

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **230149**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **419141**

(51) Int.Cl.

F17C 1/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **17.10.2016**

(54) **Kompaktowe urządzenie do adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

23.04.2018 BUP 09/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.09.2018 WUP 09/18

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

MIROŚLAW KWIATKOWSKI, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Agnieszka Staniszewska

PL 230149 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kompaktowe urządzenie do adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego, przeznaczone dla dziedziny techniki obejmującej szczególnie magazynowanie gazu ziemnego na potrzeby zasilania pojazdów samochodowych oraz na potrzeby zasilania systemów stacjonarnych wykorzystujących gaz ziemny.

Z uwagi na wyczerpywanie się zasobów ropy naftowej, będącej głównym surowcem do wytwarzania paliw silnikowych oraz ciągle zanieczyszczanie środowiska przyrodniczego, wywołane między innymi emisją szkodliwych substancji przez samochody, coraz większą uwagę zwraca się na wykorzystanie gazu ziemnego do zasilania silników pojazdów samochodowych.

Przeszkodą w praktycznym wykorzystaniu gazu ziemnego do zasilania silników pojazdów samochodowych jest jednak zbyt mała gęstość energii tego paliwa w przeliczeniu na objętość w porównaniu do benzyny lub oleju napędowego. W związku z powyższym poszukuje się bardziej skutecznych metod magazynowania gazu ziemnego, z których największe nadzieje wiąże się z metodami adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego pod ciśnieniem 3,5–6 MPa, w złożach mikroporowatych adsorbentów węglowych.

Znaczną wadą dotychczas znanych rozwiązań adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego jest to, iż podczas napełniania ich gazem, następuje znaczny wzrost temperatury złoża związany z egzotermicznym charakterem procesu adsorpcji oraz bardzo niską przewodnością cieplną adsorbentów węglowych. Utrudnia i wydłuża to znacznie proces napełniania zbiornika oraz znacznie obniża pojemność adsorpcyjną złoża, tj. im wyższa temperatura złoża adsorbentu tym mniej metanu zostanie zaadsorbowane.

Z kolei podczas użytkowania pojazdu zasilanego gazem ziemnym magazynowanym w zbiornikach wypełnionych adsorbentem węglowym, szczególnie w niskich temperaturach, nie można wykorzystać znaczącej części zaadsorbowanego gazu, co w konsekwencji zmniejsza użyteczną pojemność zbiornika, a co za tym idzie zmniejsza się zasięg pojazdów zasilanych tym paliwem.

Wspomniane problemy utrudniają praktyczne wykorzystanie na szerszą skalę metod adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego do zasilania pojazdów samochodowych. W związku z tym podejmowano wiele prób redukcji wspomnianych niekorzystnych efektów termicznych, blokujących rozpowszechnienie się metod adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego.

Z opisu patentowego nr CN102182918A, znane jest rozwiązanie magazynowania gazu ziemnego na potrzeby zasilania pojazdów samochodowych, w którym procesy adsorpcji i desorpcji przeprowadza się w stałej temperaturze przez cały czas, dzięki czemu uzyskuje się największą wydajność magazynową złoża adsorbentu. Zaproponowane rozwiązanie zapewnia ogrzewanie złoża podczas desorpcji z wykorzystaniem ciepła spalin oraz chłodzenia podczas napełniania złoża tj. adsorpcji wykorzystując sprężarkę z systemu klimatyzacji samochodowej.

Z opisu patentowego nr US2013220479A1, znane jest urządzenie do magazynowania gazu ziemnego, które zawiera co najmniej jeden porowaty, elastyczny pojemnik (torebka lub worek z materiału elastycznego), który jest przepuszczalny dla gazu. W pojemniku tym umieszczony jest węgiel aktywny który ma średnią średnicę porów większą niż średnia średnica porów pojemnika. Zaproponowane rozwiązanie może skutecznie zapobiegać przedostawaniu się pyłu powstającego z materiału adsorpcyjnego do instalacji silnika samochodowego.

