

Mobilny układ do pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG z ciśnieniowych zbiorników oraz sposób pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG z ciśnieniowych zbiorników

Przedmiotem wynalazku jest mobilny układ do pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG z ciśnieniowych zbiorników oraz sposób pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG z ciśnieniowych zbiorników.

Z dokumentu JP2000097819 A znany jest sposób pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego (z ang. ang. Liquefied Natural Gas, LNG) oraz dedykowane urządzenie, w którym skroplony LNG przepływający przez część spiralnej cewki odparowującej w temperaturze atmosferycznej z dyszy próbkującej, jest odparowywany w temperaturze atmosferycznej, a odparowany gaz jest przez pewien czas przechowywany w cylindrze, a następnie odpowiednio analizowany. Przy czym, cewka odparowująca stanowi wymiennik ciepła i może być podgrzewana za pomocą pomocniczego źródła ciepła (np. grzejnika elektrycznego).

Z dokumentu WO2018007657 A2 znana jest miniaturowa instalacja do poboru próbek LNG, której konstrukcja jest umieszczona na płozach. Konstrukcja urządzenia składa się ze zbiornika LNG; systemu rozładowania; waporizatorów zewnętrznych oddzielonych od zbiornika; zaworu bezpieczeństwa (VSF); urządzenia sterującego; oraz systemu nawaniacza do dodawania charakterystycznego zapachu do gazu ziemnego.

Natomiast dokument PL401202 A1 ujawnia układ do ciągłego poboru zbiorczej reprezentatywnej próbki gazu ziemnego, który składa się z filtra koalescencyjnego, dwustopniowego reduktora, filtra cząstek stałych, restryktora głównego, restryktora przepłukującego, wielu zaworów, oraz butli na pobrany gaz. Ponadto zgłoszenie ujawnia sposób poboru próbki gazu, w którym próbka gazu pobierana jest cienką rurką z gazociągu wysokiego ciśnienia i dochodzi poprzez zawór do filtra koalescencyjnego, a następnie gaz przepływa przez dwustopniowy reduktor oraz filtr cząstek stałych, po czym oczyszczony w filtrze gaz o zredukowanym ciśnieniu doprowadzany jest do restryktora głównego i przepływa przez niego w bardzo małych ilościach, a następnie, po założonym okresie poboru próbki, następuje napełnienie butli do ciśnienia czterokrotnie niższego od ciśnienia panującego na wejściu do restryktora głównego.

Celem wynalazku jest zapewnienie mobilnego układu do poboru próbek skroplonego gazu ziemnego zapobiegającego przedwczesnemu odparowaniu próbek oraz sposobu poboru reprezentatywnych próbek skroplonego gazu ziemnego.

Istotą wynalazku jest mobilny układ do pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG z ciśnieniowych zbiorników, zawierający co najmniej jeden odparowalnik, połączony z jednej strony kriogenicznym przewodem, poprzez kriogeniczny zawór służący do regulacji przepływu LNG, ze zbiornikiem ciekłego LNG, zaś z drugiej strony z co najmniej jednym próbnikiem do analizy, charakteryzujący się tym, że pomiędzy co najmniej jednym odparowalnikiem a co najmniej jednym próbnikiem do analizy znajduje się próbnik tłokowy sprężania oraz magazynowania odparowanego gazu, przed napełnieniem nim co najmniej jednego próbnika przepływowego, a co najmniej jeden odparowalnik stanowi odparowalnik by-pass połączony z obwodem by-pass stanowiącym rozgałęzienie do podziału strumienia próbki, którego pierwsza odnoga odprowadzania strumienia bocznego próbki na zewnątrz układu, natomiast druga odnoga prowadzi do próbnika tłokowego.

Korzystnie, układ zawiera główny odparowalnik zlokalizowany pomiędzy drugą odnogą obwodu by-pass a próbnikiem tłokowym.

Korzystnie, rozgałęzienie stanowiące obwód by-pass zlokalizowane jest pomiędzy odparowalnikiem a głównym odparowalnikiem jako rozgałęzienie przewodu wychodzącego z odparowalnika by-pass, którego pierwsza odnoga odprowadzania strumienia bocznego prowadzi na zewnątrz układu, natomiast druga odnoga prowadzi do głównego odparowalnika.

Korzystnie, pierwsza odnoga prowadzi przez rotametr z zaworem do kolektora zbiorczego, który ma swój upust na zewnątrz układu.

