

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 439371 A1

(12)

Opis zgłoszeniowy wynalazku (z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **439371**(22) Data zgłoszenia: **2021.10.31**(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.05.02 BUP 18/2023**

(51) MKP:

F17C 1/00 (2006.01)**B63B 25/00** (2006.01)**C25B 9/00** (2021.01)**C25B 15/00** (2006.01)**H01M 14/00** (2006.01)

(71) Zgłaszający:

JURASZ JERZY, Rzeszów, PL
JURASZ OLGA, Wiśniowa, PL

(72) Twórca(-y):

JERZY JURASZ, Rzeszów, PL

(74) Pełnomocnik:

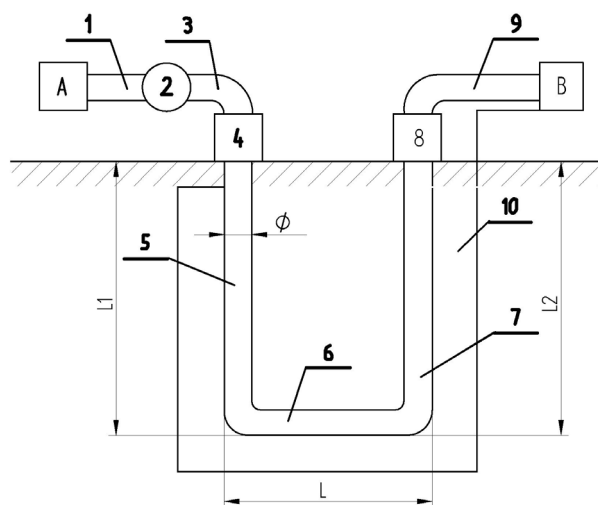
Małgorzata Chrzanowska, Rzeszów, PL

(54) Tytuł:

Instalacja do transportowania i magazynowania, zwłaszcza wodoru i jego mieszanek

(57) Skróć opisu:

Przedmiotem zgłoszenia jest instalacja do transportowania i magazynowania wodoru i jego mieszanek od ich dostawcy do odbiorcy częściowo umieszczona pod powierzchnią ziemi, która charakteryzuje się tym, że składa się z co najmniej dwóch pionowo usytuowanych elementów rurowych (5, 7) połączonych ze sobą elementem rurowym (6) tworzących rurowy profil „U-owy”, przy czym górny koniec elementu rurowego (5) poprzez zawór jednokierunkowy (4) połączony jest z elementem rurowym (3), do którego pompą (2) włączany jest wodór i/lub jego mieszanek z elementu rurowego (1) połączonego z co najmniej jednym dostawcą (A) wodoru i/lub jego mieszanek, natomiast górny koniec elementu rurowego (7) poprzez zawór jednokierunkowy (8) połączony jest z elementem rurowym (9), połączonym z co najmniej jednym odbiorcą (B) wodoru i/lub jego mieszanek, zaś do zewnętrznych powierzchni elementów rurowych (5, 6, 7, 9) przylega urządzenie grzewczo-chłodzące (10), przy czym rurowy profil „U-owy” umieszczony jest pod powierzchnią gruntu, poniżej granicy zmarzliny, a ciężar górnej warstwy ziemi nad rurowym profilem „U-owy” równoważy co najmniej planowane ciśnienie gazu w elementach rurowych (5, 6, 7).



Instalacja do transportowania i magazynowania, zwłaszcza wodoru i jego mieszanek

Przedmiotem wynalazku jest instalacja do transportowania i magazynowania, zwłaszcza wodoru i jego mieszanek w ich stanie sprężonym lub ciekłym, głównie od ich wytwórców (na przykład farm ogniw fotowoltaicznych) do końcowych odbiorców, którymi zwykle są stacje dystrybucji gazu/wodoru detaliczne lub hurtowe, elektrownie np. ogniwa wodorowe włączane w czasie szczytu poboru prądu, zakłady wykorzystujące gaz – wodór na stałe jako alternatywne, tanie i ekologiczne źródło energii do otrzymywania prądu i ciepła, stacje zmniejszające ciśnienie gazu – wodoru i dalszej dystrybucji, w tym także do indywidualnych domów mieszkalnych, lub stacje produkcji ciekłego wodoru zlokalizowane na przykład na lotniskach.

Wodór to źródło niskoemisyjnej energii, które może wspierać transformację energetyczną, a zastępując paliwa kopalne sprzyja on naturalnemu środowisku. Wodór może pełnić rolę elastycznego nośnika energii, zwiększając możliwości integracji odnawialnych źródeł energii (OZE) w systemie energetycznym, przy czym zakłada się wykorzystanie mocy zainstalowanej w OZE dla potrzeb produkcji wodoru w oparciu o elektrolizę, a zielony wodór pochodził będzie zwłaszcza z farm fotowoltaicznych, lądowych i morskich farm wiatrowych i elektrowni atomowych oraz innych czystych (zwłaszcza wolnych od CO₂ i metanu) źródeł energii. Będzie magazynowany podobnie jak gaz w kawernach, przy czym rozważa się także wtłaczanie tego wodoru do istniejącej gazowej sieci dystrybucyjnej. Aktualnie popularność wodoru, zwłaszcza zielonego produkowanego przy użyciu energii odnawialnej, obejmuje już wszystkie sektory gospodarki. Spowodowane jest to coraz większą obawą dotyczącą skutków zmian klimatycznych i rosnącej świadomości związanej z potencjałem wodoru w redukcji emisji dwutlenku węgla (CO₂), metanu i innych

gazów oraz zanieczyszczeń. Poza tym wodór jako zamiennik paliw kopalnych oraz zastosowany do magazynowania energii przyczyni się do osiągnięcia celów klimatycznych określonych w wielu przepisach i strategiach, w tym w porozumieniu paryskim i strategii Unii Europejskiej o neutralności klimatycznej do 2050r.

Zatem okazuje się, że tylko wodór może utrzymać szybkie tempo rozwoju sektora energii odnawialnej, co znacznie wpłynie na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, a malejące koszty zielonej energii i rosnący udział jej odnawialnych źródeł w miksie energetycznym poszerzają rozumienie potencjału wodoru do magazynowania energii słonecznej oraz wiatrowej, gdyż podczas spalania wodór wytwarza jedynie parę wodną, która natychmiast skrapla się i jako idealnie (zdemineralizowana) czysta woda zamiast dwutlenku węgla może wracać do środowiska.

Z publikacji na stronie internetowej <https://new.aab.com/process-automation/pl/energy-industries/abb-wodor/dlaczego-teraz> znany jest sposób wytwarzania wodoru bezpośrednio z wody za pomocą elektrolizy, polegający na tym, że napięcie przyłożone między dwiema elektrodami rozdziela wodę na dwa składniki, to jest tlen i wodór. Z kolei w ogniwie paliwowym proces ten jest odwrótny, gdyż wodór i tlen z powietrza reagują bez spalania, tworząc wodę. Reakcja generuje prąd elektryczny i ciepło odpadowe, przy czym w tym cyklu wodór jest nośnikiem energii elektrycznej. Poza tym wodór można wytwarzać bezpośrednio w miejscach, produkcji energii odnawialnej i można go przechowywać i transportować rurociągami do odległych konsumentów, a w zależności od potrzeb użytkownika można go spalać, wykorzystać jako materiał lub ponownie przekształcić go w prąd elektryczny.

Poza tym obecnie znanych jest wiele metod elektrolizy i urządzeń wykorzystywanych w tym procesie na przykład elektroliza wysokich temperatur, w której elektrolizie podaje się parę wodną w wysokich temperaturach, a wydajność tej metody jest na poziomie z 90 %.

