedniej pozycji w stosunku do stacjonarnego zbiornika.

Zaletą proponowanego rozwiązania jest również możliwość określenia ilości wodoru w zbiorniku kompozytowym po jego napełnieniu, co pozwoli przewidzieć czas pracy ogniw paliwowych używanych jako źródeł energii elektrycznej w urządzeniach mobilnych np. czas przelotu drona, lekkiego statku powietrznego, jazdy na rowerze, pracy zasilacza awaryjnego APU. Należy podkreślić, że wodór w ogniwach paliwowych nie tylko zużywany jest do wytworzenia energii elektrycznej, ale także na potrzeby własne stosu ogniw paliwowych (głównie tzw. przedmuchiwanie, którego celem jest oczyszczenie ogniw).

Urządzenie według wzoru uwidoczniono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia adapter w widoku z boku z przekrojami przez zawory iglicowe, a fig. 2 – schemat instalacji do przetaczania gazu z wykorzystaniem adaptera według wzoru.

Adapter do przetaczania wodoru ze zbiornika stacjonarnego do przenośnych butli, zaopatrzone na przeciwległych końcach w gwintowe przyłącza do zaworów butlowych. Wlotowe przyłącze butlowe 1 z żeńskim gwintem wewnętrznym Whitworth W 21,8 × 1/14" L zgodnym z normą DIN477-1 jest przeznaczone do połączenia adaptera z zaworem odcinającym 10 przemysłowej butli stalowej 11 zawierającej sprężony wodór. Wylotowe przyłącze butlowe 7 z żeńskim gwintem zewnętrznym M 12 × 1 przeznaczone jest do połączenia urządzenia z zaworem odcinającym 8 przenośnej butli kompozytowej 9. Wlotowe przyłącze butlowe 1 jest połączone z wlotem trójnika 2, którego jeden wylot jest połączony z iglicowym zaworem upustowym gazu 3, a drugi, poprzez iglicowy zawór dławiący 4 połączony jest z wlotem drugiego trójnika 5, którego jeden wylot jest połączony z czujnikiem ciśnienia 6, a drugi z wylotowym przyłączem butlowym 7. Wszystkie elementy adaptera są ze sobą połączone poprzez łączniki rurowe i są wykonane ze szczelnością przewidzianą dla gazowego wodoru o ciśnieniu do 70 MPa.

Aby przetoczyć wodór ze zbiornika stacjonarnego do przenośnej butli, w pierwszej kolejności adapter według wzoru użytkowego szczelnie przykręca się do zaworu odcinającego 10 przemysłowej butli stalowej 11 zawierającej sprężony wodór oraz do zaworu odcinającego 8 przenośnej butli kompozytowej 9. Następnie otwiera się zawór odcinający 10 przemysłowej butli stalowej 11 i dokonuje kilkusekundowego przepłukania urządzenia otwierając iglicowy zawór upustowy gazu 3, a tym samym usuwając znajdujące się w nim powietrze. Jeżeli przenośna butla kompozytowa 9 napełniana jest po raz pierwszy, zwykle również zawiera powietrze. Zakręca się wtedy zawór odcinający 10 przemysłowej butli stalowej 11 i otwiera zawór odcinający 8 przenośnej butli kompozytowej 9, a następnie również ją przepłukuje wodorem pozostałym w urządzeniu.

Po oczyszczeniu adaptera i butli kompozytowej 9 rozpoczyna się proces kontrolowanego przetaczania wodoru. W tym celu ponownie odkręca się zawór odcinający 10 przemysłowej butli stalowej 11, a następnie ostrożnie odkręca się iglicowy zawór dławiący 4 i ręcznie nastawia natężenie przepływu wodoru tak, aby nie przekraczać maksymalnego dopuszczalnego przyrostu ciśnienia i temperatury w czasie, według wymagań producenta napełnianego zbiornika kompozytowego. Obserwując wskazania czujnika ciśnienia 6 i znając dopuszczalny przyrost ciśnienia w przenośnej butli kompozytowej 9 ręcznie steruje się wielkością otwarcia iglicowego zaworu dławiącego 4. Po osiągnięciu zakładanego ciśnienia w przenośnej butli kompozytowej 9 zakręca się zawór odcinający 10 przemysłowej butli stalowej 11 i zawór odcinający 8 przenośnej butli kompozytowej 9 oraz odkręca przenośną butlę kompozytową 9.