Korzystnie, rozgałęzienie stanowiące obwód by-pass zlokalizowane jest pomiędzy zaworem kriogenicznym a głównym odparowalnikiem, którego pierwsza odnoga odprowadzania strumienia bocznego przechodzi przez odparowalnik by-pass i prowadzi na zewnątrz układu, a druga odnoga prowadzi do głównego odparowalnika.

Korzystnie pierwsza odnoga odprowadzania strumienia bocznego przechodzi przez odparowalnik by-pass i prowadzi przez rotametr z zaworem do kolektora zbiorczego, który ma swój upust na zewnątrz układu.

Korzystnie najmniej jeden próbnik do analizy stanowi próbnik przepływowy.

Korzystnie tłok próbnika tłokowego jest napędzany sprężonym gazem obojętnym.

Korzystnie gaz obojętny jest wybrany z grupy obejmującej azot, dwutlenek węgla, gazy szlachetne.

Korzystnie układ według wynalazku zawiera przyłącze do podłączania urządzenia pomiarowego.

Kolejną istotą wynalazku jest sposób pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG z ciśnieniowych zbiorników, obejmujący kolejno pobieranie ciekłego produktu ze zbiornika z LNG pod ciśnieniem i w niskiej temperaturze, co najmniej jednoetapowe odparowywanie ciekłego produktu i przeprowadzenia go w stan gazowy, oraz napełnianie uzyskanym gazem próbników do analizy, charakteryzujący się tym, że obejmuje etap przeprowadzenia próbki przez obwód by-pass, w którym próbka zostaje podzielona na właściwą próbkę pomiarową i strumień by-pass stanowiący od 50 do 95% próby pobranej, który jest usuwany do atmosfery, oraz że przed napełnianiem próbników do analizy uzyskiwana jest próbka zbiorcza, o ciśnieniu od 10 do 100 bar większym niż ciśnienie panujące w zbiorniku LNG, poprzez sekwencyjne sprężanie odparowanej próbki właściwej.

Korzystnie próbka jest kierowana do rozdziału na obwodzie by-pass po odparowaniu w odparowalniku by-pass.

Korzystnie po rozdziale próbki na strumień by-pass i próbkę właściwą w obwodzie by pass, próbka właściwa jest redukowana i ogrzewana w odparowalniku głównym.

Korzystnie bezpośrednio po pobraniu płynna próbka LNG kierowana jest na obwód by-pass, gdzie jest dzielona odpowiednio na strumień by-pass oraz właściwą próbkę pomiarową, które są następnie odparowywane.

Korzystnie próbkę zbiorczą uzyskuje się przez sprężanie odparowanej próbki właściwej w próbniku tłokowym, którego tłok jest napędzany sprężonym gazem obojętnym wybranym z grupy obejmującej azot, dwutlenek węgla, gazy szlachetne.

Korzystnie próbnik tłokowy oraz co najmniej jeden próbnik przepływowy napełnia się cyklicznie.

Wynalazek dostarcza następujących korzyści:

- pozwala na pobranie reprezentatywnej próbki gazu;

- może być stosowany zarówno do pomiarów ciągłych jak i okresowych;
- modułowa budowa ułatwia mobilność;
- mobilność rozwiązania zwiększa jego ekonomiczność;
- budowa układu wyklucza możliwość skażenia środowiska w przypadku wycieku LNG;
- zapewnia sprężenie próbki za pomocą próbnika tłokowego (pneumatycznie bez udziału np. sprężarek niewskazanych w strefach zagrożenia wybuchem Ex), co pozwala na budowanie ciśnienia próbki (co zapewnia więcej materiału do analiz) i pobór próbki zbiorczej;
- zastosowany strumień by-pass z regulacją przepływu i dodatkowym ogrzewaczem zapobiega przedwczesnemu odparowywaniu próbki i uwolnieniu niektórych składników gazu przed dotarciem próbki do odparowywacza.

Wynalazek przedstawiono w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 schematycznie przedstawia układ według wynalazku w pierwszym wariantcie wykonania; fig. 2 schematycznie przedstawia układ według wynalazku w drugim wariantcie wykonania; fig. 3 schematycznie przedstawia układ według wynalazku w trzecim wariantcie wykonania.

Przykład 1.

Mobilny układ pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG według wynalazku przeznaczony jest do pobierania próbek z ciśnieniowych zbiorników LNG (np. z cystern). Do ciśnieniowego zbiornika LNG podłączany jest zakończony złączką lub szybkozłączką wąż kriogeniczny, którym próbka jest pobierana do układu według wynalazku poprzez zawór kriogeniczny **ZK1** służący do regulacji przepływu LNG, ze zbiornikiem ciekłego LNG.