Również z publikacji na stronie internetowej <https://globeneria.pl/magazyn/sposoby-na-dlugoterminowe-magazynowanie-energii/> znany jest sposób magazynowania energii w sprężonym powietrzu, znany pod nazwą CAES (z ang. Compressed Air Energy Storage), polegający na tym, że magazynowanie nadwyżek energii elektrycznej w postaci sprężonego powietrza realizowane jest w podziemnych zbiornikach. Gaz, który zostaje ściśnięty do ciśnienia równego 70 atmosfer, posiada temperaturę rzędu 1000 Kelwinów, to jest ponad 700 stopni Celsjusza. W momencie, w którym

zapotrzebowanie na energię staje się bardzo wysokie, powietrze z zasobnika jest uwalniane i używane do napędzania turbiny, w której generowana jest energia elektryczna, przy czym sprawność tego typu magazynów energii wynosi od 40% do 70%. Tego typu magazynowanie nadwyżek energii sprężonym powietrzem stanowi alternatywę dla elektrowni szczytowo – pompowych, które należą do magazynowania bardzo dużych ilości energii w długim czasie, odbierając moc z systemu w czasie jej nadpodaży, zaś dostarczając ją w okresie zwiększonego zapotrzebowania, przy czym sprawność magazynowania energii w tych elektrowniach wynosi od 65 do 85%.

Ponadto w publikacji na stronie internetowej http://zs9elektronik.pl/inne/karolina/podr_6_magazynowanie_i_transport_wodoru.pdf rozdział 6.3 i 6.4 podano, że w celu przechowywania, transportowania oraz dozowania wodoru kompresuje się w wysokociśnieniowych zbiornikach lub przechowuje się go w zbiornikach w postaci ciekłej, w temperaturze poniżej temperatury krytycznej wodoru to jest poniżej -240°C . Na krótkich odległościach wodór może być transportowany rurociągiem. Łatwiejszym jednak rozwiązaniem transportu, na dłuższych odległościach, jest transport kolejowy lub samochodowy z wykorzystaniem specjalnych pojemników. Poza tym do przechowywania wodoru stosuje się wiele technologii dostępnych komercyjnie. Najpopularniejszą metodą jest użycie zbiorników wysokociśnieniowych występujących w różnych rozmiarach i wykorzystywanych w różnych zakresach ciśnień. Wodór może być również magazynowany pod ziemią w jaskiniach, formacjach wodonośnych i przestrzeniach pozostałych po wydobyciu ropy naftowej i gazu. Systemy podziemnego magazynowania wodoru są zbliżone do systemów magazynowania gazu ziemnego, lecz są około trzykrotnie droższe.

Aktualnie podejmowane są próby magazynowania energii w formie chemicznej, polegającej na tym, że prąd elektryczny rozkłada wodę na tlen i wodór, który jak wspomniano wyżej jest znakomitą paliwą, mającym najlepszy stosunek ilości energii dostarczanej podczas spalania do ciężaru paliwa, dlatego wodór wykorzystywany jest także, jako paliwo rakietowe.

Z podanego w opisie patentowym nr PL/EP3123094 wynalazku dotyczącego magazynu energii między innymi wynika, że:

- z powodu wyczerpujących się zasobów kopalnych nośników energii w ostatnich latach mocno zwiększyło się wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Zwiększenie wykorzystania tych źródeł energii przewidywane jest również w kolejnych dekadach, gdyż obok wzrostu

cen surowców, które sprawią, że stosowanie kopalnych nośników energii stanie się bardziej nieopłacalne, w polityce energetycznej zostaną również uwzględnione negatywne oddziaływania na klimat światowy związane z gromadzeniem się dwutlenku węgla (CO_2) w atmosferze.

- z ogólnego stanu techniki znane są różne odnawialne źródła energii, do których należą na przykład wykorzystanie promieniowania słonecznego, siły wiatru lub biomasy, przy czym podejmowane są wysiłki utworzenia efektywnych magazynów energii, które mogą przejściowo magazynować elektrycznie lub mechanicznie energię z odnawialnych źródeł energii i w razie potrzeby wprowadzić ją do sieci elektrycznej.
- ponadto z opisu patentowego nr DE 10 2010 037 474 A1 znane jest urządzenie zbiornikowe do systemu magazynowania energii, obejmujące co najmniej zbiornik magazynowy i co najmniej pierwsze medium nośne ciepła, przy czym zbiornik magazynowy ma obudowę, zawierającą medium magazynujące i co najmniej pierwszy układ wymienników ciepła będący w kontakcie z tym medium magazynującym, przy czym co najmniej pierwszy układ wymienników ciepła zawiera pierwsze medium nośne ciepła. Wewnątrz obudowy usytuowany jest co najmniej drugi układ wymienników ciepła z drugim medium nośnym ciepła, przy czym drugie medium nośne ciepła ma zasadniczo postać gazową.

Z kolei z polskiego opisu patentowego nr PL184289 znany jest sposób magazynowania i transportu sprężonego gazu, zwłaszcza do instalacji dystrybucyjnej gazu, w którym uzyskuje się gaz w miejscu zaopatrzenia w gaz znajdującym się z dala od instalacji dystrybucyjnej, polegający na tym, że uzyskany gaz wtryskuje się do w zasadzie ciągłej rury wygiętej tak, że powstaje wiele warstw, z których każda zawiera liczne kręgi i/lub pętle rury, następnie transportuje się w zasadzie ciągłą rurę wraz z gazem w ładowni statku do instalacji dystrybucyjnej gazu, po czym wyładunku się gaz w instalacji dystrybucyjnej gazu, przy czym podczas wyładunku gazu w instalacji dystrybucyjnej gazu chłodzi się w zasadzie ciągłą rurę i tak ochłodzoną w zasadzie ciągłą rurę transportuje się z powrotem do miejsca zaopatrzenia w gaz.

Z opisu patentowego wynalazku nr WO2012/174642A1 znany jest system magazynowania i uwalniania energii sprężonego gazu (CGESR), składający się ze sprężarki do sprężania gazu połączonej za pośrednictwem pierwszego przewodu z pojemnikiem do przechowywania sprężonego gazu, z którego sprężony gaz transportowany jest drugim przewodem biegnącym w dół pod powierzchnię ziemi do podziemnej formacji geotermalnej o wysokiej

temperaturze, gdzie gaz ten ulega ogrzaniu, a następnie tak ogrzany gaz kierowany jest do umieszczonego nad ziemią silnika ciśnieniowego napędzanego przez rozprężanie wspomnianego sprężonego gazu, przekształcając tym samym sprężony gaz w pracę mechaniczną, która z kolei przekształcana jest za pomocą odpowiednich środków w energię elektryczną.

Jednakże istota tego polega na przesyłaniu gazu/powietrza za pomocą przewodów do formacji geotermalnych, mających obszar o wysokiej temperaturze w celu zrównoważenia spadku temperatury, przy rozprężaniu gazu/powietrza, co przekłada się na wydłużoną żywotność silników ciśnieniowych. W rozwiązaniu tym gaz/powietrze nie jest przechowywane i magazynowane w przewodach ale w formacji geologicznej.

Celem wynalazku jest opracowanie prostej konstrukcji instalacji do transportowania i magazynowania, zwłaszcza wodoru i jego mieszanek, stanowiących przede wszystkim energię produkowaną przez OZE i nadwyżki sieci energetycznych, a także inne ekologiczne źródła energii takie jak i elektrownie atomowe lub inne ekologiczne źródła produkcji niskoemisyjnego (zielonego) wodoru. Z kolei możliwość pionowego bezpośredniego przyłącza odbiorców naziemnych do tej instalacji spowoduje znaczące oszczędności przy projektowaniu i budowie stacji dystrybucji wodoru lub jego mieszanek, co także korzystnie wpłynie na upowszechnienie dostępności wodoru jako paliwa, przy równoczesnym znaczącym spadku kosztów jego produkcji i dystrybucji.

Dalszym celem wynalazku jest opracowanie takiej instalacji do transportowania i magazynowania, zwłaszcza wodoru i jego mieszanek, która w przyszłości pozwoli na powstanie lokalnych uniwersalnych sieci produkcji, dystrybucji i konsumpcji wodoru, jako alternatywny sposób pozyskiwania energii do różnych celów. Sieci te w naturalny sposób będą mogły łączyć się ze sobą w coraz większe obszary, zapewniając tanią formę „wodoryzacji” społeczeństwa przyszłości, bez jakichkolwiek barier i ograniczeń, co zapewni odwiert horyzontalny prowadzony w różnych kierunkach, pod różnym kątem i na dowolnej głębokości, bez konieczności prowadzenia prac naziemnych i z tym związanych utrudnień i niedogodnień.

