

Sposób ładowania butli gazowych oraz instalacja do ładowania butli gazowych sprężonymi gazami.

5

Dziedzina wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób ładowania butli gazowych oraz instalacja do ładowania butli gazowych sprężonymi gazami.

Stan techniki

10 W znanych procesach ładowania butli gazowych, na przykład gazami technicznymi, przeznaczony do ładowania gaz jest przechowywany w zbiornikach w postaci skroplonej i, aby możliwe było naładowanie nim butli, musi on być w pierwszej kolejności przeprowadzony w fazę gazową. W tym celu, zazwyczaj skroplony gaz, nazywany także „płynem kriogenicznym” lub „kriogenem”, jest prowadzony ze zbiornika do urządzenia w którym zachodzi przemiana fazowa
15 ciecchy w gaz. Urządzenia wykorzystywane w tym celu to między innymi wymienniki ciepła i parowniki. Uzyskany w tej przemianie gaz jest następnie doprowadzany do pożądanego ciśnienia i temperatury, tak by mógł zostać przeprowadzony proces ładowania butli.

W klasycznej instalacji napełniania butli skroplone gazy w temperaturach kriogenicznych odparowują przepływając przez wymiennik ciepła lub parownik atmosferyczny. W tym procesie gaz
20 odbiera od otoczenia ogromną ilość ciepła potrzebną do przemiany fazowej. W wyniku wymiany ciepła powietrze opływające wymiennik ochładza się. Generowany w ten sposób chłód jest tracony bezpowrotnie do otoczenia.

W stanie techniki znane są również sposoby ładowania butli, w których w celu uzyskania gazu o kontrolowanej temperaturze wykorzystywany jest bezpośredniego kontakt między fazą
25 gazową (gaz) i ciekłą (skroplony gaz). Proces ten wykorzystywany jest również w instalacjach do gazyfikacji gazu ziemnego.

W dokumencie US 5,934,081 ujawniono instalację do napełniania butli gazowych obejmującą zbiornik płynu kriogenicznego, który może stanowić skroplony tlen, azot, argon, hel, ditlenek węgla, metan, gaz ziemny i ich mieszaniny, połączony przewodem przez zawór z pompą,
30 a następnie z parownikiem, przy czym przed parownikiem znajduje się rozgałęzienie dzielące strumień ciecchy pod podniesionym ciśnieniem na pierwszą porcję i drugą porcję. Pierwsza porcja kierowana jest do parownika z wytworzeniem na wyjściu gazu o podwyższonym ciśnieniu, zaś druga porcja omija parownik przewodem obejściowym wyposażonym w zawór obejściowy i następnie jest mieszana ze wspomnianym gazem o podwyższonym ciśnieniu. W skutek tego
35 zmieszania powstaje gaz o podwyższonym ciśnieniu i kontrolowanej temperaturze, odpowiedniej do napełniania butli. Zgodnie z ujawnieniem US 5,934,081, proces ładowania butli jest zautomatyzowany i sterowany za pośrednictwem programowalnego sterownika i systemu

komputerowego monitorującego masę butli kontrolnej. Dodatkowo układ zawiera analizator monitorujący czystość gazu ładowanego do butli. Ponadto monitorowana jest również temperatura i ciśnienie w butli kontrolnej, jak również temperatura gazu przed jego wprowadzeniem do butli.

5 Podobna instalacja opisana jest w opisie polskiego wzoru użytkowego nr PL.70667, przy czym instalacja zawiera dwie sekcje napełniania przez co umożliwia ładowanie butli mieszankami gazów technicznych pochodzących z niezależnych źródeł.

Zgłoszenie patentowe EP 2 738 442 opisuje układ do dozowania płynu kriogenicznego (w szczególności skroplonego gazu ziemnego) zawierający zbiornik skroplonego gazu ziemnego, z którego wychodzą dwa przewody dozujące, z których każdy zawiera zbiornik osadowy z pompą, 10 obwód ogrzewający (zawierający m.in. zbiornik pośredni i wymiennik ciepła), przewód obejściowy omijający obwód grzewczy oraz zawór mieszający fazę ciekłą i gazową oraz dozownik.

Głównym ograniczeniem długiego czasu ładowania butli gazowych jest wzrost temperatury butli powyżej bezpiecznych wartości, który jest wynikiem wzrostu ciśnienia ładowanego gazu.

15 Problem uzyskania optymalnej temperatury w trakcie ładowania gazem butli i zbiorników gazowych próbowano rozwiązać w stanie techniki na różne sposoby.

W znanych instalacjach do ładowania butli acetylenem do chłodzenia butli wykorzystywana jest woda natryskiwana na ładowane butle przy wykorzystaniu spryskiwaczy. Wykorzystywana do chłodzenia woda może pochodzić na przykład z zewnętrznego źródła, na przykład z sieci wodociągowej albo z wewnętrznej instalacji przeciwpożarowej.

20 W opisie wzoru użytkowego CN208652127 ujawniona jest butla na gaz zawierająca układ chłodzący zawierający płaszcz chłodzący, w którym znajduje się spiralna rura zawierająca olej chłodzący, otaczająca wewnętrzny zbiornik na gaz butli, przy czym w przestrzeniach płaszcza przepływa woda chłodząca.

25 W zgłoszeniu patentowym WO2018/220303 opisana jest instalacja do tankowania zbiorników sprężonym gazem (np. wodorem) zawierająca parownik, sprężarkę i wymiennik ciepła do chłodzenia sprężonego gazu. Czynnikiem chłodzącym wykorzystywanym w wymienniku ciepła jest płyn opuszczający parownik odgałęzieniem omijającym sprężarkę, który jest następnie zawracany do strumienia przed parownikiem.

30 W zgłoszeniu patentowym JP201978319 ujawniona jest instalacja do odzyskiwania energii chłodu z procesu gazyfikacji skroplonego gazu, który w temperaturze pokojowej ma postać gazową (np. LNG, azot, tlen). Skroplony gaz ze zbiornika gazu jest prowadzony do parownika cieczowego, w którym wskutek przemiany fazowej schładzany jest czynnik chłodzący prowadzony do zewnętrznej instalacji wykorzystującej chłód. Dokument ten nie ujawnia jednak praktycznych zastosowań odzyskanej energii chłodu, a w szczególności nie ujawnia sposobu wykorzystania 35 odzyskanej energii chłodu do zmniejszania temperatury butli gazowych w trakcie procesu ładowania.

Istnieje zatem potrzeba zapewnienia sposobu i/lub instalacji, które zapewniłyby zwiększenie efektywności czasu napełniania, a równocześnie skuteczne chłodzenie butli gazowych w trakcie ich napełniania, przy czym korzystnie taki sposób i/lub instalacja nie powinny wykorzystywać zewnętrznych źródeł energii cieplnej.

5 Istota wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób ładowania butli gazowych obejmujący etapy:

- a) transportowania strumienia skroplonego gazu z co najmniej jednego źródła gazu do co najmniej jednego wymiennika ciepła,
 - b) prowadzenia w co najmniej jednym wymienniku ciepła przemiany fazowej strumienia skroplonego gazu w gaz z równoczesnym schładzaniem pierwszego czynnika roboczego (6b),
 - c) transportowania wyjściowego strumienia gazu do co najmniej jednego stanowiska ładowania butli,
 - d) ładowania gazu do co najmniej jednej butli,
- charakteryzujący się tym, że
- e) sposób obejmuje dodatkowo proces schładzania ładowanej butli obejmujący:
 - e) prowadzenie pierwszego czynnika roboczego z co najmniej jednego wymiennika ciepła do co najmniej jednego izolowanego zbiornika buforowego,
 - f) prowadzenie w co najmniej jednym izolowanym zbiorniku buforowym wymiany ciepła między pierwszym czynnikiem roboczym, a środkiem akumulującym ciepło,
 - g) prowadzenie w co najmniej jednym izolowanym zbiorniku buforowym wymiany ciepła między środkiem akumulującym ciepło, a drugim czynnikiem roboczym,
 - h) prowadzenie drugiego czynnika roboczego z co najmniej jednego izolowanego zbiornika buforowego do co najmniej jednego urządzenia chłodzącego zawierającego co najmniej jedną chłodnicę powietrza i co najmniej jeden wentylator nadmuchowy, przy czym co najmniej jedno urządzenie chłodzące umieszczone jest w sąsiedztwie co najmniej jednego stanowiska ładowania butli,
 - i) prowadzenie w co najmniej jednej chłodnicy powietrza wymiany ciepła między drugim czynnikiem roboczym, a powietrzem,
 - j) nadmuchiwanie powietrza zasadniczo w kierunku co najmniej jednego stanowiska
- ładowania butli gazowej.
- Korzystnie sposób pomiaru temperatury i/lub ciśnienia i/lub natężenia przepływu strumienia skroplonego gazu i/lub strumienia częściowego i/lub częściowego strumienia obejściowego i/lub strumienia gazu wychodzącego z wymiennika ciepła i/lub wyjściowego strumienia gazu i/lub strumieni pierwszego czynnika roboczego i/lub strumieni drugiego czynnika roboczego i/lub środka akumulującego ciepło i/lub powietrza chłodzącego i/lub co najmniej jednego urządzenia chłodzącego i/lub co najmniej jednej ładowanej butli gazowej.