Jak wskazano na fig. 1, w tym przykładzie wykonania, z zaworem kriogenicznym **ZK1** połączona jest stalowa kapilara wyposażona w pierwszy rejestrator temperatury **T1**, która prowadzi do odparownika by-pass **H1**, w którym LNG jest odparowywany a następnie kierowany jest na obwód by-pass. W tym przykładzie wykonania obwód by-pass stanowi rozgałęzienie przewodu wyprowadzającego gaz z odparownika by-pass **H1**, w którym odparowana próbka gazu zostaje podzielona na właściwą próbkę pomiarową i strumień by-pass, który jest usuwany do atmosfery.

Przy czym, wspomniany przewód rozgałęzia się na pierwszą odnogę **3** odprowadzania strumienia bocznego, która prowadzi próbkę gazu (tj. strumień by-pass), poprzez rotametr **V1** z zaworem **Z5** do kolektora zbiorczego który ma swój upust na zewnątrz, oraz na drugą odnogę **4** w którą kierowana jest właściwa próbka pomiarowa.

Druga odnoga **4** jest wyposażona w drugi rejestrator temperatury **T2** za którym przewód rozgałęzia się za pomocą czwórnika na przewód prowadzący do zaworu **Z12**, za którym znajduje się przyłączy do aparatu pomiarowego, oraz na pierwszą linię gazową **1**, która z jednej strony prowadzi w kierunku kolejnego rozgałęzienia, którego pierwsze ramię prowadzi do pierwszego zaworu bezpieczeństwa **ZB1** a drugie ramię prowadzi do by-passu z manometrem **P1**, za którym znajduje się zawór **Z1** prowadzący do rotametu **V2** z zaworem **Z6**. Natomiast z drugiej strony linia gazowa **1** prowadzi poprzez zawór **Z3** do próbnika tłokowego **SW1**.

W próbniku tłokowym **SW1** prowadzi się sekwencyjne, wielokrotne sprężanie gazu do uzyskania próbki zbiorczej o ciśnieniu wielokrotnie wyższym, w granicach od 10 do 100 bar, od panującego w zbiorniku **LNG**. Ruchomy tłok próbnika tłokowego **SW1** jest napędzany sprężonym gazem obojętnym (np. azotem) doprowadzanym do próbnika tłokowego **SW1** poprzez zawór **Z13**. Od zaworu **Z13** odchodzi przewód z zaworem trójdrogowym **ZT** prowadzący do butli z azotem zamykanej zaworem **ZR2**. W tym nieograniczającym przykładzie wykonania zastosowano azot, natomiast do napędzania tłoka próbnika tłokowego **SW1** można zastosować każdy inny niepalny gaz, w szczególności gaz obojętny np. dwutlenek węgla lub hel, argon.

Z próbnika tłokowego **SW1** poprzez zawór **Z4** wychodzi druga linia gazowa **2**, która rozgałęzia się na dwa ramiona, z których pierwsze prowadzi do próbników do analizy, natomiast drugie ramię rozgałęzia się na kolejne dwa ramiona, z którego pierwsze ramię prowadzi do drugiego zaworu bezpieczeństwa **ZB2** a drugie ramię prowadzi do by-passu z manometrem **P2**, za którym znajduje się zawór **Z2** prowadzący do rotametu **V3** z zaworem **Z7**. Próbnikami do analizy są próbniki przepływowe **SP1** oraz **SP2**, które są napełniane gazem odpowiednio przez zawór **Z9** oraz **Z8**. Ponadto próbnik przepływowy **SP1** jest wyposażony w zawór **Z11**, natomiast próbnik przepływowy **SP2** jest wyposażony w zawór **Z10**, które prowadzą przez by-pass na zewnątrz.

Natomiast dwie niezależne linie gazowe **1** i **2** pełnią również rolę w przygotowaniu układu według wynalazku do pobierania próbki, np. poprzez przedmuchiwanie instalacji tak by nie zachodziła kontaminacja próbki np. powietrzem.

Przykład 2.

W tym przykładzie wykonania mobilny układ pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG według wynalazku występuje w wariantcie wyposażonym w dwa odparowalniki, tj. odparowalnik by-pass **H1** oraz odparowalnik główny **HR2**.