Instalacja do transportowania i magazynowania wodoru i jego mieszanek od ich dostawcy do odbiorcy częściowo umieszczona pod powierzchnią ziemi charakteryzuje się tym, że składa się z co najmniej dwóch pionowo usytuowanych elementów rurowych połączonych ze sobą kolejnym elementem rurowym tworzących razem rurowy profil „U-owy”, przy czym górny koniec pionowych elementów rurowych poprzez zawór jednokierunkowy połączony

jest z elementem rurowym, do którego pompą wtłaczany jest wodór i/lub jego mieszanki z kolejnego elementu rurowego połączonego z co najmniej jednym dostawcą wodoru i jego mieszanek, natomiast górny koniec drugiego pionowego elementu rurowego poprzez zawór jednokierunkowy połączony jest z kolejnym elementem rurowym, połączonym z co najmniej jednym odbiorcą wodoru i/lub jego mieszanek. Do zewnętrznych powierzchni elementów rurowych tworzących profil U-owy oraz do ostatniego elementu rurowego przylega urządzenie grzewczo – chłodzące, przy czym rurowy profil „U-owy” umieszczony jest pod powierzchnią gruntu, poniżej granicy zmarzliny, a ciężar górnej warstwy ziemi nad rurowym profilem „U-owym” równoważy co najmniej planowane ciśnienie gazu w tym profilu.

Korzystnym jest, gdy element rurowy łączący pionowe elementy rurowe usytuowany jest poziomo pod powierzchnią ziemi.

Korzystnym jest również, gdy element rurowy łączący pionowe elementy rurowe usytuowany jest skośnie pod powierzchnią ziemi tak, że pomiędzy jednym z pionowych elementów rurowych i tym elementem rurowym utworzony jest kąt ostry.

Korzystnym jest także, gdy wszystkie pionowo usytuowane elementy rurowe usytuowane są równolegle względem siebie.

Korzystnym jest również, gdy ostatni element rurowy wyposażony jest pompę, zamontowaną pomiędzy zaworem jednokierunkowym a odbiorcą.

Korzystnym jest także, gdy pomiędzy pierwszą pompą a zaworem jednokierunkowym umieszczone jest urządzenie do wyrównywania ciśnienia wodoru i/lub jego mieszanek.

Korzystnym jest również, gdy urządzenie do wyrównywania ciśnienia wodoru i/lub jego mieszanek stanowią dwa zbiorniki wyrównawcze niskiego ciśnienia, połączone za pomocą elementu rurowego wyposażonego w zawory jednokierunkowe z pompą oraz za pomocą kolejnych elementów rurowych z następnymi zaworami jednokierunkowymi z umieszczonym pod powierzchnią gruntu zbiornikiem wyrównawczym średniego ciśnienia, który z kolei poprzez zawór jednokierunkowy połączony jest z pionowym elementem rurowym rurowego profilu „U-owego”.

Korzystnym jest także, gdy średnica pionowych elementów rurowych i łączącego je elementu rurowego wynosi od 5-100cm.

Korzystnym jest również, gdy pierwsza pompa wtłacza wodór i/lub jego mieszanki do profilu „U-owego” pod ciśnieniem co najmniej 100 bar.

Ponadto instalacja do transportowania i magazynowania wodoru jego i mieszanek od ich dostawcy do odbiorcy częściowo umieszczona pod powierzchnią ziemi charakteryzuje się tym, że składa się z umieszczonego pod powierzchnią ziemi U-owego elementu rurowego łukowo wygiętego w dolnej jego części, przy czym jeden górny koniec tego elementu rurowego poprzez zawór jednokierunkowy połączony jest z elementem rurowym, do którego pompą wtłaczany jest wodór i/lub jego mieszanki z pierwszego elementu rurowego połączonego z dostawcą wodoru i/lub jego mieszanek, natomiast drugi górny koniec tego U-owego elementu rurowego poprzez kolejny zawór jednokierunkowy połączony jest z elementem rurowym połączonym z odbiorcą wodoru i/lub jego mieszanek, zaś do zewnętrznych powierzchni U-owego elementu rurowego i ostatniego elementu rurowego przylega urządzenie grzewczo – chłodzące.

Korzystnym jest, gdy pierwsza pompa wtłacza wodór i/lub jego mieszanki do U-owego elementu rurowego pod ciśnieniem co najmniej 100 bar.

Korzystnym jest także, gdy ostatni element rurowy wyposażony jest w dodatkową pompę, zamontowaną pomiędzy kolejnym zaworem jednokierunkowym, a odbiorcą.

Korzystnym jest również, gdy U-owy element rurowy posiada średnicę wynoszącą co najmniej 20 mm.

Wykorzystanie instalacji do transportowania i magazynowania, zwłaszcza wodoru i jego mieszanek, pozyskiwanego w wyniku elektrolizy z tanich, lokalnych źródeł energii odnawialnej lub niewykorzystanych nadwyżek energetycznych systemu krajowego, a także niebieskiego wodoru produkowanego z paliw kopalnianych w połączeniu z wychwytem CO₂ lub innych metod produkcji ekologicznego wodoru, według wynalazku pozwoli na:

- bezpieczny, automatyczny, natychmiastowy i bezkontaktowy transport wodoru/gazów od producenta do odbiorcy oraz bezpieczne i ekologiczne magazynowanie również w dłuższej perspektywie czasowej bez strat, znacznych ilości gazów/wodoru w stanie wysokiego stężenia
- równoczesne dostarczanie gazu/ wodoru do instalacji z różnych źródeł (dostawców) zlokalizowanych w różnych miejscach oraz jego dostarczanie do niezależnych od siebie odbiorców (co wyeliminuje dominację monopolu energetycznych i paliwowych – wolna energia)
- znaczną obniżkę ceny wodoru/ gazu u końcowego odbiorcy, spowodowaną także wyeliminowaniem drogiego transportu kołowego

- wykorzystanie i rewitalizację istniejących nie czynnych już odwiertów górniczych, co także przyczyni się do obniżenia poziomu ulatniającego się do atmosfery metanu - groźnego gazu cieplarnianego

znaczną obniżkę kosztów budowy i eksploatacji stacji dystrybucji gazów/wodoru, ich wielkości fizycznej i lokalizacji, a także infrastruktury towarzyszącej, przez brak konieczności budowy drogich zbiorników przy dystrybutorach i dużych stref bezpieczeństwa w newralgicznych miejscach ciągów komunikacyjnych, co również pozytywnie wpłynie na szybkość i powszechność wykorzystania wodoru jako źródła energii.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwi przejście na tak zwaną „Energetykę Rozproszoną”, co stanowić będzie jedną z możliwych dalszych form obniżki kosztów energii i jej oszczędność, przez brak potrzeby budowania kosztownych i energochłonnych rozbudowanych linii przesyłowych.

Zakładana w rozwiązaniu według wynalazku możliwość produkcji i magazynowania wodoru przede wszystkim na potrzeby własne, przez indywidualnych użytkowników, pozwoli na całkowite uniezależnienie się indywidualnym odbiorcom (konsumentom) od Centralnej Krajowej Sieci Energetycznej co również wpłynie na znaczną obniżkę kosztów energii, i działanie zgodne z założeniami tzw. koncepcji „Społeczeństwa 5.0.