W innym korzystnej postaci wykonania

a1) przed wymiennikiem ciepła strumień skroplonego gazu dzielony jest na co najmniej jeden strumień częściowy i częściowy strumień obejściowy, przy czym co najmniej jeden strumień częściowy prowadzony jest do co najmniej jednego wymiennika ciepła, zaś częściowy strumień obejściowy prowadzony jest przewodem obejściowym omijającym co najmniej jeden wymiennik ciepła, a następnie

a2) częściowy strumień obejściowy jest wtryskiwany do co strumienia gazu wychodzącego z najmniej jednego pierwszego wymiennika ciepła z utworzeniem wyjściowego strumienia gazu.

W jednej korzystnej postaci wykonania, strumień skroplonego gazu może być dzielony na dwa strumienie częściowe i jeden strumień obejściowy, przy czym gdy strumień częściowy prowadzony jest do wymiennika ciepła strumień częściowy jest zatrzymywany, zaś gdy temperatura środka akumulującego ciepło znajduje się we wstępnie określonym zakresie progowym, przepływ strumienia częściowego jest zatrzymywany, a strumień częściowy jest prowadzony do parownika, przy czym strumienie wychodzące z wymiennika ciepła i parownika są łączone z strumieniem obejściowym, z utworzeniem wyjściowego strumienia gazu.

W innej korzystnej postaci wykonania przed wymiennikiem ciepła strumień skroplonego gazu może być dzielony na dwa strumienie częściowe, przy czym gdy strumień częściowy prowadzony jest do wymiennika ciepła, strumień częściowy jest zatrzymywany, zaś gdy temperatura środka akumulującego ciepło znajduje się we wstępnie określonym zakresie progowym, przepływ strumienia częściowego jest zatrzymywany, a strumień częściowy jest prowadzony do parownika.

Korzystnie, w sposobie stosowane są dwa lub większa liczba izolowanych zbiorników buforowych, przy czym pierwszy czynnik roboczy jest kierowany selektywnie do jednego z izolowanych zbiorników buforowych.

Korzystnie, w etapie e) temperatura co najmniej jednej ładowanej butli jest zmniejszana do temperatury w zakresie od około 15°C do około 40°C.

Korzystnie, między procesem wymiany ciepła między pierwszym czynnikiem roboczym, a środkiem akumulującym ciepło oraz procesem wymiany ciepła między środkiem akumulującym ciepło, a drugim czynnikiem roboczym występuje odstęp czasowy mieszczący się w zakresie 15 minut do 8 godzin.

Korzystnie, sposób dodatkowo obejmuje sterowanie natężeniem przepływu częściowego strumienia obejściowego.

Korzystnie, regulowanie ciśnienia skroplonego gazu przed wprowadzeniem do co najmniej jednego pierwszego wymiennika ciepła i/lub sterowanie szybkością przepływu częściowego strumienia obejściowego i/lub sterowanie szybkością ładowania co najmniej jednej butli i/lub regulowanie parametrów pracy urządzenia chłodzącego i/lub sterowanie szybkością przepływu strumieni pierwszego i/lub drugiego czynnika roboczego realizowane jest przy pomocy systemu komputerowego wykorzystującego wyniki pomiarów temperatury i/lub ciśnienia i/lub natężenia

przepływu strumienia skroplonego gazu i/lub strumienia częściowego i/lub częściowego strumienia obejściowego i/lub strumienia gazu i/lub wyjściowego strumienia gazu i/lub strumieni pierwszego czynnika roboczego i/lub strumieni drugiego czynnika roboczego i/lub środka akumulującego ciepło i/lub powietrza, i/lub co najmniej jednego urządzenia chłodzącego i/lub co najmniej jednej ładowanej butli gazowej.

Przedmiotem wynalazku jest również instalacja do ładowania butli gazowych sprężonymi gazami zawierająca:

co najmniej jedno źródło skroplonego gazu,

co najmniej jeden wymiennik ciepła z pierwszym czynnikiem roboczym,

co najmniej jedno stanowisko ładowania butli zawierające co najmniej jedną butlę gazową, znamienna tym, że zawiera

co najmniej jeden izolowany zbiornik buforowy ze środkiem akumulującym ciepło,

co najmniej jedno urządzenie chłodzące zawierające co najmniej jedną chłodnicę powietrza

i co najmniej jeden wentylator nawiewowy, przy czym co najmniej jedno urządzenie chłodzące umieszczone jest w sąsiedztwie co najmniej jednego stanowiska ładowania butli,

przy czym

co najmniej jeden wymiennik ciepła jest połączony ze źródłem skroplonego gazu przewodem,

co najmniej jeden wymiennik ciepła jest połączony przewodami stanowiącymi obieg pierwszego czynnika roboczego z co najmniej jednym izolowanym zbiornikiem buforowym, kontaktujący się ze środkiem akumulującym ciepło,

co najmniej jeden izolowany zbiornik buforowy jest połączony przewodami stanowiącymi obieg drugiego czynnika roboczego kontaktujący się ze środkiem akumulującym ciepło, z co najmniej jedną chłodnicą powietrza, a

co najmniej jeden wentylator nawiewowy skierowany jest tak, że nadmuchiwanie powietrza zasadniczo w kierunku co najmniej jednego stanowiska ładowania butli gazowej.

Korzystnie, instalacja według wynalazku dodatkowo zawiera:

łącznik rozdzielający połączony przewodem z co najmniej jednym źródłem skroplonego gazu i z wymiennikiem ciepła,

łącznik zbierający połączony przewodem z co najmniej jednym wymiennikiem ciepła i przewodem z co najmniej jednym stanowiskiem ładowania butli, oraz

przewód obejściowy połączony z łącznikiem rozdzielającym i z łącznikiem zbierającym.

Korzystnie instalacja według wynalazku zawiera czujniki temperatury i/lub ciśnienia i/lub natężenia przepływu połączone z przewodem i/lub przewodami pierwszego czynnika roboczego/lub

przewodami drugiego czynnika roboczego i/lub przewodem wychodzącym z co najmniej jednego wymiennika ciepła i/lub przewodem prowadzącym do co najmniej jednego stanowiska ładowania butli i/lub przewodem obejściowym i/lub znajdujące się na co najmniej jednym stanowisku

ładowania butli, i/lub w co najmniej jednym izolowanym zbiorniku buforowym i/lub w co najmniej jednym urządzeniu chłodzącym.

Korzystnie, instalacja według wynalazku dodatkowo zawiera parownik połączony przewodami z łącznikiem rozdzielającym i łącznikiem zbierającym.

5 W innej korzystnej postaci wykonania, instalacja według wynalazku zawiera parownik połączony z przewodem obejściowym między łącznikiem rozdzielającym i z łącznikiem zbierającym.

10 Korzystnie, instalacja według wynalazku dodatkowo zawiera pompę połączoną z przewodem między źródłem skroplonego gazu, a wymiennikiem ciepła lub łącznikiem rozdzielającym (70).

Korzystnie, instalacja według wynalazku dodatkowo zawiera układ wyrównujący ciśnienie przyłączony do przewodu przed i za pompą.

Korzystnie, instalacja według wynalazku zawiera zawór regulacyjny umieszczony na przewodzie obejściowym.

15 Korzystnie, instalacja według wynalazku zawiera pompy umieszczone odpowiednio na przewodach pierwszego i drugiego czynnika roboczego.

Korzystnie, instalacja według wynalazku zawiera układ sterowania połączony z łącznikiem zbierającym i/lub pompą i/lub pompami, zaworem regulacyjnym i/lub urządzeniem chłodzącym i/lub czujnikami obecnymi w instalacji i/lub co najmniej jednym stanowiskiem ładowania butli.

20 Korzystnie, źródło skroplonego gazu wybrane jest z grupy obejmującej poziome lub pionowe zbiorniki naziemne lub podziemne oraz zbiorniki mobilne.

Korzystnie, wymiennik ciepła jest wybrany z grupy obejmującej wymiennik płaszczowo rurowy, wymiennik spiralny, wymiennik płytowy, wymiennik typu rura w rurze, lub wymiennik płaszczowy, pracujący w trybie współprądowym lub przeciwprądowym.

25 Korzystnie, instalacja według wynalazku zawiera środki rozdzielające strumień drugiego czynnika roboczego schłodzonego w co najmniej jednym izolowanym zbiorniku buforowym i kierujące je poza instalację.