Zarówno odparowalnik by-pass **H1** jak i odparowalnik główny **HR2** korzystają ze stałego źródła zasilania, urządzenia są podpięte do skrzynki rozdzielczej wykonanej w zabudowie typu Ex przeznaczonej do obszarów zagrożonych wybuchem.

Schemat układu przedstawiono na fig. 2.

Jak wskazano na fig. 2, w tym przykładzie wykonania, z zaworem kriogenicznym **ZK1** połączona jest stalowa kapilara wyposażona w pierwszy rejestrator temperatury **T1**, która prowadzi do odparowalnika by-pass **H1**, w którym zachodzi odparowanie próbki LNG, która po wyjściu z odparowalnika by-pass **H1** jest kierowana przewodem wyposażonym w rejestrator temperatury **T2** na obwód by-pass. W tym przykładzie wykonania obwód by-pass stanowi rozgałęzienie przewodu wyprowadzającego gaz z odparowalnika by-pass **H1** umiejscowione za rejestratorem temperatury **T2**, w którym to obwodzie wstępnie odparowana próbka gazu zostaje podzielona na strumień by-pass wyprowadzany pierwszą odnogą **3** poprzez rotametr **V1** z zaworem **Z5** do kolektora zbiorczego który ma swój upust na zewnątrz układu, oraz na właściwą próbkę pomiarową kierowaną drugą odnogą **4** do głównego odparowalnika **HR2**, w którym zachodzi redukcja oraz ogrzewanie próbki właściwej. We wnętrzu głównego odparowalnika **HR2** znajduje się manometr **P3** oraz zawór odpowietrzający **ZR1** oraz dodatkowe przewody by-passowe prowadzące do kolektora zbiorczego.

Próbka odparowana w głównym odparowalniku **HR2** pod ciśnieniem 2-4 bara jest kierowana przewodem zaopatrzonym w rejestrator temperatury **T3**, za którym rozgałęzia się za pomocą czwórnika na przewód prowadzący do zaworu **Z12**, za którym znajduje się przyłącze do aparatu pomiarowego (np. chromatografu), którego obudowa przeznaczona jest do pracy w warunkach zagrożenia wybuchem oraz na pierwszą linię gazową **1**.

Wspomniana linia gazowa **1** z jednej strony prowadzi w kierunku kolejnego rozgałęzienia, którego pierwsze ramie prowadzi do pierwszego zaworu bezpieczeństwa **ZB1** a drugie ramie prowadzi do by-passu z manometrem **P1**, za którym znajduje się zawór **Z1** prowadzący do rotametu **V2** z zaworem **Z6**. Natomiast z drugiej strony linia gazowa **1** prowadzi poprzez zawór **Z3** do próbnika tłokowego **SW1**.

W próbniku tłokowym **SW1** prowadzi się sekwencyjne, wielokrotne sprężanie gazu do uzyskania próbki zbiorczej o ciśnieniu wielokrotnie wyższym, w granicach od 10 do 100 bar, od panującego w zbiorniku **LNG**. Ruchomy tłok próbnika tłokowego **SW1** jest napędzany sprężonym gazem obojętnym (np. azotem) doprowadzanym do próbnika tłokowego **SW1** poprzez zawór **Z13**. Od zaworu **Z13** odchodzi przewód z zaworem trójdrogowym **ZT** prowadzący do butli z azotem zamykanej zaworem **ZR2**. W tym nieograniczającym przykładzie wykonania zastosowano azot, natomiast do napędzania tłoka próbnika tłokowego **SW1** można zastosować każdy inny niepalny gaz.

Z próbnika tłokowego **SW1** poprzez zawór **Z4** wychodzi druga linia gazowa **2**, która rozgałęzia się na dwa ramiona, z których pierwsze prowadzi do próbników do analizy, natomiast drugie ramie rozgałęzia się na kolejne dwa ramiona, z którego pierwsze ramie prowadzi do drugiego zaworu bezpieczeństwa **ZB2** a drugie ramie prowadzi do by-passu z manometrem **P2**, za którym znajduje się zawór **Z2** prowadzący do rotametu **V3** z zaworem **Z7**. Próbnikami do analizy są próbki przepływowe **SP1** oraz **SP2**, które są napełniane gazem odpowiednio przez zawór **Z9** oraz **Z8**. Ponadto próbnik przepływowy **SP1** jest wyposażony w zawór **Z11**, natomiast próbnik przepływowy **SP2** jest wyposażony w zawór **Z10**, które prowadzą przez by-pass na zewnątrz.