Przedmiot wynalazku w pięciu przykładowych odmianach jego wykonania został uwidoczniony na rysunku fig.1 – 6, na którym fig. 1 przedstawia schemat pierwszej odmiany wykonania instalacji do transportowania i magazynowania wodoru w stanie zmontowanym jej funkcjonalnie połączonych ze sobą elementów składowych w widoku z przodu, fig.2 – schemat drugiej odmiany wykonania instalacji do transportowania i magazynowania wodoru wraz z gazem ziemnym w stanie zmontowanym jej funkcjonalnie połączonych ze sobą elementów składowych w widoku z przodu, fig.3 – schemat trzeciej odmiany wykonania instalacji do transportowania i magazynowania sprężonego wodoru w stanie zmontowanym jej funkcjonalnie połączonych ze sobą elementów składowych w widoku z przodu, fig.4 – schemat czwartej odmiany wykonania instalacji do transportowania i magazynowania sprężonego wodoru wyposażonej dodatkowo w urządzenie do wyrównywania ciśnienia wodoru, w widoku z przodu, a fig. 5 – przykład połączonych ze sobą kilku instalacji tworzących sieć do transportowania i magazynowania wodoru, a fig. 6 – schemat piątej odmiany wykonania instalacji do transportowania i magazynowania wodoru w stanie zmontowanym jej funkcjonalnie połączonych ze sobą elementów składowych w widoku z przodu.

Przykład 1

Instalacja do transportowania i magazynowania wodoru według pierwszej odmiany jej wykonania przedstawiona na rysunku fig. 1 składa się z umieszczonego nad ziemią poziomo usytuowanego elementu rurowego 1, którego jeden koniec połączony jest z dostawcą A wodoru, który stanowi nadziemny zbiornik retencyjny (typu cysterna), a drugi koniec tego elementu rurowego 1 połączony jest z pompą 2 wtłaczającą wodór pod ciśnieniem 700/ bar do łukowo zagiętego elementu rurowego 3 połączonego ze sterowanym zaworem jednokierunkowym 4 (typu otwórz – zamknij), połączonym z pierwszym umieszczonym pod ziemią pionowym elementem rurowym 5 o wysokości $H1 = 10$ m, który poprzez poziomy element rurowy 6 o długości $L = 100$ m, połączony jest z drugim pionowym elementem rurowym 7 o wysokości $H2 = 10$ m tak, że oba pionowe elementy rurowe 5 i 7 oraz poziomy element rurowy 6 tworzą rurowy profil U-owy. Górny koniec pionowego elementu rurowego 7 połączony jest z wystającym nad powierzchnią ziemi sterowanym zaworem jednokierunkowym 8 (typu otwórz – zamknij), połączonym z łukowo wygiętym elementem rurowym 9, którym dostarczany jest wodór do odbiorcy B - detalicznej stacji dystrybucji wodoru na przykład do tankowania pojazdów z silnikami wodorowymi. Ponadto do zewnętrznej powierzchni elementów rurowych 5, 6, 7 i 9 przylega zasilane z sieci energetycznej 230V urządzenie grzewczo-chłodzące 10, które utrzymuje temperaturę wodoru w całej sieci na poziomie 20° C. Poza tym w tej odmianie wykonania, każdy z elementów rurowych 5, 6 i 7 posiadał średnicę $\phi = 5$ cm.

Przykład 2

Instalacja do transportowania i magazynowania wodoru wraz z gazem ziemnym według drugiej odmiany jej wykonania przedstawiona na rysunku fig. 2 ma budowę podobną do instalacji opisanej w przykładzie pierwszym (fig. 1), a różnica pomiędzy nimi polega na tym, że w tej drugiej odmianie instalacji dolne końce pionowo i równoległe usytuowanych względem siebie elementów rurowych 5 i 7 zostały połączone skośnie usytuowanym elementem rurowym 6 tak, że pomiędzy elementem rurowym 5 i skośnie usytuowanym elementem rurowym 6 został utworzony kąt ostry $\alpha = 70^{\circ}$, przy czym wysokość pionowego elementu rurowego 5 wynosiła $H1 = 300$ m, wysokość pionowego elementu rurowego 7 wynosiła $H2 = 100$ m, a długość skośnego elementu rurowego 6 wynosiła $L=3000$ m. Poza tym w tej drugiej odmianie wykonania sieci, wodór wraz z gazem ziemnym pompą 2 wtłoczono do łukowo zagiętego elementu

rurowego 3 pod ciśnieniem 1000 barów, zaś element rurowy 9 wyposażono w dodatkową pompę 11 do pompowania wodoru z gazem ziemnym, zamontowaną pomiędzy sterowanym zaworem jednokierunkowym 8, a odbiorcą B tego wodoru, stanowił miejski/lokalny system gazowy. Z kolei elementy rurowe 1,3, 5, 6, 7 i 9 zostały wykonane ze stali austenitycznej, przy czym oba pionowe elementy rurowe 5 i 7 miały średnicę $\phi = 18\text{cm}$, natomiast łączący je skośnie usytuowany element rurowy 6 miał średnicę $\phi = 15\text{cm}$.

Przykład 3

Instalacja do transportowania i magazynowania sprężonego wodoru według trzeciej odmiany jej wykonania przedstawiona na rysunku fig. 3 posiada budowę podobną do instalacji opisaney w przykładzie pierwszym, a różnica pomiędzy tymi odmianami polega na tym, że w tej trzeciej odmianie sprężony wodór dostarczany od dwóch niezależnych dostawców A i A' poprzez elementy rurowe 1, pompy 2, łukowo wygięte elementy rurowe 3, sterowane zawory jednokierunkowe 4 i pionowe elementy rurowe 5 i 5' włączano do połączonego z tymi pionowymi elementami rurowymi 5 i 5' wspólnego poziomego elementu rurowego 6 połączonego również z dwoma pionowymi elementami rurowymi 7 i 7' skąd poprzez zawory 8 i łukowo wygięte elementy rurowe 9 dostarczany był do dwóch niezależnych odbiorców B i B'. W tym przykładzie wykonania odbiorcę B' stanowiła (niepokazana na rysunku) skraplarka Hampsona – Lindego, umieszczona w pełniącym funkcję naczyń Dewara, profilowym elemencie „U-owym” umieszczonym pod powierzchnią ziemi i podłączona do sieci sprężonego wodoru. W wyniku czego otrzymano skroplony wodór wykorzystywany na przykład w silnikach tłokowych, jako paliwo do tankowania samolotów tuż przed ich odlotem, jako paliwo do tankowania wszelkich typów rakiet nośnych oraz w innych procesach technologicznych wymagających skroplonego wodoru.

Ponadto w tej odmianie wykonania wysokość pionowego elementu rurowego 5 wynosiła $H1 = 500\text{m}$, wysokość pionowego elementu rurowego 5' wynosiła $H1' = 300\text{m}$, wysokość elementu rurowego 7 i 7' wynosiła $H2 = 500\text{m}$, zaś element rurowy 6 posiadał długość $L=10000\text{ m}$, natomiast średnica elementów rurowych 5, 5', 6, 7 i 7' wynosiła $\phi = 30\text{ cm}$. W odmianie wykonania tej sieci do zewnętrznych powierzchni elementów rurowych 5, 5', 6, 7, 7' i 9 przylegało urządzenie grzewczo -chłodzące 10, a wodór o temperaturze 20°C włączany był przez pompy 2 pod ciśnieniem 800 bar.

Przykład 4

Instalacja do transportowania i magazynowania sprężonego wodoru według czwartej odmiany jej wykonania przedstawiona na rysunku fig. 4 posiada budowę podobną do instalacji opisanej w przykładzie pierwszym, a różnica pomiędzy tymi odmianami polega na tym, że w tej odmianie wykonania pomiędzy pompą 2 a sterowanym zaworem jednokierunkowym 4 umieszczone jest urządzenie 12 do wyrównywania ciśnienia wodoru w instalacji. Urządzenie to stanowi element rurowy 3, którego jeden koniec połączony jest z pompą 2, a drugi rozgałęziony koniec poprzez sterowane zawory jednokierunkowe 4' połączony jest z umieszczonymi pod sobą dwoma zbiornikami wyrównawczymi 13 niskiego ciśnienia, wynoszącego nie mniej niż 100 barów, przy czym zbiorniki wyrównawcze 13 elementami rurowymi 3' z zaworami jednokierunkowymi 4'' połączone są z umieszczonym pod powierzchnią gruntu zbiornikiem wyrównawczym 14 średniego ciśnienia, wynoszącego nie mniej niż 500 barów, który z kolei poprzez element rurowy 3'' i sterowany zawór jednokierunkowy 4 połączony jest z pionowym elementem rurowym 5 elementu „U-owego” instalacji.