Korzystnie, na stanowisku ładowania butli znajduje się co najmniej jedna paleta zawierająca od jednej do szesnastu butli.

30 **Zalety wynalazku**

Zaletą przedmiotowego wynalazku w stosunku do układów znanych ze stanu techniki jest to, że umożliwia on wykorzystanie chłodu z procesu odparowania płynu kriogenicznego w celu późniejszego jego wykorzystania w procesie ładowania butli. W rozwiązaniach ze stanu techniki dotyczących ładowania butli gazowych, chłód z procesu odparowania skroplonego gazu jest bezpośrednio przekazywany do otoczenia. Obecny wynalazek zamiast klasycznego parownika wykorzystuje wymiennik ciepła, w którym chłód jest transportowany do izolowanego zbiornika buforowego i w dowolnym czasie wykorzystany do chłodzenia butli w czasie procesu ładowania.

35

W konsekwencji zaletą przedmiotowego wynalazku jest to, że zapewnia redukcję czasu ładowania butli w stosunku do wartości bazowej przyjętej jako czas ładowania butli bez zastosowania jakiegokolwiek chłodzenia o 20 – 70% równocześnie zapewniając, że temperatury ładowanych butli mieszczą się w bezpiecznych zakresach, a sam proces chłodzenia butli odbywa się wyłącznie lub w przeważającym stopniu z wykorzystaniem ciepła odzyskanego w trakcie procesu ładowania butli, a konkretnie w trakcie przemiany fazowej ciec-z-gaz.

Rysunek

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania przedstawiony jest na rysunku na którym:

Figura 1 przedstawia w sposób schematyczny instalację według wynalazku.

Figury 2 i 3 przedstawiają zależności temperatur powietrza chłodzącego, środka akumulującego ciepło i chłodnicy dla pierwszych dwóch i ośmiu godzin pracy instalacji według wynalazku.

Figura 4 przedstawia

Szczegółowy opis wynalazku

Przedmiotem niniejszego zgłoszenia patentowego jest sposób napełniania butli gazowych, w którym w trakcie napełniania butle gazowe są chłodzone przy wykorzystaniu nawiewu powietrza schładzanego dzięki energii cieplnej uzyskanej z przemiany fazowej skroplonego gazu oraz instalacja do ładowania butli gazowych sprężonymi gazami.

W szczególnie korzystnym wykonaniu wynalazku, sposób według przedmiotowego wynalazku realizowany jest przy wykorzystaniu instalacji według przedmiotowego wynalazku.

Gazy przetwarzane zgodnie z wynalazkiem

Sposób i instalacja według przedmiotowego wynalazku mogą być stosowane do przetwarzania gazów wybranych z grupy obejmującej: gazy techniczne, gazy spożywcze, gazy przemysłowe, mieszanki osłonowe do spawania, mieszanki kalibracyjne, mieszanki spawalnicze, mieszanki do cięcia plazmowego itp. Ogólnie, w sposobie i instalacji według wynalazku można przetwarzać wszelkie gazy, które są dostarczane w formie skroplonej, a w postaci finalnej są przetworzone do postaci gazowej. Korzystnie wspomniane gazy są wybrane z grupy obejmującej, ale nie wyłącznie, acetylen, azot, amoniak, argon, butan, ditlenek węgla, etylen, hel, propan, sprężone powietrze, tlen, tlenek azotu (I), tlenek azotu (II), wodór, oraz mieszanki gazowe zawierające co najmniej dwa, korzystnie dwa, trzy, cztery albo pięć spośród wskazanych powyżej, na przykład mieszanki zawierające azot i wodór, azot i etylen, argon i ditlenek węgla, argon i tlen, argon i wodór, argon i hel, tlen i ditlenek węgla, hel, azot i ditlenek węgla, argon, hel i ditlenek węgla, argon, ditlenek węgla i tlen, argon, ditlenek węgla i azot, argon, ditlenek węgla i tlenek azotu (II). W szczególnie korzystnej postaci wykonania, sposób i instalacja według przedmiotowego wynalazku stosowane są do przetwarzania gazów technicznych i mieszanek gazów technicznych.

Zgodnie z przedmiotowym wynalazkiem, skroplony gaz wykorzystywany w sposobie według wynalazku prowadzony jest z co najmniej jednego źródła gazu do co najmniej jednego

wymiennika ciepła, w którym prowadzona jest przemiana fazowa strumienia skroplonego gazu w gaz z równoczesnym schładzaniem pierwszego czynnika roboczego przepływającego przez co najmniej jeden wymiennik ciepła.

Źródła skroplonego gazu

5 Źródła skroplonego gazu stosowane zgodnie z niniejszym wynalazkiem mogą korzystnie stanowić naziemne lub podziemne, pionowe lub poziome zbiorniki cylindryczne, umożliwiające magazynowanie od 30 do 62 ton skroplonego gazu, oparte na konstrukcji naczyń Dewara, w których izolacja termiczna realizowana jest w postaci dwóch ścianek stalowych, między którymi znajduje się bardzo rozrzedzony gaz (próżnia), a także zbiorników z izolacją charakteryzującą się niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła, która pozwala na ekonomiczne magazynowanie substancji w postaci ciekłej. Taka konstrukcja pozwala przechowywać gaz techniczny w postaci skroplonej z minimalnymi stratami medium. W innych postaciach wykonania, jako źródła skroplonego gazu stosowane są mobilne zbiorniki gazowe, np. transportowane z wykorzystaniem środków transportu drogowego lub kolejowego

15 W szczególnie korzystnej postaci wykonania wynalazku, źródło gazu stanowi zbiornik z izolacją próżniową.

Temperatura gazu przechowywanego w źródle skroplonego gazu będzie zależeć od rodzaju gazu i typowo mieści się w zakresie od około $-268,9^{\circ}\text{C}$ (273 K) do około $-0,15^{\circ}\text{C}$ (273 K).

Wymiennik ciepła

20 Zgodnie z pierwszym wariantem niniejszego wynalazku, instalacja zawiera co najmniej jeden wymiennik ciepła połączony przewodami z co najmniej jednym źródłem skroplonego gazu, w którym to wymienniku prowadzona jest przemiana fazowa.

Wymiennik ciepła stosowany zgodnie z wynalazkiem może stanowić dowolny, znany w stanie techniki typ wymiennika, w którym może zachodzić przemiana fazowa ciecz – gaz dowolnego z wspomnianych powyżej gazów, oraz w którym wykorzystywany jest czynnik roboczy („pierwszy czynnik roboczy”), który ulega schłodzeniu wskutek realizacji wspomnianej przemiany fazowej i dzięki kontaktowi z ulegającym przemianie fazowej skroplonym gazem, i który może być transportowany w stanie schłodzonym po opuszczeniu wymiennika ciepła.

30 Korzystnie, wymiennik ciepła stanowi wymiennik płaszczowo rurowy, wymiennik spiralny, wymiennik pływowy, wymiennik typu rura w rurze, lub wymiennik płaszczowy, pracujący w trybie współprądowym lub przeciwprądowym. Ze względu na specyfikę pracy i redukcję naprężeń wewnętrznych wynikających z gradientów temperatury, korzystne jest zastosowanie wymiennika płaszczowo – rurowego, lub spiralnego.

35 W szczególnie korzystnej postaci wykonania wynalazku, wymiennik ciepła służący do odzysku mocy chłodniczej jest przeciwprądowym wymiennikiem płaszczowo-rurowym, w którym następuje wymiana ciepła między gazem poddawany obróbce, a pierwszym czynnikiem roboczym.

Korzystnie, pierwszy czynnik roboczy może być wybrany z grupy obejmującej: glikol etylenowy lub propylenowy, wodę i ich mieszaniny, przy czym szczególnie korzystnymi pierwszymi czynnikami roboczymi są: mieszanina glikolu propylenowego z wodą destylowaną w proporcjach dobranych w zależności od temperatury realizowanej przemiany fazowej gazów. W jednej
5 szczególnie korzystnej postaci wynalazku, pierwszy czynnik roboczy stanowi roztwór wodny glikolu o stężeniu 40% wagowych.

Temperatura robocza pierwszego czynnika roboczego zależy od rodzaju zastosowanego czynnika i może korzystnie mieścić się w zakresie od około -30°C do około -20°C , korzystnie od około -20°C do około 0°C , na przykład od około -23°C do około 0°C , korzystnie od około -13°C do
10 około -18°C , najkorzystniej wynosi około -23°C .