Z opisu patentowego nr CA2169311A1, znane jest urządzenie do magazynowania gazu ziemnego, w którym w zbiorniku ciśnieniowym umieszczono metaloorganiczny kompleks o jedno-wymiarowej strukturze kanałów.

Z opisu patentowego nr US2015258487, znany jest sposób wytwarzania lekkiego systemu magazynowania gazu ziemnego. System ten składa się z porowatego materiału monolitycznego z zintegrowaną nieprzepuszczalną powłoką o dużej wytrzymałości, która jest zdolna do przechowywania gazu pod ciśnieniem, w bezpieczny i użyteczny sposób.

Z opisu patentowego nr CN105402599A, znane jest rozwiązanie magazynowania gazu ziemnego, w którym w zbiorniku ciśnieniowym umieszczone jest złożo adsorbentu węglowego w odpowiednim elastycznym opakowaniu, mającym właściwości filtrujące.

Z opisu wzoru użytkowego nr CN204026132U, znane jest rozwiązanie magazynowania gazu ziemnego z układem wymiany ciepła, w którym w cylindrycznej obudowie umieszczone jest złożo adsorbentu węglowego. W złożu tym umieszczona jest rura uźebrowana chłodząca wykorzystywana do

wymiany ciepła w złożu adsorbentu. Uzębrowana rura wymiennika ciepła utworzona przez wiele żeber i warstw adsorbentu, które są umieszczone pomiędzy każdymi dwoma sąsiednimi warstwami żeber.

Z opisu patentowego nr CN1529084A, znane jest rozwiązanie magazynowania gazu ziemnego układem ogrzewania złoża i jego schładzania z zależności od trybu pracy tj. odpowiednio desorpcji i adsorpcji gazu ziemnego. Urządzenie to składa się z pionowych elementów rurowych wypełnionych złożem adsorbentu węglowego. Z jednej strony końce elementów rurowych podłączone są do instalacji napełniania układu, a z drugiej są zaślepione. Do schładzania lub ogrzewania elementów rurowych wykorzystywane jest powietrze o odpowiedniej temperaturze lub woda.

Z opisu patentowego nr CA2906115A1, znane jest rozwiązanie magazynowania gazu ziemnego, składające się z płaskiego modułu o dużej powierzchni wymiany ciepła, zawierającego złożo adsorbentu węglowego. Moduły te mogą być łączone w pakiety.

Z opisu patentowego nr CN1566741A, znane jest rozwiązanie systemu magazynowania gazu ziemnego na potrzeby zasilania pojazdów samochodowych, w którym do stabilizacji/chłodzenia złoża adsorbentu węglowego wykorzystano instalację wodną chłodzącą silnik samochodowy.

Z opisu wzoru użytkowego nr CN202252816U, znany jest zbiornik do magazynowania gazu ziemnego w kompozytowych materiałach adsorpcyjnych, z układem akumulacji ciepła. W korpusie zaproponowanego zbiornika gazu ziemnego, umieszczone są poprzecznie warstwy kompozytowego materiału adsorpcyjnego, przedzielone siatkami metalowymi. Wewnątrz zbiornika rozmieszczone są także równomiernie metalowe rury z materiałami akumulującymi ciepło, zadaniem których jest regulacja temperatury w zbiorniku, w procesie adsorpcji i desorpcji gazu, w celu zmniejszenia efektu termicznego i poprawy rzeczywistej objętości adsorpcyjnej.

Z opisu patentowego nr KR20050007029A, znane jest rozwiązanie zbiornika do magazynowania wodoru w stopach metali. W urządzeniu tym zastosowano rurę grzejną z zamontowanym równolegle do jej osi uzębrowaniem, w celu redukcji efektów termicznych towarzyszących reakcji endotermicznej lub egzotermicznej odpowiednio podczas rozładowywania lub załadowywania zbiornika.