Zamontowanie w tej odmianie wykonania instalacji według wynalazku dodatkowego urządzenia 12 do wyrównywania ciśnienia spowodowało utrzymywanie stałego poziomu ciśnienia gazu w rurociągu na poziomie 700 bar w przypadku zmieszania się tego ciśnienia w instalacji w wyniku poboru wodoru przez odbiorcę lub odbiorców B, B'.

W innym przykładzie wykonania niepokazanym na rysunku instalację według wynalazku podobną do instalacji opisanej w przykładzie 1, wykorzystano do transportowania i magazynowania amoniaku.

We wszystkich odmianach wykonania instalacji do transportowania i magazynowania wodoru i jego mieszanek, elementy rurowe 5, 5', 6, 7 i 7' osadzono w wywierconych uprzednio w ziemi otworach pionowych i poziomych (korytarzowych), przy czym instalacja według wynalazku może być umieszczona także w istniejących już odwiertach górniczych, co stwarza możliwość ich rewitalizacji. Ponadto elementy rurowe 5, 5', 6, 7 i 7' instalacji według wynalazku wykonano z materiałów przeznaczanych do kontaktów z konkretnymi gazami między innymi odpornych na kruchość wodorową. Są to wielowarstwowe rury kompozytowe z różnych materiałów, uniemożliwiających dyfundowanie nawet pojedynczych atomów wodoru. Z kolei temperaturę w instalacji utrzymywały powszechnie stosowane zespoły grzewczo-chłodzące lub zespoły wymienników cieplnych.

Zastosowane w rozwiązaniu według wynalazku urządzenia grzewczo-chłodzące to typowe urządzenie stosowane do podgrzewania/i/lub chłodzenia gazu takie jak np. pompa GHP Chiller lub inne urządzenie wykorzystujące obieg wody/ glikolu, które stabilizują temperaturę gazu odpowiednio w zależności od jego rodzaju i jego ciśnienia, przy czym urządzenie te dobiera się indywidualnie do rodzaju instalacji i użytej sprężarki/ pompy.

W innych przykładach wykonania niepokazanych na rysunku pionowe elementy rurowe i poziomy element rurowy usytuowane były w różnych konfiguracjach (pod różnym kątem) z zachowaniem zasady naczyń połączonych (U-rurki).

Oczywistym jest, że odcinek horyzontalny instalacji według wynalazku może posiadać kilka niezależnych od siebie połączeń z dostawcami i odbiorcami, a średnice, wysokości i długości poszczególnych jej elementów rurowych nie ograniczają się do przedstawionych w przykładach wykonania i mogą być uzależnione od odległości pomiędzy dostawcą i odbiorcą, możliwości technicznych, warstw podłoża itp., przy czym minimalna głębokość umieszczenia rurowego profilu U-owego musi być większa niż granica zmarzliny, a ciężar górnej warstwy ziemi nad profilem U-owym musi zrównoważyć co najmniej planowane ciśnienie gazu w jego elementach rurowych, przy czym w instalacji według wynalazku transportowany i magazynowany gaz sprężany jest do ciśnienia w przedziale od 100 – 1000bar.

Poza tym połączenie ze sobą kilku instalacji według wynalazku umożliwia utworzenie sieci wodorowej dostarczającej wodór i jego mieszanki od jednego dostawcy do kilku nawet bardzo oddalonych od siebie odbiorców, w tym do innego miasta czy regionu, a także dostarczania tego gazu od kilku dostawców do jednego odbiorcy, co schematycznie przedstawiono na rysunku fig. 5.

W kolejnym przykładzie wykonania pokazanym na rysunku fig.6 instalacja według wynalazku posiadała budowę podobną do budowy instalacji przedstawionej w pierwszym przykładzie wykonania (rys. fig.1), a różnica pomiędzy nimi polega na tym, że w tym przykładzie rurowy profil U-owy zastąpiono U-owym elementem rurowym 5'' łukowo wygiętym w dolnej jego części 15, którego jeden górny koniec poprzez zawór jednokierunkowy 4 połączony jest z elementem rurowym 3, natomiast drugi górny koniec elementu rurowego 5'' poprzez zawór jednokierunkowy 8 połączony jest z elementem rurowym 9, zaś do zewnętrznych powierzchni elementów rurowych 5'' i 9 przylega urządzenie grzewczo – chłodzące 10, przy czym U-owy element

rurowy 5'' posiada średnicę $\varnothing = 100$ cm i długość $L1 = 300$ cm i umieszczony jest w wydrążonym w ziemi otworze o głębokości 3,5m i o średnicy 300cm, który po umieszczeniu w nim elementu rurowego 5'' i urządzenia grzewczo-chodzącego 10 został zasypany ziemią.

W tym przykładzie wykonania wytworzone przez dostawcę A, na przykład przydomową farmę fotowoltaiczną, nadwyżki energii poddano elektrolizie w zamontowanym przed pompą 2 elektrolizatorze (niepokazanym na rysunku), w wyniku której otrzymano wodór, który następnie pompą 2 wtłoczono pod ciśnieniem 800 bar do łukowo zagiętego elementu rurowego 3 połączonego ze sterowanym zaworem jednokierunkowym 4, a następnie do rurowego profilu U-owego 5'', w którym wodór został zmagazynowany. W celu wykorzystania tak zmagazynowanego wodoru poprzez jednokierunkowy zawór 8 i element rurowy 9 wodór dostarczono odbiorcy B, którym było gospodarstwo domowe, gdzie zainstalowane u niego ogniwo galwaniczne zamieniło ten wodór na energię elektryczną wykorzystywaną na własne potrzeby.

Z kolei, w innych odmianach wykonania tej instalacji U-owy element rurowy 5'' posiadał średnicę $\varnothing = 20$ mm albo 150mm albo 450mm i długość $L1 = 5$ m albo 150m albo 500m i umieszczony był w wywierconym w ziemi otworze na głębokości 5,5m, albo 350,5m albo 500,5 m o średnicy 50mm albo 250mm albo 1000mm, ponadto instalacja ta dodatkowo wyposażona była pompę (11), zamontowaną pomiędzy zaworem jednokierunkowym (8) a odbiorcą (B) natomiast pompą 2 wtłaczano wodór pod ciśnieniem 100 bar, albo 1000 bar, albo 3000bar.

Oczywistym jest, że średnice i długości elementów rurowych, a także głębokość i średnica wydrążonego w ziemi otworu nie ograniczają się do przedstawionych w tym przykładzie wykonania, a ponadto instalację tę wykorzystuje się do magazynowania i transportowania mieszanek wodoru takich jak wodór z gazem ziemnym wykorzystywanym, zwłaszcza w fabrykach.

Instalacja do transportowania i magazynowania sprężonego wodoru według wynalazku przedstawiona w jej przykładach realizacji zapewnia bezpieczny transport wodoru i jego magazynowanie bez dostępu powietrza, ponadto instalacja według wynalazku nie ogranicza się tylko do transportowania i magazynowania przedstawionych w przykładach wykonania wodoru i jego mieszanek, a sposób jej wykonania to jest szczelnego połączenia ze sobą poszczególnych elementów składowych jest znany i powszechnie stosowany dla tego typu instalacji i oczywisty dla znawcy z danej dziedziny techniki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Instalacja do transportowania i magazynowania wodoru i jego mieszanek od ich dostawcy do odbiorcy częściowo umieszczona pod powierzchnią ziemi **znamienna tym, że** składa się z co najmniej dwóch pionowo usytuowanych elementów rurowych (5, 5', 7, 7') połączonych ze sobą elementem rurowym (6) tworzących rurowy profil „U-owy”, przy czym górny koniec elementu rurowego (5,5') poprzez zawór jednokierunkowy (4) połączony jest z elementem rurowym (3), do którego pompą (2) wtłaczany jest wodór i/lub jego mieszanki z elementu rurowego (1) połączonego z co najmniej jednym dostawcą (A, A') wodoru i/lub jego mieszanek, natomiast górny koniec elementu rurowego (7, 7') poprzez zawór jednokierunkowy (8) połączony jest z elementem rurowym (9), połączonym z co najmniej jednym odbiorcą (B, B') wodoru i/lub jego mieszanek, zaś do zewnętrznych powierzchni elementów rurowych (5, 5', 6, 7,7', 9) przylega urządzenie grzewcze – chłodzące (10), przy czym rurowy profil „U-owy” umieszczony jest pod powierzchnią gruntu, poniżej granicy zmarzliny, a ciężar górnej warstwy ziemi nad rurowym profilem „U-owy” równoważy co najmniej planowane ciśnienie gazu w elementach rurowych (5, 5', 6, 7,7').
2. Instalacja według zastrz. 1 **znamienna tym, że** element rurowy (6) usytuowany jest poziomo pod powierzchnią ziemi.
3. Instalacja według zastrz.1 **znamienna tym, że** element rurowy (6) usytuowany jest skośnie pod powierzchnią ziemi tak, że pomiędzy elementem rurowym (5) i elementem rurowym (6) utworzony jest kąt ostry .