Ilość wymienników ciepła stosowanych zgodnie z wynalazkiem, jak również ich wielkość, a w konsekwencji wydajność i konstrukcja, jak również zastosowany pierwszy czynnik roboczy zależą od innych elementów zastosowanych w instalacji do ładowania butli, przede wszystkim od rodzaju przetwarzanego gazu i wydajności instalacji ładowania butli (między innymi rozmiaru zbiornika
15 buforowego, ilości i typu jednocześnie ładowanych butli gazowych itp.). Zastosowanie kilku wymienników w układzie szeregowym może pozwolić na „odbieranie mocy chłodniczej” w różnych temperaturach. Szeregowe połączenie więcej niż jednego wymiennika ciepła umożliwia ich włączanie w zależności od wydajności instalacji lub zastosowanych skroplonych gazów.

Maksymalna różnica ciśnień pracy wymiennika to 420 bar w zakresie temperatur od 77 K
20 do 323 K., ale możliwe są również różnice ciśnień pracy wynoszące 200, 300 oraz 400 bar.

W korzystnej postaci wykonania wymiennik ciepła wyposażony jest w przewód obejściowy połączony z jednej strony z łącznikiem rozdzielającym połączonym z przewodem prowadzącym ze źródła skroplonego gazu i przewodem prowadzącym do wymiennika ciepła, a z drugiej strony z
25 łącznikiem zbierającym połączonym z przewodem wychodzącym z wymiennika ciepła i przewodem prowadzącym do dalszej części instalacji. Taka konstrukcja umożliwia przepuszczanie części skroplonego gazu z pominięciem wymiennika ciepła i przemiany fazowej.

Wstrzyknięcie zimnego, skroplonego gazu do ogrzanego gazu opuszczającego wymiennik ciepła powoduje natychmiastowe odparowanie skroplonego gazu, a w rezultacie spadek
30 temperatury powstałej mieszanki. W konsekwencji zastosowanie przewodu obejściowego umożliwia kontrolowanie temperatury gazu prowadzonego do stanowiska ładowania butli, a więc pomaga w kontrolowanym osiągnięciu temperatury optymalnej w trakcie ładowania butli gazowych.

Korzystnie, zastosowanie przewodu obejściowego pozwala na schłodzenie gazu opuszczającego wymiennik ciepła o maksymalnie 30°C , korzystniej 10°C , najkorzystniej 20°C .

W szczególnie korzystnej postaci wykonania, przewód obejściowy wyposażony jest w
35 zawór regulacyjny, pozwalający na sterowanie ilością skroplonego gazu przepuszczaną przez przewód obejściowy i wstrzykiwaną do gazu opuszczającego wymiennik ciepła. Obecność tego

zaworu pomaga w kontrolowaniu procesu wstrzykiwania i regulacji końcowej temperatury gazu prowadzonego do stanowiska ładowania butli.

W jeszcze innej korzystnej postaci wykonania, instalacja według przedmiotowego wynalazku zawiera co najmniej jeden parownik połączony łącznikiem rozdzielającym i łącznikiem zbierającym. Zgodnie z powyższym, w tej korzystnej postaci wykonania, sposób według wynalazku prowadzi się tak, że strumień skroplonego gazu ze źródła skroplonego gazu dzielony jest na dwa strumienie częściowe i jeden strumień obejściowy, przy czym jeden strumień częściowy może być prowadzony do wymiennika ciepła, drugi strumień częściowy może być prowadzony do parownika, a strumień obejściowy prowadzony jest przewodem obejściowym.

Alternatywnie, zamiast parownika może być zastosowany wymiennik ciepła, w przypadku którego czynnik roboczy umożliwiający przeprowadzenie przemiany fazowej nie będzie transportowany do izolowanego zbiornika buforowego tylko przykładowo wyprowadzany poza instalację.

Celem zastosowania parownika w instalacji według przedmiotowego wynalazku jest zabezpieczenie przed zamrażaniem środka akumulującego ciepło znajdującego się w zbiorniku buforowym wskutek ciągłego dostarczania do zbiornika buforowego schłodzonego pierwszego czynnika roboczego.

Zgodnie z tą korzystną postacią wykonania, przepływ strumienia częściowego przez parownik jest prowadzony tylko gdy zostaną spełnione określone warunki procesowe, korzystnie, gdy temperatura środka akumulującego ciepło znajdzie się we wstępnie określonym zakresie progowym. W momencie spełnienia takich warunków procesowych, przepływ strumienia częściowego przez wymiennik ciepła jest wstrzymywany, a skroplony gaz prowadzony jest do parownika. Gdy wspomniane wstępnie określone warunki procesowe przestaną być spełniane, korzystnie gdy temperatura środka akumulującego ciepło opuści określony zakres progowy, strumień skroplonego gazu przepływający przez parownik jest wstrzymywany, a skroplony gaz ponownie przepływa przez wymiennik ciepła. W tym, celu zastosowany łącznik rozdzielający musi być wyposażony w środki umożliwiające kierowanie strumienia skroplonego gazu do odpowiedniego odgałęzienia, korzystnie zawory trójdrogowe.

W jeszcze innej, korzystnej postaci wykonania wynalazku, parownik nie jest włączony jako dodatkowy element instalacji według wynalazku, ale połączony jest z przewodem obejściowym. W tej korzystnej postaci wykonania, sposób według wynalazku prowadzi się tak, że strumień skroplonego gazu ze źródła skroplonego gazu dzielony jest na dwa strumienie częściowe, przy czym jeden strumień częściowy może być prowadzony do wymiennika ciepła, drugi strumień częściowy może być prowadzony do parownika. Innymi słowy, w tej korzystnej postaci wykonania nie następuje prowadzenie strumienia gazu skroplonego z pominięciem przemiany fazowej. Analogicznie, jak opisano powyżej, przepływ strumienia częściowego przez parownik jest prowadzony tylko gdy zostaną spełnione określone warunki procesowe, korzystnie, gdy

temperatura środka akumulującego ciepło znajdzie się we wstępnie określonym zakresie progowym, a przepływ strumienia częściowego przez wymiennik ciepła jest wstrzymany.

Parownik zastosowany w tych korzystnych postaciach wykonania może być dowolnym, znanym w stanie techniki parownikiem stosowanym w procesach, w których przeprowadzana jest przemiana fazowa skroplonego gazu, na przykład jednego z gazów wymienionych wcześniej w niniejszym opisie wynalazku. Wśród znanych typów parowników można wskazać szczególnie pionowe lub poziome parowniki atmosferyczne, w których korzystnie skroplony gaz przepływa przez ożebrowane na zewnątrz przewody rurowe. Zastosowane żeber ma na celu zwiększenie powierzchni wymiany ciepła z otoczeniem a co za tym idzie zwiększenie skuteczności oddawania chłodu. Korzystnie, parownik zastosowany w przedmiotowym wynalazku stanowi parownik atmosferyczny, w którym przemiana fazowa zachodzi wskutek ogrzania strumienia skroplonego gazu w wyniku działania powietrza atmosferycznego.

Ilość parowników stosowanych zgodnie z wynalazkiem, jak również ich wielkość, a w konsekwencji wydajność i konstrukcja zależy od innych elementów zastosowanych w instalacji do ładowania butli, przede wszystkim od rodzaju przetwarzanego gazu, rodzaju, wielkości i typu wymiennika ciepła, rodzaju, wielkości i typu izolowanego zbiornika buforowego i wydajności instalacji ładowania butli (ilości i typu jednocześnie ładowanych butli gazowych itp.).

Stanowisko ładowania butli

Strumień gazu uzyskany w wyniku przemiany fazowej lub korzystnie po wstrzyknięciu skroplonego gazu do strumienia opuszczającego wymiennik ciepła (lub parownik), określany terminem „wyjściowy strumień gazu” kierowany jest do co najmniej jednego stanowiska ładowania butli, w którym następuje ładowanie gazu do co najmniej jednej butli gazowej.

Stanowisko ładowania butli może być typowym stanowiskiem znanym w stanie techniki i zawiera typowe elementy takie jak, przewody, zawory odcinające, szybkozłącze, itp. wymagane do efektywnego i bezpiecznego ładowania butli gazowych. Korzystnie, każda butla znajdująca się na stanowisku ładowania umieszczona jest w koszu i jest połączona z instalacją za pomocą wysokociśnieniowego węża elastycznego. Stanowisko do ładowania butli może umożliwiać jednoczesne ładowanie od jednej do szesnastu, korzystnie od jednej do dziewięciu, , korzystnie od jednej do dwunasty , a najkorzystnie szesnastu butli gazowych.

Zgodnie z przedmiotowym wynalazkiem na stanowisku ładowania mogą być ładowane wszelkiego rodzaju butle przeznaczone do przechowywania sprężonych gazów, w szczególności gazów i mieszanek gazowych wskazanych powyżej w niniejszym opisie wynalazku. W typowych zastosowaniach wykorzystywane są butle o pojemności 30 i 50 dm³, wysokości odpowiednio 970 i 1515 mm, masie odpowiednio 43 i 64 kg, wykonane ze stali stopowej konstrukcyjnej chromowo-molibdenowej do ulepszenia cieplnego o granicy plastyczności powyżej 1020 MPa.