Zastrzeżenie ochronne

1. Adapter do przetaczania wodoru ze zbiornika stacjonarnego do przenośnych butli, zaopatrzone na przeciwległych końcach w gwintowe przyłącza do zaworów butlowych: wlotowe i wylotowe, **znamienny tym**, że wlotowe przyłącze butlowe (1) jest połączone z wlotem trójnika (2), którego jeden wylot jest połączony z iglicowym zaworem upustowym gazu (3), a drugi, poprzez iglicowy zawór dławiący (4) połączony jest z wlotem drugiego trójnika (5), którego jeden wylot jest połączony z czujnikiem ciśnienia (6), a drugi z przyłączem butlowym wylotowym (7), przy czym wszystkie elementy adaptera są ze sobą połączone poprzez łączniki rurowe i są wykonane ze szczelnością przewidzianą dla gazowego wodoru o ciśnieniu do 70 MPa.

Rysunki

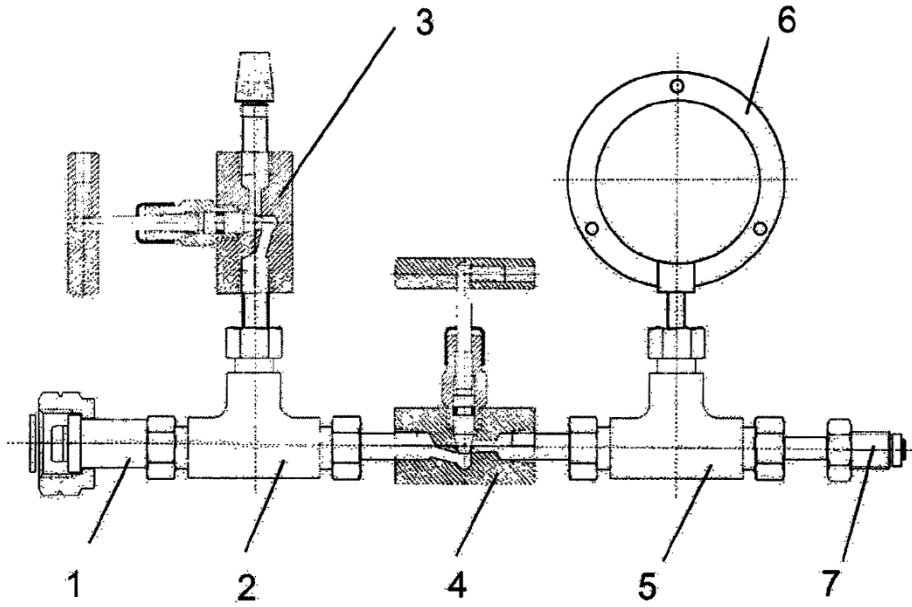


Fig. 1

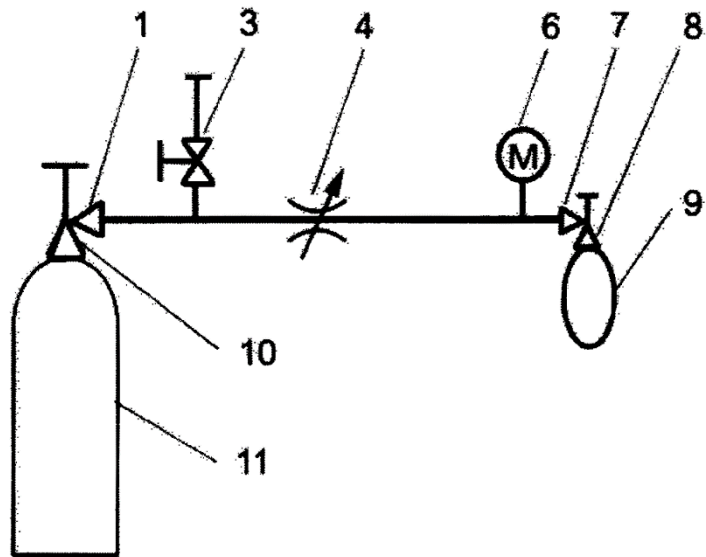


Fig. 2