4. Instalacja według zastrz. 1 **znamienna tym, że** elementy rurowe (5, 5', 7, 7') usytuowane są równolegle względem siebie.
5. Instalacja według zastrz. 1 **znamienna tym, że** element rurowy (9) wyposażony jest pompę (11), zamontowaną pomiędzy zaworem jednokierunkowym (8) a odbiorcą (B).
6. Instalacja według zastrz. 1 **znamienna tym, że** pomiędzy pompą (2) a zaworem jednokierunkowym (4) umieszczone jest urządzenie (12) do wyrównywania ciśnienia wodoru i/lub jego mieszanek.
7. Instalacja według zastrzeżenia 6 **znamienna tym, że** urządzenie (12) do stanowią dwa zbiorniki wyrównawcze (13) niskiego ciśnienia, połączone za pomocą elementu rurowego (3) wyposażonego w zawory jednokierunkowe (4') z pompą (2) oraz za pomocą elementów rurowych (3') z zaworami jednokierunkowymi (4'') z umieszczonym pod powierzchnią gruntu zbiornikiem wyrównawczym (14) średniego ciśnienia, który z kolei poprzez zawór jednokierunkowy (4) połączony jest z pionowym elementem rurowym (5) rurowego profilu „U-owego”.
8. Instalacja według zastrz. 1 do 7 **znamienna tym, że** średnica elementów rurowych (5, 5', 6, 7, 7') wynosi od 5-100cm.
9. Instalacja według zastrz. 1 do 8 **znamienna tym, że** pompa (2) włacza wodór i/lub jego mieszanki do profilu „U-owego” pod ciśnieniem co najmniej 100 bar.
10. Instalacja do transportowania i magazynowania wodoru jego i mieszanek od ich dostawcy do odbiorcy częściowo umieszczona pod powierzchnią ziemi **znamienna tym, że** składa się z umieszczonego pod powierzchnią ziemi U-owego elementu rurowego (5'') łukowo wygiętego w dolnej jego części (15), przy czym jeden górny koniec tego elementu rurowego (5'') poprzez zawór jednokierunkowy (4) połączony jest z elementem rurowym (3), do którego pompą (2) włączany jest wodór i/lub jego mieszanki z elementu rurowego (1) połączonego z dostawcą (A) wodoru i/lub jego mieszanek, natomiast drugi górny koniec elementu rurowego (5'') poprzez zawór jednokierunkowy (8) połączony jest z elementem rurowym (9), połączonym z odbiorcą (B) wodoru i/lub jego mieszanek, zaś do zewnętrznych powierzchni elementów rurowych (5'', 9) przylega urządzenie grzewczo – chłodzące (10).
11. Instalacja według zastrz. 10 **znamienna tym, że** pompa (2) włacza wodór i/lub jego mieszanki do U-owego elementu rurowego (5'') pod ciśnieniem co najmniej 100 bar.

- 12.Instalacja według zastrz. 10 albo 11 **znamienna tym, że** element rurowy (9) wyposażony jest pompę (11), zamontowaną pomiędzy zaworem jednokierunkowym (8) a odbiorcą (B).
- 13.Instalacja według zastrz. 10 albo 11 albo 12 **znamienna tym, że** U-owy element rurowy (5'') posiada średnicę wynoszącą co najmniej 20 mm.