W szczególnie korzystnej postaci wykonania, sposób i instalacja według niniejszego wynalazku stosowane są do ładowania butli gazowych o ciśnieniu docelowym wynoszącym 30 MPa (300 bar) lub wyższym, maksymalnie do 35 MPa (350 bar).

Izolowany zbiornik buforowy

5 Istotną przedmiotowego wynalazku jest to, że pierwszego czynnik roboczy schłodzony wskutek wspomnianej przemiany fazowej prowadzony jest z co najmniej jednego wymiennika ciepła do co najmniej jednego izolowanego zbiornika buforowego, który zawiera środek akumulujący ciepło.

10 W co najmniej jednym wspomnianym izolowanym zbiorniku buforowym prowadzona jest wymiana ciepła między pierwszym czynnikiem roboczym a środkiem akumulującym ciepło, wskutek której temperatura środka akumulującego ciepło ulega obniżeniu, jak również wymiana ciepła między środkiem akumulującym ciepło a drugim czynnikiem roboczym, w skutek, której obniżeniu ulega temperatura drugiego czynnika roboczego.

15 Zgodnie z powyższym, typowo izolowany zbiornik buforowy, który może być wykorzystany w sposobie i instalacji według przedmiotowego wynalazku zawiera przestrzeń w której znajduje się środek akumulujący ciepło oraz przewody, w których przepływa odpowiednio pierwszy i drugi czynnik roboczy, i jest zaprojektowany w taki sposób, że możliwa jest wymiana ciepła między pierwszym czynnikiem roboczym a środkiem akumulującym ciepło, jak również osobna wymiana ciepła między środkiem akumulującym ciepło a drugim czynnikiem roboczym.

20 Rozmiar izolowanego zbiornika buforowego, jego konstrukcja jak również zastosowany środek akumulujący ciepło zależą od innych elementów zastosowanych w instalacji do ładowania butli, przede wszystkim od rodzaju przetwarzanego gazu i wydajności instalacji ładowania butli (między innymi rozmiaru wymiennika ciepła, ilości i typu jednocześnie ładowanych butli gazowych itp.). Rozmiar (objętość) izolowanego zbiornika buforowego na jedną paletę zawierających
25 szesnaście butli gazowych może korzystnie mieścić się w zakresie od około 500 litrów do około 10000 litrów, a w na przykład 5000 litrów, korzystnie 800 litrów.

30 W izolowanym zbiorniku buforowym może być utrzymywana temperatura zależna od zastosowanego środka akumulującego ciepło. Korzystnie, będzie to temperatura mieszcząca się w zakresie od około -30°C do około 10°C, korzystnie od około -10°C do około 10°C, korzystnie od około -5°C do około -12°C, na przykład około -27°C.

35 Środek akumulujący ciepło (chłód) stosowany w izolowanym zbiorniku buforowych może stanowić materiał zmiennofazowy lub ciecz charakteryzującą się wysoką bezwładnością termiczną. Korzystnie, środek akumulujący ciepło może być wybrany z grupy obejmującej między innymi: wodę, alkohole i glikole, sole w tym sole uwodnione, ciecz jonowe, kwasy tłuszczowe, parafiny, trihydrat siarczanu (IV) sodu zmieszany z celulozą, bentonit oraz ewentualnie ich mieszaniny przy czym szczególnie korzystnym środkiem akumulującym ciepło jest mieszanina wody i alkoholu lub

wody i soli ze względu na dużą bezwładność termiczną i niską temperaturę przejścia fazowego, w szczególności wodny roztwór glikolu etylenowego o stężeniu od 20 % do 80% wagowych.

5 Konstrukcyjnie opisany element może być zbliżony do konstrukcji sprzęgła cieplnego o dużej inercji cieplnej. Typowo, takie rządzenie składa się z pionowego cylindrycznego zbiornika, zasilanego strumieniami tego samego czynnika o różnych temperaturach. W wyniku przepływu wewnętrznego, strumienie mieszają się obniżając lub podwyższając temperaturę cieczy. W efekcie końcowym, wykorzystując ciepło właściwe danej substancji oraz jej masę całkowitą możliwa jest akumulacja energii cieplnej.

10 W przedmiotowym wynalazku zastosowanie mogą znaleźć dostępne handlowo izolowane zbiorniki buforujące stosowane z wymienionymi powyżej środkami akumulującymi ciepło.

W jednej postaci wykonania przedmiotowego wynalazku, wspomniane dwie wymiany ciepła następują równocześnie. W innej korzystnej postaci wykonania wynalazku, środek akumulujący ciepło jest schładzany wskutek pierwszej wymiany ciepła, a druga wymiana ciepła ma miejsce po upływie określonego okresu, w zależności od zapotrzebowania procesu technologicznego.

15 Wspomniany okres ten zależy przede wszystkim od rodzaju zastosowanego środka magazynującego ciepło, jak również od objętości i konstrukcji zbiornika buforowego i mieści się w zakresie od około 15 minut do około 8 godzin, korzystnie od około 2 godzin do około 4 godzin, korzystnie od około 3 godzin do około 4 godzin, w szczególności około 2 godzin. ,

20 Ze względu na fakt, iż do izolowanego zbiornika buforowanego dostarczany jest schłodzony w wyniku przemiany fazowej pierwszy czynnik roboczy, temperatura środka akumulującego ciepło znajdującego się w izolowanym zbiorniku buforowym jest w sposób ciągły obniżana. W konsekwencji, w zależności od zastosowanego środka akumulującego ciepło występuje większe lub mniejsze ryzyko jego zamarznięcia. Ryzyko to jest związane z mniejszym wykorzystaniem mocy chłodniczej od mocy chłodniczej uzyskiwanej z przemiany fazowej gazu. Z tego powodu, sposób i instalacja według przedmiotowego wynalazku przewidują opisane powyżej środki zabezpieczające przed zamarznięciem środka akumulującego ciepło.

30 Alternatywnie, aby zmniejszyć lub nawet wyeliminować ryzyko zamarznięcia środka akumulującego ciepło, w jeszcze innej, korzystnej postaci wykonania wynalazku, może być zastosowanych więcej niż jeden izolowany zbiornik buforowy. W takiej postaci wykonania, w sytuacji zagrożenia zamarznięciem środka akumulującego ciepło, na przykład gdy zostaną spełnione określone warunki procesowe, w szczególności gdy temperatura środka akumulującego ciepło w pierwszym izolowanym zbiorniku buforowym znajdzie się we wstępnie określonym zakresie progowym, strumień pierwszego czynnika roboczego jest przekierowywany do drugiego (lub kolejnego) izolowanego zbiornika buforowego.

35 Korzystnie, zgodnie przedmiotowym wynalazkiem może być zastosowanych od jednego do sześciu, korzystnie od dwóch do sześciu, korzystnie od trzech do pięciu, a w jeszcze innej korzystnej postaci wykonania 5 izolowanych zbiorników buforowych.

Korzystnie, drugi czynnik roboczy może być wybrany z grupy obejmującej: wodę, mieszaniny zawierające alkohole oraz sole i mieszaniny zawierające sole, glikole oraz mieszaniny wodne glikoli, przy czym szczególnie korzystnym pierwszym czynnikiem roboczym jest roztwór glikolu o stężeniu od 20 do 80% wagowych, jeszcze korzystniej 40% wagowych.

- 5 Temperatura robocza drugiego środka roboczego zależy od zastosowanego czynnika i mieści się korzystnie w zakresie od około -25°C do około 20°C, korzystniej od około -10°C do około 10°C, w szczególności od około -0°C do około 5°C.

Urządzenie chłodzące

- 10 Schłodzony drugi czynnik roboczy prowadzony jest z co najmniej jednego izolowanego zbiornika buforowego do co najmniej jednego urządzenia chłodzącego umieszczonego w sąsiedztwie co najmniej jednego stanowiska ładowania butli.

Zgodnie z wynalazkiem, urządzenie chłodzące wykorzystywane jest do schłodzenia butli gazowych w trakcie ładowania, poprzez wykorzystanie nadmuchu powietrza schłodzonego wskutek wymiany cieplnej z drugim czynnikiem roboczym.

- 15 Zgodnie z korzystną postacią wykonania wynalazku, urządzenie chłodzące zawiera co najmniej jedną chłodnicę powietrza i co najmniej jeden wentylator nadmuchowy.

- 20 W chłodnicy powietrza zachodzi wymiana cieplna między drugim czynnikiem roboczym a powietrzem, w wyniku której temperatura wspomnianego powietrza ulega obniżeniu. Rolą wentylatora jest wytworzenie strumienia schłodzonego powietrza ukierunkowanego na butle gazowe.