Kompaktowe urządzenie do adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego z układem redukcji efektów termicznych, posiadające zbiorniki w których umieszczono złoża adsorbentu węglowego, z aktywnym układem wymiany ciepła, charakteryzuje się tym, że posiada kuliste zbiorniki wykonane z materiałów węglowo-epoksydowych o ujednorodnionych kierunkowo własnościach, wzmacnianych korzystnie kewlarem, o podwójnych ściankach, pomiędzy którymi umieszczony jest argon, a mikroporowaty adsorbent węglowy ma formę monolityczną z przestrzenną strukturą kanałów transportowych średnicy korzystnie 3 mm. Wewnątrz zbiorników umieszczone są perforowane oraz przetłaczane radiatory wewnętrzne i zintegrowane z nimi rury ciepłne, wykonane z miedzi beztlenowej pokrytej elektrolitycznie na zewnątrz warstwą antykorozyjną niklu, wyprowadzone do cylindrycznego elementu sprzęgającego, wyposażonego w oporowe elementy grzejne z umieszczonymi osiowo półokrągłymi dwupołożeniowymi miedzianymi radiatorami zewnętrznymi, z zainstalowanymi wysokoobrotowymi wentylatorami o regulowanych obrotach, przy czym zamontowane wewnątrz układy radiatorów wewnętrznych oraz cylindryczny element sprzęgający połączone są z rurkami ciepłnymi precyzyjnie na wcisk. Natomiast powierzchnie radiatorów zewnętrznych i elementu sprzęgającego z zamontowanymi końcówkami rurek ciepłych, są rozdzielone od siebie w trybie pobierania gazu oraz stykają się w trybie napełniania zbiornika/ nadmiernego wzrostu temperatury. W zbiornikach umieszczone są ponadto mierniki temperatury złoża i ciśnienia gazu w zbiorniku, a za rozdzielanie łączenie radiatorów z elementem sprzęgającym odpowiadają siłowniki sterowane układem elektronicznym.

Korzystnie gdy cylindryczny element sprzęgający jest wykonany z miedzi beztlenowej pokrytej elektrolitycznie na powierzchniach styku warstwą srebra, a na pozostałych powierzchniach warstwą niklu.

Korzystnie gdy półokrągłe dwupołożeniowe radiatory zewnętrzne wykonane są z miedzi beztlenowej pokrytej elektrolitycznie na powierzchniach styku z elementem sprzęgającym warstwą srebra, a na pozostałych powierzchniach warstwą niklu.

Zastosowanie zaproponowanego kompaktowego urządzenia do adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego pozwoli na praktyczne wykorzystanie tego paliwa na szerszą skalę do zasilania silników pojazdów mechanicznych, w tym szczególnie samochodów osobowych, zwiększając konkurencyjność gazu ziemnego w porównaniu do paliw opartych na przeróbce ropy naftowej stosowanych powszechnie do zasilania silników samochodowych. Będzie to miało znaczący wpływ na ograniczenie zanieczyszczeń powietrza szczególnie w aglomeracjach miejskich, za które to odpowiedzialny jest w dużym stopniu ruch samochodowy. Wykorzystanie na szerszą skalę gazu ziemnego zapewni także pożądaną

dywersyfikację paliw silnikowych, a co za tym idzie zwiększy wzrost bezpieczeństwa energetycznego w skali lokalnej i krajowej.

Przedmiot rozwiązania został uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój wzdłużny kompaktowego urządzenia do adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego z układem redukcji efektów termicznych, natomiast fig. 2 przedstawia przekrój poprzeczny tego urządzenia.

Zgodnie z rozwiązaniem, w dwóch kulistych zbiornikach 1 o podwójnych ściankach wykonanych z materiału kompozytowego pomiędzy którymi znajduje się argon, wypełnionymi złożem adsorbentu węglowego 2 zainstalowano perforowane i przetłaczane miedziane radiatory wewnętrzne 3 połączone na wcisk z miedzianymi rurkami cieplnymi 4 wypełnionymi gazem. Końcówki rurek cieplnych 4 ze zbiorników 1 wyprowadzone zostały do cylindrycznego elementu sprzęgającego 5, wykonanego z miedzi beztlenowej pokrytej na powierzchni styku warstwą srebra. Cylindryczny element sprzęgający wyposażono dodatkowo w oporowe elementy grzejne 6 oraz umieszczone w poprzek jego osi radiatory zewnętrzne 7, wyposażone w wysokoobrotowe wentylatory 8. W kulistych zbiornikach 1 umieszczono mierniki temperatury 9 złoża adsorbentu węglowego oraz mierniki ciśnienia 10 magazynowanego gazu, przesyłające sygnał do układu elektronicznego 11 sterującego siłownikami 12, łączącymi lub rozłączającymi cylindryczny element sprzęgający 5 z półokrągłymi dwupołożeniowymi miedzianymi radiatorami zewnętrznymi 7.