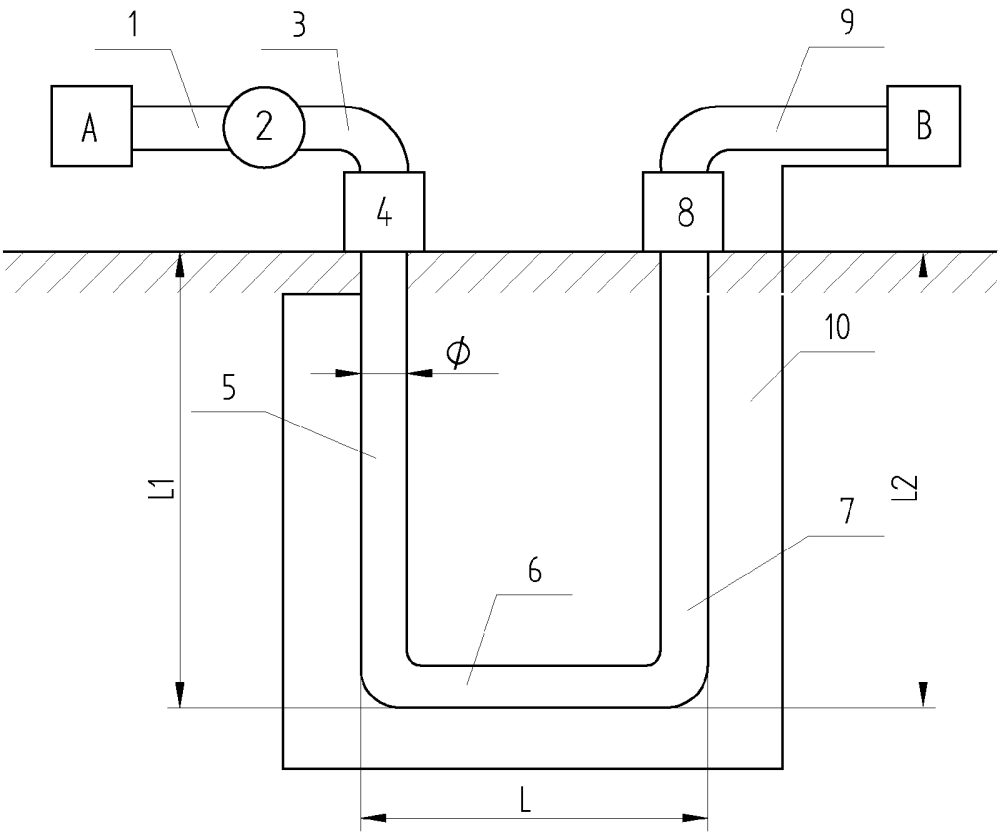


Fig. 1

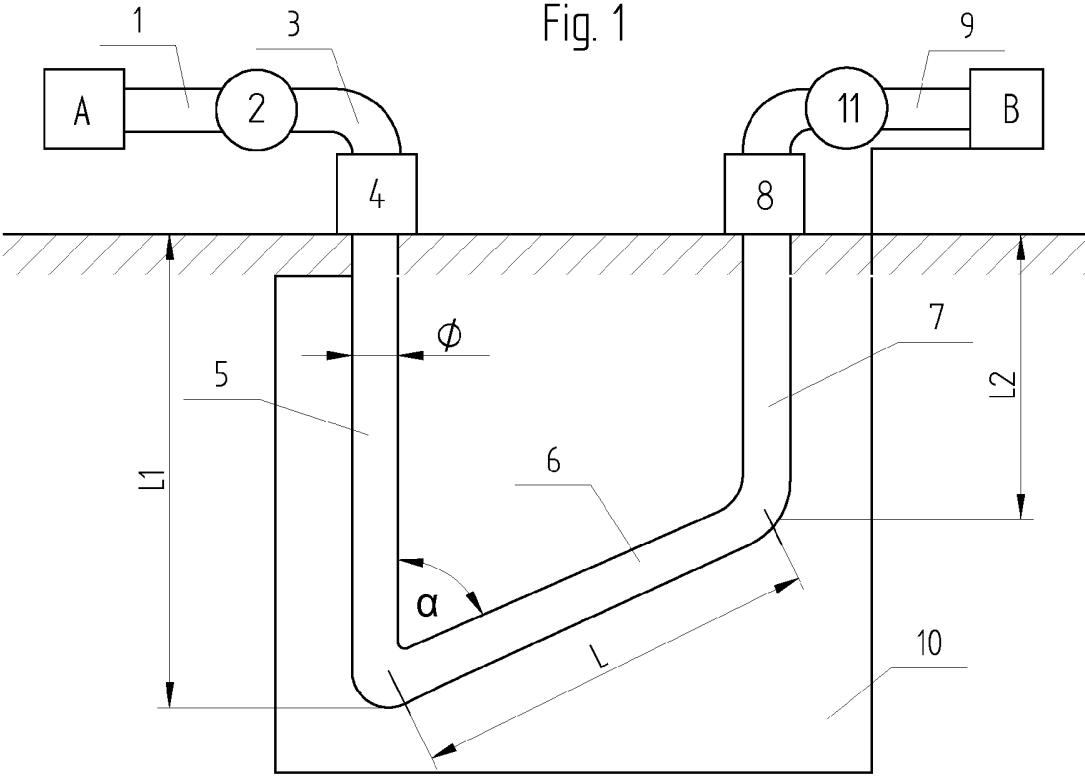


Fig. 2

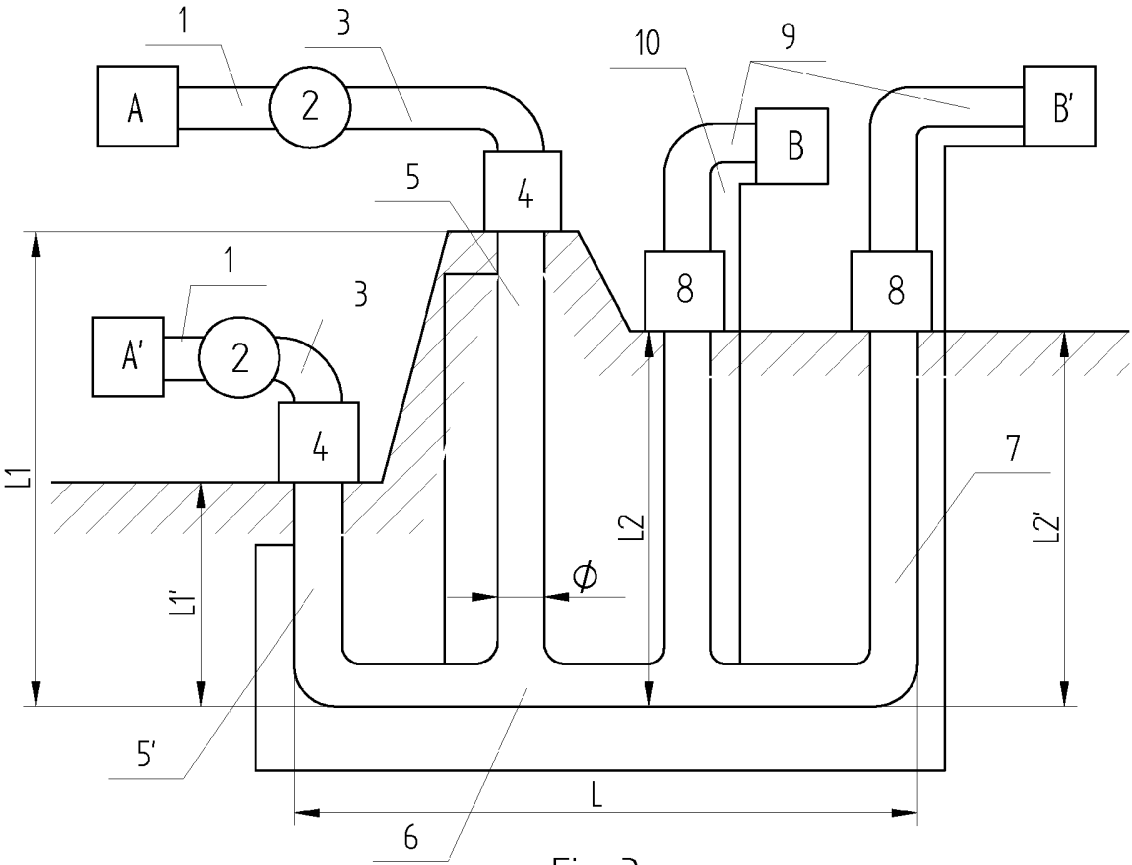


Fig. 3

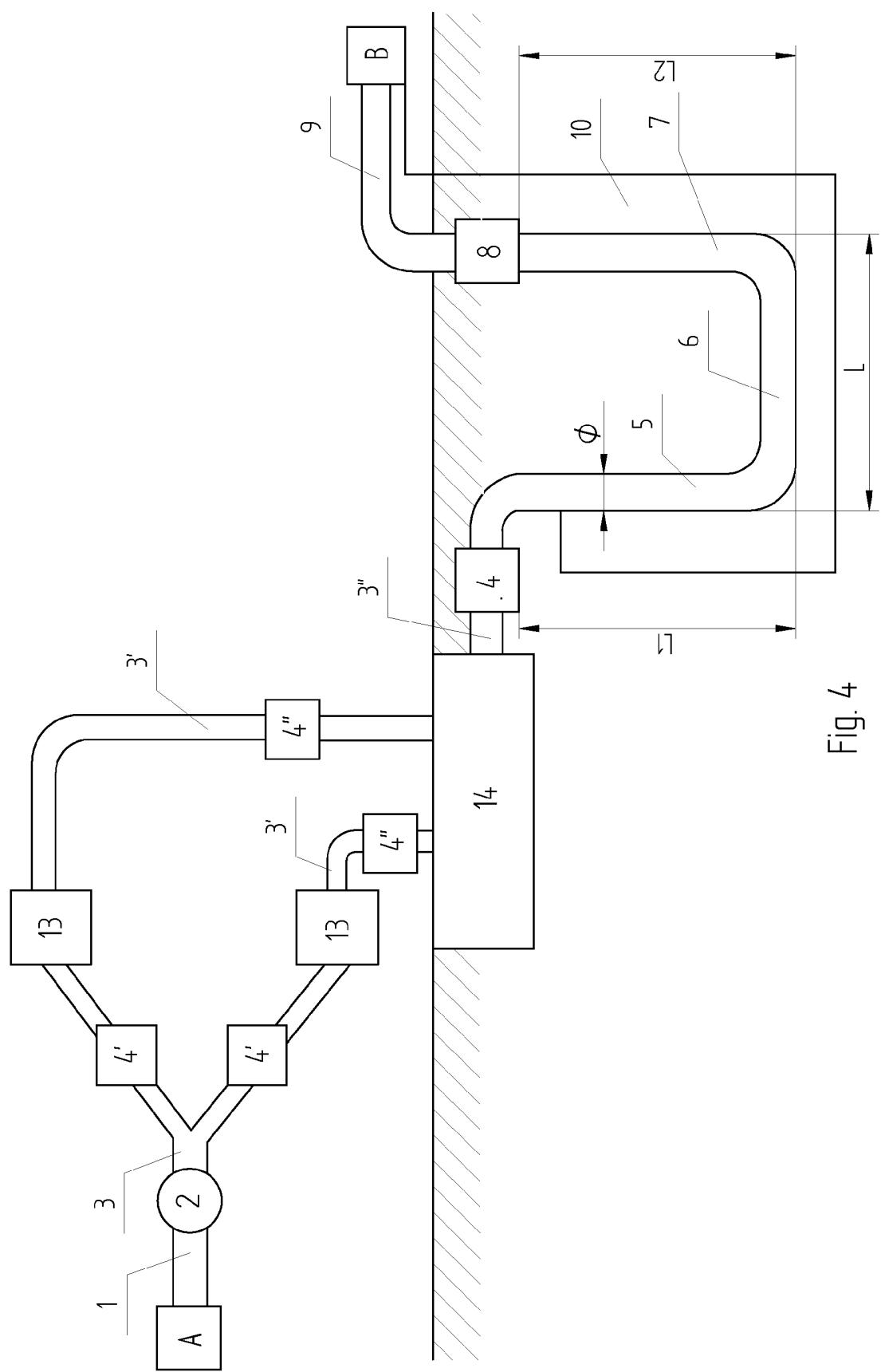


Fig. 4

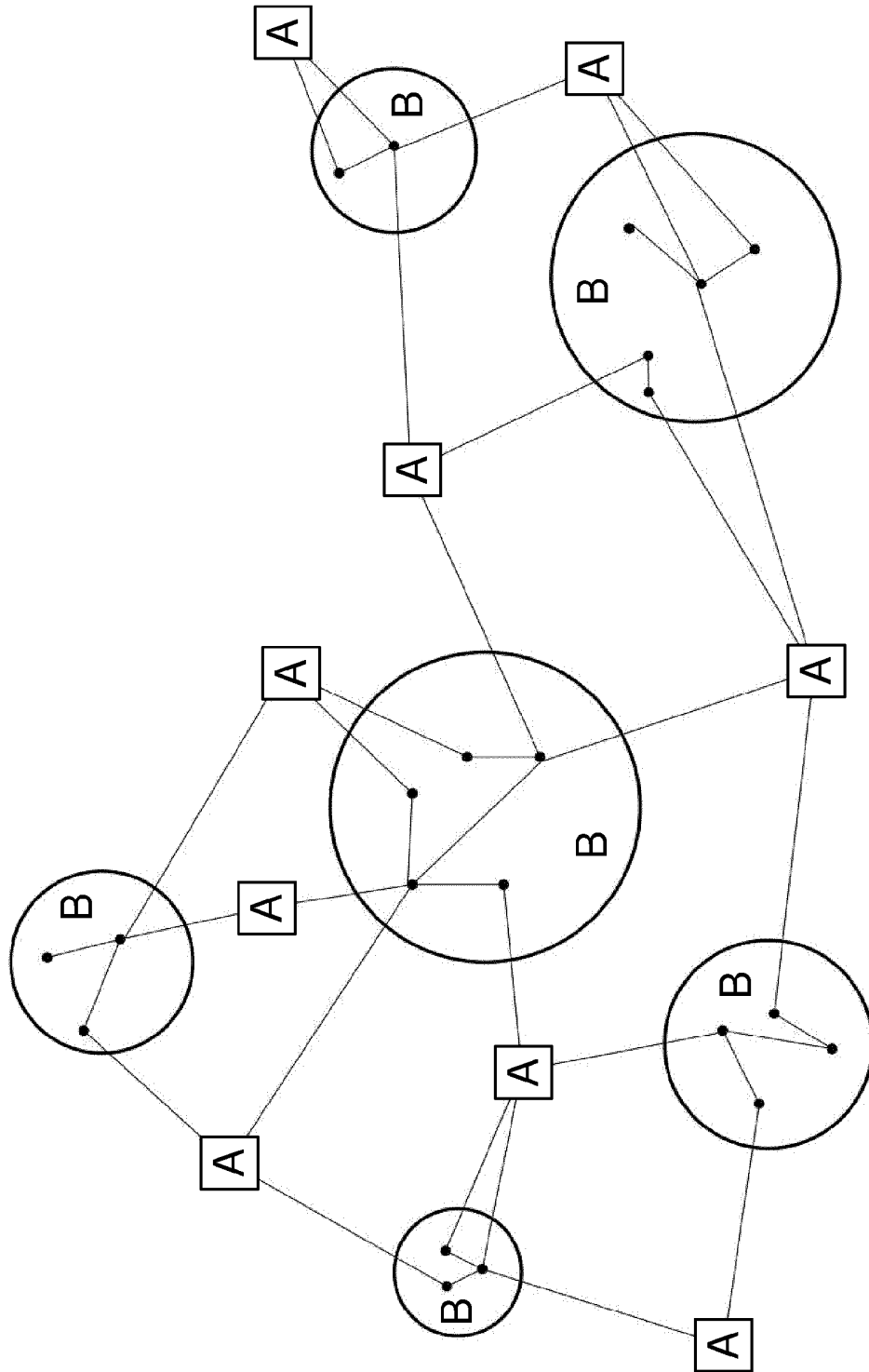


Fig. 5

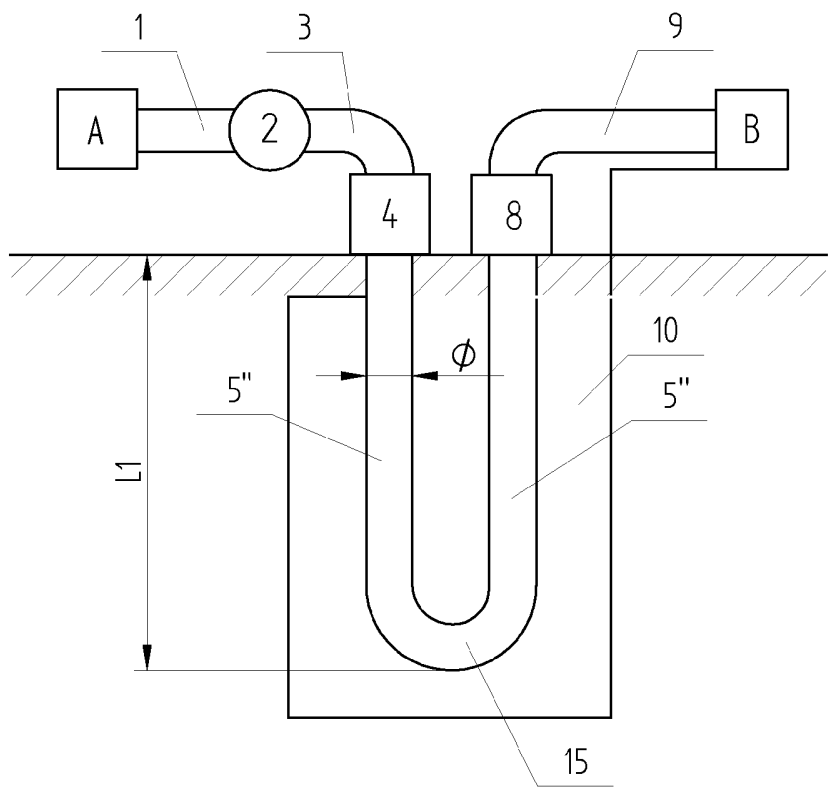
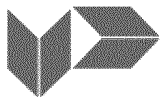


Fig. 6



SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI ZGŁOSZENIA NR P.439371

Klasyfikacja zgłoszenia: F17C 1/00 (2006.01), B63B 25/00 (2006.01), C25B 9/00 (2006.01), C25B 15/00 (2006.01), H01M 14/00 (2006.01)

Poszukiwania prowadzone w klasach: F17C 1/00, B63B 25/00, C25B 9/00, C25B 15/00, H01M 14/00

Bazy komputerowe, w których prowadzono poszukiwania: UPRP, STN, Espcenet, Epoquenet

Kategoria dokumentu	Dokumenty – z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
A	INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY, 2019, 44, 23, 11 901 - 11 919 "LARGE SCALE STORAGE OF HYDROGEN", OPUBLIKOWANO 3.05.2019 R	1-13
A	EP 1 495 960 A2, OPUBLIKOWANO 12.01.2005	1-13
A	DE 2020 0600 5175 U1, OPUBLIKOWANO 15.02.2007	1-13

☐ Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,
E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,
L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,
O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,
P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,
T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,
X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,
Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,
& – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a: Andrzej Jurkiewicz

data 01.03.2022r.

/-podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym-/
Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o wersję zastrzeżeń patentowych z 31.10.2021 r.