- 25 Do odpowiedniego rozprowadzenia chłodnego powietrza korzystnie wykorzystywane są kierownice w postaci elastycznych rur wprowadzanych pomiędzy chłodzone butle, albo rury opracowane do pracy jako strumienice nawiercone są w odpowiednim układzie, który zależy od konkretnego zastosowania (wielkości butli, rodzaju pierwszego czynnika itp.) lub przewody rurowe umieszczone bezpośrednio w pobliżu schładzanych elementów.

W korzystnej postaci wykonania wynalazku, chłodnica powietrzna i wentylator nadmuchowy są połączone ze sobą integralnie. W innej korzystnej postaci wykonania wynalazku chłodnica i wentylator nadmuchowy są oddzielone od siebie.

- 30 Korzystnie, chłodnica powietrzna stanowi lamelowy wymiennik ciepła. Możliwe jest także zastosowanie innych wymienników służących do pracy w systemie ciecz – gaz, jak wymienniki rurowe z ożebrowaniem, wymienniki płytowe, itp.

- 35 Liczba urządzeń chłodzących stosowanych w sposobie i instalacji według przedmiotowego wynalazku zależy od wydajności instalacji do ładowania butli gazowych, a w szczególności od temperatur osiąganych przez butle w trakcie ładowania i od liczby równocześnie ładowanych butli. W jednej korzystnej postaci wykonania, każdej butli gazowej przyporządkowanej jest jedno urządzenie chłodzące. W innych korzystnych postaciach wykonania, jedno urządzenie chłodzące przyporządkowane jest dwóm, trzem lub czterem butlom gazowym. W jeszcze innych korzystnych

postaciach wykonania wynalazku, każdej butli przyporządkowane są dwa, trzy albo cztery urządzenia chłodzące.

5 Urządzenie chłodzące może być zlokalizowane w różnych położeniach względem butli gazowej, np. nad butlą czy z boku butli, pod warunkiem że nadmuch schłodzonego powietrza ukierunkowany jest zasadniczo w kierunku butli, korzystnie bezpośrednio w kierunku butli. Jeżeli do jednej butli przyporządkowane jest więcej niż jedno urządzenie chłodzące, mogą być one umiejscowione w różnych położeniach względem butli.

10 Powietrze może być schładzane do temperatury mieszczącej się w zakresie od około -10°C do około 20°C , korzystnie od około -5°C do około 10°C , korzystniej od około 10°C do około 8°C , na przykład od około 5°C do około 7°C , na przykład około 10°C , w szczególności około 8°C , szczególnie korzystnie około 2°C .

15 Wskutek nawiewu schłodzonego powietrza, temperatura butli gazowej może się obniżyć do temperatury mieszczącej się w zakresie od około 10°C do około 40°C , korzystnie od około 20°C do około 30°C , względnie o temperaturę mieszczącą się w zakresie od około 10°C do około 40°C , korzystnie o około 20°C , korzystniej o około 15 , na przykład o około 10°C .

Inne elementy instalacji

20 Instalacja według przedmiotowego wynalazku zawiera wszelkie konieczne środki techniczne stosowane w tego typu instalacjach, w tym między innymi przewody do prowadzenia gazu w postaci skroplonej i gazowej, pompy, zawory, łączniki, układy wyrównywania ciśnienia, czujniki kontrolno – pomiarowe, jak na przykład czujniki temperatury, ciśnienia oraz masowego natężenia przepływu itp.

Przewody służące do połączenia poszczególnych elementów instalacji według wzoru stanowią rurki stalowe o średnicy z zakresu 15-60 mm wyposażone w otulinę zapewniającą izolację termiczną oraz króćce połączeniowe.

25 Instalacja według przedmiotowego wynalazku zawiera pompy wymuszające przepływ strumieni w przewodach instalacji. Typowo, instalacja może zawierać co najmniej pompę umieszczoną na przewodzie prowadzącym ze źródła skroplonego gazu oraz/lub pompy umieszczone na przewodach pierwszego i drugiego środka roboczego. Pompa umieszczona na przewodzie prowadzącym ze źródła skroplonego gazu stanowi kriogeniczną pompę wysokociśnieniową, która pobiera skroplony gaz ze zbiornika. Maksymalne ciśnienie pracy pompy to 420 bar w zakresie temperatur od 77 K do 323 K. W celu uniknięcia gwałtownych wahań ciśnień pompa wyposażona jest na wylocie w tłumik ciśnienia.

30

Korzystnie, pompy mogą być wyposażone w układy wyrównywania ciśnienia stanowiące przewód obejściowy łączący wylot pompy z jej wlotem, wyposażony w zawór wysokociśnieniowy.

35 Wszystkie zawory stosowane w instalacji według przedmiotowego wynalazku stanowią zawory wysokociśnieniowe przystosowane do pracy z cieczami kriogenicznymi.

Korzystnie, w instalacji według przedmiotowego wynalazku obecne są czujniki temperatury i/lub ciśnienia pozwalające na monitorowanie i sterowanie przebiegiem poszczególnych etapów prowadzonego procesu.

Korzystnie, w instalacji według przedmiotowego wynalazku może zawierać:

- 5 • czujnik temperatury i/lub czujnik ciśnienia umieszczony na przewodzie prowadzącym ze źródła skroplonego gazu za, patrząc zgodnie z kierunkiem przepływu, pompą skroplonego gazu, służące do monitorowania parametrów skroplonego gazu przed przemianą fazową;
- 10 • czujnik temperatury i/lub czujnik ciśnienia umieszczony na przewodzie obejściowym służący do monitorowania parametrów skroplonego gazu płynącego przewodem obejściowym;
- czujnik temperatury i/lub czujnik ciśnienia umieszczony na przewodzie wychodzącym z wymiennika ciepła, służący do monitorowania parametrów gazu po przemianie fazowej;
- 15 • jeżeli w instalacji zastosowany jest parownik, czujnik temperatury i/lub czujnik ciśnienia umieszczony na przewodzie prowadzącym od parownika do łącznika zbierającego, służący do monitorowania parametrów gazu po przemianie fazowej;
- czujnik temperatury i/lub czujnik ciśnienia umieszczony w izolowanym zbiorniku buforowym, służący do monitorowania temperatury i/lub ciśnienia środka akumulującego ciepło;
- 20 • czujniki temperatury umieszczone na przewodach transportujących pierwszy i drugi czynnik roboczy, służące do monitorowania temperatury obu wspomnianych czynników przed i po przemianie fazowej;
- czujniki temperatury i/lub czujniki ciśnienia umieszczone na stanowisku do ładowania butli w ilości odpowiedniej do liczby butli ładowanych jednocześnie na stanowisku,
- 25 • czujniki temperatury umieszczone w urządzeniu chłodzącym, służące do monitorowania temperatury chłodnicy powietrznej i powietrza nawiewanego w kierunku stanowiska ładowania butli;

30 Dodatkowo, zgodnie z wynalazkiem w każdym z przewodów, w których transportowane są strumienie procesów mogą być stosowane czujniki natężenia przepływu.

Korzystnie, instalacja według przedmiotowego wynalazku zawiera układ sterowania instalacją, zapewniający właściwą sekwencję czynności realizowanych przez elementy instalacji (zawory i pompy), która jest niezbędna do napełnienia butli, z uwzględnieniem zmieniających się parametrów gazu (temperatura i ciśnienie) uzyskiwanych z czujników umieszczonych w różnych
35 punktach instalacji według wzoru. Układ sterowania dodatkowo odpowiedzialny jest za optymalizację parametrów procesowych i utrzymanie właściwej czystości gazu ładowanego do butli poprzez zapewnienie odpowiedniego płukania butli, polegającego na usunięciu gazów z butli (z

uzyskaniem wymaganego podciśnienia – monitorowanego przez czujnik ciśnienia) a następnie napełnieniu jej czystym gazem. Sekwencja - usuwanie gazu a następnie napełnianie – może być powtarzana kilkakrotnie, a liczba powtórzeń zależna jest od wymaganej finalnej czystości gazu w butli. Realizowane jest to przy pomocy pompy próżniowej, w którą wyposażone jest stanowisko ładowania butli.

Odbieranie informacji z czujników zawartych w instalacji według przedmiotowego wynalazku, jak również wysyłanie sygnałów sterujących z systemu sterowania realizowane jest za pomocą odpowiednich linii sterujących. Zgodnie z powyższym, korzystnie układ sterowania połączony jest odpowiednimi liniami sterującymi z każdym z czujników zawartych w instalacji, a dodatkowo z każdym elementem instalacji, w szczególności sterowanymi elementami instalacji takimi jak pompy, zawory (w tym między innymi zawór regulacyjny przewodu obejściowego, zaworu obwodów wyrównujących ciśnienie i zawory na stanowisku ładowania butli), łącznik rozdzielający (w postaci wykonania instalacji, w której zastosowany jest parownik), wentylator nawiewowy urządzenia, i wszelkie inne możliwe do sterowania elementy instalacji.