W trybie napełniania zbiorników 1 gazem ziemnym, następuje intensywne odprowadzanie ciepła z wnętrza zbiorników 1, wydzielającego się podczas procesu adsorpcji tego gazu na powierzchni mikroporowego adsorbentu węglowego 2. Sprzęganie radiatorów zewnętrznych 7 i załączanie wentylatorów 8 następuje automatycznie w przypadku trybu napełniania zbiorników 1 oraz w przypadku nadmiernego przekroczenia temperatury otoczenia, za pomocą siłowników 12 sterowanych układem elektronicznym 11.

Podczas procesu desorpcji gazu z mikroporowego adsorbentu węglowego, powierzchnie styku radiatorów zewnętrznych 7 i cylindrycznego elementu sprzęgającego 5 z zamontowanymi końcówkami rurek cieplnych 4, rozdzielane są od siebie celem ograniczenia wychładzania złoża adsorbentu. W tym trybie w przypadku konieczności desorbowania maksymalnej ilości gazu szczególnie w niskich temperaturach otoczenia, może być uruchomione podgrzewanie złoża za pomocą oporowego elementu grzejnego 6.

Zastrzeżenia patentowe

1. Kompaktowe urządzenie do adsorpcyjnego magazynowania gazu ziemnego, **znamiennie tym**, że posiada dwa kuliste zbiorniki (1) wypełnione złożem mikroporowego adsorbentu węglowego (2) w postaci monolitycznej z zamontowanymi wewnątrz z miedzianymi radiatorami wewnętrznymi (3) i połączonymi z nimi miedzianymi gazowymi rurkami cieplnymi (4), wyprowadzonymi do cylindrycznego elementu sprzęgającego (5), wyposażonego w oporowe elementy grzejne (6) z umieszczonymi osiowo półokrągłymi dwupołożeniowymi miedzianymi radiatorami zewnętrznymi (7), z zainstalowanymi wysokoobrotowymi wentylatorami (8) o regulowanych obrotach.
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zbiorniki (1) mają korzystnie podwójne ścianki pomiędzy którymi umieszczony jest argon.
3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zbiorniki (1) są wykonane z materiałów kompozytowych węglowo-epoksydowych o ujednorodnionych kierunkowo własnościach, wzmocnianych korzystnie kewlarem.
4. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w zbiornikach (1) umieszczone są mierniki temperatury (9) złoża adsorbentu węglowego oraz mierniki ciśnienia (10) magazynowanego gazu, przesyłające sygnał do układu elektronicznego, sterującego siłownikami (12) łączącymi lub rozłączającymi cylindryczny element sprzęgający (5) z półokrągłymi dwupołożeniowymi miedzianymi radiatorami zewnętrznymi (7).
5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że powierzchnie radiatorów zewnętrznych (7) i elementu sprzęgającego (5) z zamontowanymi końcówkami gazowych rurek cieplnych (4) są rozdzielone od siebie w trybie pobierania gazu oraz stykają się w trybie napełniania zbiornika lub w przypadku nadmiernego wzrostu temperatury.

6. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że radiatory zewnętrzne (7) posiadają zamontowane wewnątrz i kompatybilne z nimi wysokoobrotowe wentylatory (8) o regulowanych obrotach.
7. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że półokrągłe dwupołożeniowe radiatory zewnętrzne (7) wykonane są z miedzi beztlenowej pokrytej elektrolitycznie na powierzchniach styku z elementem sprzęgającym (5) warstwą srebra, a na pozostałych powierzchniach warstwą niklu.
8. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że mikroporowaty adsorbent węglowy (2), wypełniający zbiorniki (1) ma formę monolityczną z przestrzenną strukturą kanałów transportowych o średnicy korzystnie 3 mm.
9. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zamontowane wewnątrz miedziane radiatory wewnętrzne (3) o perforowanej i przetłaczanej powierzchni i połączone z nimi rurki cieplne (4) wykonane są z miedzi beztlenowej pokrytej elektrolitycznie na zewnątrz warstwą antykorozyjną niklu.
10. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zamontowane wewnątrz zbiorników (1) układy radiatorów wewnętrznych (3) oraz cylindryczny element sprzęgający (5) połączone są z rurkami cieplnymi (4) precyzyjnie na wcisk.
11. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że cylindryczny element sprzęgający (5) jest wykonany korzystnie z miedzi beztlenowej pokrytej elektrolitycznie na powierzchniach styku warstwą srebra, a na pozostałych powierzchniach warstwą niklu.

Rysunki

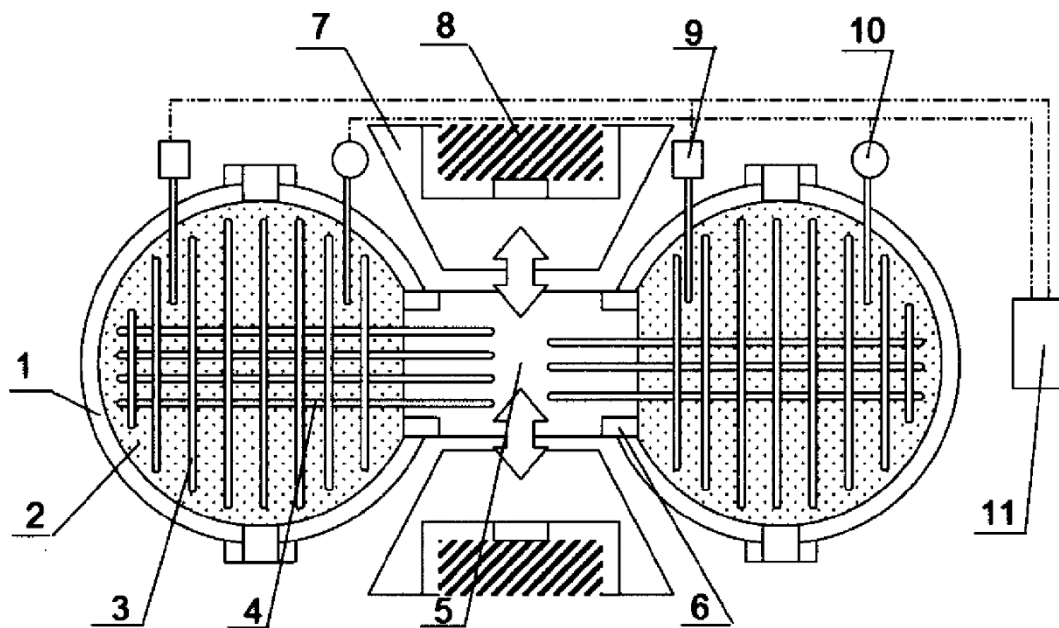


Fig.1

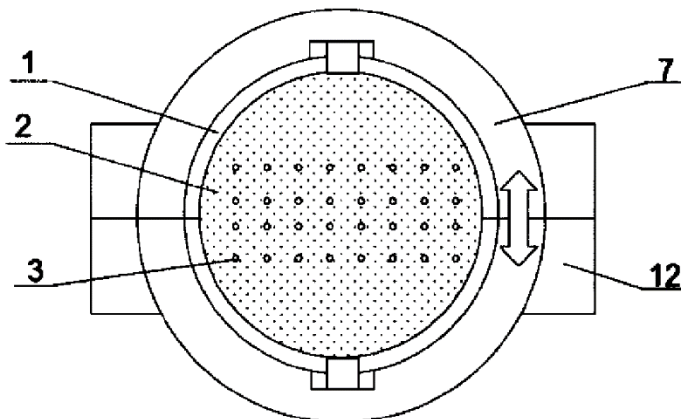


Fig.2