Korzystnie, układ sterowania jest układem sterowania automatycznego, wyposażony w złącze do komunikacji z systemem komputerowym, który może być wykorzystywany do sterowania instalacją.

W jeszcze innej korzystnej postaci wykonania wynalazku, instalacja według przedmiotowego wynalazku łączona jest co najmniej jedną inną instalacją według przedmiotowego wynalazku w taki sposób, że każda instalacja zawiera wszystkie odrębne elementy wymienione powyżej, z wyjątkiem stanowiska do ładowania butli, które jest wspólne. Taka postać wynalazku może być wykorzystywana do ładowania butli mieszkankami wskazanymi powyżej w przedmiotowym opisie gazów.

W takiej postaci wykonania wynalazku, przewody prowadzące od wymienników ciepła łączone są przy pomocy elementu sterującego przepływem, korzystnie zaworem dozującym, znajdującym się, zgodnie z kierunkiem przepływu, przed stanowiskiem ładowania butli. Butle napełniane są mieszkankami gazów technicznych sekwencyjnie, przy zachowaniu kolejności napełniania, w ten sposób, że gaz o największej gęstości podawany jest do stanowiska ładowania butli jako pierwszy. Mieszanie składników następuje bezpośrednio w butli gazowej.

W tej korzystnej postaci wykonania wynalazku, każda z połączonych instalacji może zawierać swój własny układ sterowania, przy czym w takim przypadku układy te są połączone ze sobą linią sterującą pozwalającą na koordynację procesów, a w szczególności utrzymanie sekwencji czasowej umożliwiającej napełnianie butli pierwszym a następnie drugim składnikiem w celu otrzymania mieszaniny gazów.

Alternatywnie, instalacja według przedmiotowego wynalazku może być łączona w sposób opisany powyżej z dowolną inną znaną ze stanu techniki instalacją zapewniającą na wyjściu gaz przeznaczony do ładowania butli, przykładowo z instalacją nie zawierającą układu chłodzącego

wykorzystującego ciepło pochodzące z przemiany fazowej ciecz-gaz skroplonego gazu. Korzystnie, takie połączenie może być zrealizowane przez rozgałęzienie przewodów prowadzących ze zbiornika buforowego do urządzenia chłodzącego. W takiej postaci wykonania, schłodzony wskutek wymiany cieplnej w izolowanym zbiorniku buforowym drugi czynnik roboczy byłby zatem

5 rozdzielany na dwa strumienie, z których jeden prowadzony jest do urządzenia chłodzącego z instalacji według przedmiotowego wynalazku, a drugi kierowany jest do wspomnianej drugiej instalacji nie zawierającej układu chłodzącego wykorzystującego ciepło pochodzące z przemiany fazowej ciecz-gaz w celu chłodzenia butli gazowych.

W jeszcze innym, szczególnym wykonaniu wynalazku, instalacja według niniejszego

10 wynalazku nie jest połączona z inną znaną ze stanu techniki instalacją zapewniającą na wyjściu gaz przeznaczony do ładowania butli, ale zawiera środki rozdzielające strumień drugiego środka roboczego schłodzonego wskutek wymiany cieplnej w izolowanym zbiorniku buforowym. W tej postaci wykonania, drugi czynnik roboczy jest rozdzielany na dwa strumienie, z których jeden prowadzony jest do urządzenia chłodzącego z instalacji według przedmiotowego wynalazku, a

15 drugi kierowany jest poza instalację według wynalazku, na przykład w celu magazynowania, transportu w inne miejsce, na przykład do innej instalacji albo do wykorzystania w innym celu.

Zgodnie z wynalazkiem, stosowany powyżej i poniżej wyraz „około” należy rozumieć jako odchylenie +/- 5% od podanej wartości, odzwierciedlające niedokładności, które mogą się pojawić się w trakcie prowadzenia procesu oraz niedokładności pomiarowe.

20 **Przykłady wykonania**

Przykład 1

Przedmiotem Przykładu 1 jest postać wykonania instalacji według wynalazku pokazanego na Figurze 1.

Zgodnie z powyższym, instalacja zawiera pionowy zbiornik naziemny o średnicy 2m i

25 wysokości 10 m stanowiący źródło 51 skroplonego gazu - argonu. Zbiornik połączony jest przewodem 60 z łącznikiem rozdzielającym 70. Na przewodzie 60 umieszczona jest pompa kriogeniczna 72 tłocząca strumień skroplonego gazu 1 ze źródła gazu 51. W instalacji zastosowano pompę kriogeniczną wysokociśnieniową o wydajności 16-20l/min, pracującą w zakresie ciśnienia 1,8 – 35 MPa (18-350 bar) i zakresie temperatur od około -196°C do około 50°C (77K - 323K). Z

30 łącznika rozdzielającego 70 wychodzą trzy przewody – przewód 60 prowadzący do wymiennika ciepła 52, przewód obejściowy 65, oraz przewód 66 prowadzący do parownika 59. Łącznik zbierający 70 wyposażony jest w zawór (nie pokazany) umożliwiający sterowanie przepływem skroplonego gazu między przewodami 60 i 66.

Wymiennik ciepła 52 stanowi w tym przykładzie wykonania wymiennik płaszczowo-rurowy

35 w którym czynnikiem roboczym (pierwszym czynnikiem roboczym 6a, 6b) jest glikol etylenowy. Parownik 59 zastosowany w instalacji przedstawionej na Figurze 1 stanowi parownik atmosferyczny.

Przewód obejściowy 65 wyposażony jest w zawór regulacyjny 74 służący do regulacji przepływu skroplonego gazu.

Przewód 63 wychodzący z wymiennika ciepła 52, przewód 67 wychodzący z parownika 59 i przewód obejściowy 65 zbiegają się w łączniku zbierającym 71. Z łącznika zbierającego 71 wychodzi również przewód 64 prowadzący do stanowiska 53 ładowania butli. Stanowisko ładowania 53 butli umożliwia jednoczesne ładowanie argonem szesnastu butli 54 o objętości 37 l każda. Butle 54 są butlami o ciśnieniu roboczym 300 bar. Każda butla 54 na stanowisku ładowania 53 palety butli umieszczona jest w koszu (nie pokazany) i jest połączona z instalacją za pomocą wysokociśnieniowego węża elastycznego (nie pokazany) przy użyciu zaworu dozującego (nie pokazany).

Wymiennik ciepła 52 połączony jest z izolowanym zbiornikiem buforowym 55 przewodami 61a, 61b, stanowiącymi obieg pierwszego czynnika roboczego 6a, 6b. Przewód prowadzący od izolowanego zbiornika buforowego 55 do wymiennika ciepła 52 wyposażony jest w pompę 76 odśrodkową, wymuszającą przepływ pierwszego czynnika roboczego 6a, 6b.

Izolowany zbiornik buforowy 55 o objętości 800 l zawiera środek akumulujący ciepło 7 stanowiący wodny roztwór glikolu etylenowego (o stężeniu 40% wagowych). Izolowany zbiornik buforowy połączony jest z urządzeniem chłodzącym 56 przewodami 62a, 62b stanowiącymi obieg drugiego czynnika roboczego 8a, 8b, który stanowi glikol etylenowy. Przewód 62a prowadzący od izolowanego zbiornika buforowego 55 do urządzenia chłodzącego 56 wyposażony jest w pompę 78 odśrodkową wymuszającą przepływ drugiego czynnika roboczego 8a, 8b.

Pojedyncze urządzenie chłodzące 56, umieszczone na stanowisku ładowania 53 butli 54 zawiera chłodnicę powietrza 57 stanowiąca lamelowy wymiennik ciepła i wentylator nawiewowy 58. Wydajność wentylatora nawiewowego wynosi od około 9000 do około 10500 m³/godz.

Instalacja przedstawiona na Figurze 1 wyposażona jest w

- czujnik temperatury i czujnik ciśnienia umieszczony na przewodzie 60 prowadzącym ze źródła skroplonego gazu 51 za, patrząc zgodnie z kierunkiem przepływu, pompą 72 skroplonego gazu,
- czujnik temperatury i czujnik ciśnienia umieszczone na przewodzie obejściowym 65,
- czujnik temperatury i czujnik ciśnienia umieszczony na przewodzie 63 wychodzącym z wymiennika ciepła 52, służący do monitorowania parametrów gazu po przemianie fazowej;
- czujnik temperatury i czujnik ciśnienia umieszczony na przewodzie 67 prowadzącym od parownika 59 do łącznika zbierającego 71,
- czujnik temperatury i czujnik ciśnienia umieszczony w izolowanym zbiorniku buforowym 55,
- czujniki temperatury umieszczone na przewodach 61a, 61b, 62a, 62b transportujących pierwszy i drugi czynnik roboczy 6a, 6b, 8a, 8b,

- czujniki temperatury i czujniki ciśnienia umieszczone na stanowisku do ładowania 53 butli w ilości odpowiadającej liczbie butli ładowanych jednocześnie na stanowisku,
- czujniki temperatury umieszczone w urządzeniu chłodzącym 86, mierzące temperaturę chłodnicy powietrza 57 i powietrza chłodzącego 10.

5 Dodatkowo, instalacja zawiera również czujniki natężenia przepływu umieszczone na przewodzie 60, na przewodzie obejściowym 65, na przewodzie 63 na przewodzie 64 i na przewodach 61a, 61b, 62a, 62b transportujących pierwszy i drugi czynnik roboczy 6a, 6b, 8a, 8b.

10 Wszystkie czujniki połączone są z automatycznym systemem sterowania instalacją (nie pokazanym) za pomocą odpowiednich linii sterujących. System sterowania jest również połączony liniami sterującymi z pompą kriogeniczną 72 zaworem regulacyjnym 74, łącznikiem rozdzielającym 70 pompami 76, 77 i wentylatorem nawiewowym 58 w sposób umożliwiający sterowanie tymi elementami instalacji

15 Strumień skroplonego gazu 1 – argonu o temperaturze około -186°C (87 K) i ciśnieniu około 1,8 MPa (18 bar) tłoczony jest przez pompę kriogeniczną 72 przewodem 60 do łącznika rozdzielającego. Pompa kriogeniczna zwiększa ciśnienie gazu do około 350 bar.

 Zależności temperatur powietrza chłodzącego 10, środka akumulującego ciepło 7 i chłodnicy 57 dla pierwszych dwóch i ośmiu godzin pracy instalacji pokazane są odpowiednio na Figurach 2 i 3.

20 Na samym początku procesu, całkowity strumień ciekłego gazu 1 - argonu kierowany jest do wymiennika ciepła 52, w którym całkowity strumień ciekłego gazu 1 odparowuje i ogrzewa się do temperatury około -20°C . Ciepło odbierane jest od krążącego w obiegu glikolu - pierwszego czynnika roboczego 6a, 6b. Pierwszy czynnik roboczy 6a, 6b tłoczony przez pompę 76 (natężenie przepływu od około 60 do około 80 l/min) do izolowanego zbiornika buforowego obniża temperaturę znajdującego się w izolowanym zbiorniku buforowym 55 środka akumulującego ciepło 7. Gdy temperatura środka akumulującego ciepło 7 spadnie poniżej wstępnie ustalonego progu około -12°C , aby nie zamrozić glikolu zawór stanowiący część łącznika rozdzielającego odcina przewód 60 prowadzący do wymiennika ciepła 52 i otwiera przewód 66 prowadzący do parownika atmosferycznego 59. Dla założonych parametrów instalacji pierwsza taka zmiana zachodzi dopiero po 7 cyklach ładowania to znaczy po trzech godzinach pracy. Przemiana fazowa zachodzi w parowniku atmosferycznym 59 do momentu wzrostu temperatury środka akumulującego ciepło 7 do poziomu około -5°C . Do tego momentu cały czas ciepło odbierane z przemiany fazowej akumulowane jest w izolowanym zbiorniku buforowym 55. Cały czas pracuje też obieg drugiego czynnika roboczego 8a, 8b w przewodach 62a, 62b, schładzającego powietrze 10 w chłodnicy powietrza 57. Pełna wydajność chłodnicy powietrza 57 (założona temperatura powietrza to około 7°C) osiągana już w czwartym cyklu ładowania. Na podstawie wspomnianych wykresów można zauważyć, że ten cykl powtarza się co dwie godziny, a temperatury oscylują w niewielkim zakresie.

25

30

35

Skutkiem okresowego odcięcia wymiennika jest brak odbioru ciepła w izolowanym zbiorniku buforowym 55 i natychmiastowy wzrost temperatur środka akumulującego ciepło 7 w izolowanym zbiorniku buforowym 55, chłodnicy powietrznej 57 i powietrza 10 chłodzącego butle 54.

5 Środek akumulujący ciepło 7 znajdujący się w izolowanym zbiorniku buforowym 55 ma temperaturę roboczą w zakresie od około -5°C do około -10°C . Pierwszy czynnik roboczy 6a prowadzony do izolowanego zbiornika buforowego przewodem 61a ma temperaturę roboczą w zakresie od około -15°C do około -25°C . Drugi czynnik roboczy 62b prowadzony do izolowanego zbiornika buforowego przewodem 62b ma temperaturę roboczą w zakresie od około -3°C do około 6°C . Powietrze nadmuchiwane na butle 54 znajdujące się na stanowisku ładowania butli ma 10 temperaturę w zakresie od około 7°C do około 10°C . Wydajność wentylatora nawiewowego wynosi od około 9000 do około 10500 m^3/godz .

Zawór zawarty w łączniku rozdzielającym jest tak skonstruowany, że oprócz kierowania strumieni częściowych 2a, 2b, odpowiednio do wymiennika ciepła 52 i parownika atmosferycznego 59, kieruje również częściowy strumień obejściowy 3 skroplonego gazu do przewodu obejściowego 15 65. Częściowy strumień obejściowy 3 skroplonego gazu jest wstrzykiwany w łączniku zbierającym 71 do strumienia gazu 4 wychodzącego z wymiennika ciepła 52 lub parownika atmosferycznego 59. Całym procesem wstrzykiwania kieruje układ sterowania za pomocą zaworu regulacyjnego 74.

W wyniku wstrzyknięcia częściowego strumienia obejściowego 3 skroplonego gazu do strumienia gazu 4 powstaje wyjściowy strumień gazu 5 o temperaturze mieszczącej się w zakresie 20 od około -20°C do około 15°C i ciśnieniu mieszczącym się w zakresie od około 32 MPa do około 35MPa (320-350 bar)

Strumień wyjściowy gazu 5 kierowany jest przewodem 64 do stanowiska ładowania 53 butli. Ładowanie butli 54 odbywa się zgodnie ze schematem pracy obejmującym 15 minut ładowania i 15 minut przerwy.

25 Zastosowanie układu chłodzącego zgodnego z wynalazkiem pozwala na zakończenie procesu ładowania butli w czasie 15 minut przy równoczesnym uniknięciu przegrzania ładowanych butli, Konkretnie, przy wskazanych powyżej parametrach procesowych, dzięki zastosowaniu układu chłodzącego zgodnego z wynalazkiem możliwe jest obniżenie temperatury butli o około 30°C .

Przykład 2

30 Wyniki uzyskane dla instalacji z przykładu 1 porównano z wynikami uzyskanymi dla klasycznej instalacji ładowania butli, zawierającej parownik atmosferyczny i nie zawierającej żadnego układu chłodzącego butle („instalacja porównawcza). W instalacji porównawczej ładowano równocześnie jedną paletę zawierającą 15 butli gazowych. Robocze ciśnienie zastosowanych butli było standardowe i wynosiło 20 MPa (200 bar), a ich pojemność wynosiła 50 litrów.

35 Pierwsze pomiary wykonane dla instalacji porównawczej wykazały nie tylko, że czas ładowania butli nie tylko sięgnął poziomu 30 minut, ale również że temperatura ładowanych butli pod koniec procesu ładowania zbliżała się temperatury prawie 60°C .

W instalacji porównawczej butle o pojemności 50 litrów napełniane są argonem pod ciśnieniem 200 barów. Objętość gazu przeliczona na warunki normalne wynosi 10,5 nm³. Butle ładowane są w czasie 30 minut co oznacza, że przy 15 butlach ładowanych jednocześnie prędkość napełniania jednej butli wynosi 0,35 nm³/min.

5 Dla porównania, w instalacji według wynalazku czas ładowania butli skrócono do 15 minut. Mimo tego, że w instalacji według wynalazku zastosowano mniejsze butle (37 litrów), ponieważ są one ładowane pod wyższym ciśnieniem – 30 MPa (300 barów) przeliczona na warunki normalne objętość gazu w takich butlach wynosi 11,66 nm³. Osiągnięta w ten sposób prędkość napełniania butli jest zatem ponad dwukrotnie większa i wynosi 0,78 nm³/min. W zależności od liczby palet butli 10 ładowanych w jednym cyklu różni się wydajność instalacji. W przypadku opisanym w Przykładzie 1, czyli w przypadku ładowania pojedynczej palety zawierającej 16 butli wydajność instalacji wynosi 746 nm³/h gazu.

Gaztech Sp. z o.o. Sp. K.

Pełnomocnik

15



dr Sebastian Wankowicz
Rzecznik Patentowy

DENNEMEYER & ASSOCIATES SP. Z O.O.
01-821 Warszawa, ul. Swarzewska 57/1
REGON: 145857774, NIP 5272668306