Natomiast dwie niezależne linie gazowe **1** i **2** pełnią również rolę w przygotowaniu układu według wynalazku do pobierania próbki, np. poprzez przedmuchiwanie instalacji tak by nie zachodziła kontaminacja próbki np. powietrzem.

Przykład 3.

W tym przykładzie wykonania mobilny układ pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego **LNG** według wynalazku występuje w wariacie wyposażonym w dwa odparowalniki, tj. odparowalnik by-pass **H1** oraz główny odparowalnik **HR2**. Z tym, że w odróżnieniu od wariantu przedstawionego w przykładzie 2, w niniejszym wariacie budowy układu, do obu typów odparowalników kierowany jest skroplony **LNG**.

Jak przedstawiono na fig. 3, z zaworem kriogenicznym **ZK1** połączona jest stalowa kapilara wyposażona w pierwszy rejestrator temperatury **T1**, która prowadzi do rozgałęzienia obwodu by-pass zawierającego pierwszą odnogę **3** oraz drugą odnogę **4**. Przy czym, pierwsza odnoga **3** do odprowadzania strumienia bocznego (strumienia by-pass) prowadzi do odparownika by-pass **H1** w którym strumień by-pass jest odparowywany. Odparowany gaz jest następnie prowadzony przewodem z rejestratorem temperaturowym **T2** do rotametu **V1** z zaworem **Z5**, prowadzącym do kolektora zbiorczego, który ma swój upust na zewnątrz układu. Natomiast druga odnoga **4** prowadzi właściwą próbkę pomiarową w postaci płynnego LNG do głównego odparownika **HR2**, w którym następuje jej odparowanie.

We wnętrzu głównego odparownika **HR2** znajduje się manometr **P3** oraz zawór odpowietrzający **ZR1** oraz dodatkowe przewody by-passowe prowadzące do kolektora zbiorczego. Próbką odparowaną w głównym odparowniku **HR2** pod ciśnieniem 2-4 bara jest kierowana przewodem zaopatrzonym w rejestrator temperatury **T3**, za którym rozgałęzia się za pomocą czwórnika na przewód prowadzący do zaworu **Z12**, za którym znajduje się przyłącze do aparatu pomiarowego (np. chromatografu), którego obudowa przeznaczona jest do pracy w warunkach zagrożenia wybuchem oraz na pierwszą linię gazową **1**.

Wspomniana linia gazowa **1** z jednej strony prowadzi w kierunku kolejnego rozgałęzienia, którego pierwsze ramie prowadzi do pierwszego zaworu bezpieczeństwa **ZB1** a drugie ramie prowadzi do by-passu z manometrem **P1**, za którym znajduje się zawór **Z1** prowadzący do rotametu **V2** z zaworem **Z6**. Natomiast z drugiej strony linia gazowa **1** prowadzi poprzez zawór **Z3** do próbnika tłokowego **SW1**.

W próbniku tłokowym **SW1** prowadzi się sekwencyjne, wielokrotne sprężanie gazu do uzyskania próbki zbiorczej o ciśnieniu wielokrotnie wyższym, w granicach od 10 do 100 bar, od panującego w zbiorniku LNG. Ruchomy tłok próbnika tłokowego **SW1** jest napędzany sprężonym gazem obojętnym (np. azotem) doprowadzanym do próbnika tłokowego **SW1** poprzez zawór **Z13**. Od zaworu **Z13** odchodzi przewód z zaworem trójdrogowym **ZT** prowadzący do butli z azotem zamykanej zaworem **ZR2**. W tym nieograniczającym przykładzie wykonania zastosowano azot, natomiast do napędzania tłoka próbnika tłokowego **SW1** można zastosować inny gaz obojętny np. dwutlenek węgla lub gaz szlachetny, np. hel czy argon. Z próbnika tłokowego **SW1** poprzez zawór **Z4** wychodzi druga linia gazowa **2**, która rozgałęzia się na dwa ramiona, z których pierwsze prowadzi do próbników do analizy, natomiast drugie ramie rozgałęzia się na kolejne dwa ramiona, z którego pierwsze ramie

prowadzi do drugiego zaworu bezpieczeństwa **ZB2** a drugie ramię prowadzi do by-passu z manometrem **P2**, za którym znajduje się zawór **Z2** prowadzący do rotametrze **V3** z zaworem **Z7**.

Próbnikami do analizy są próbniki przepływowe **SP1** oraz **SP2**, które są napełniane gazem odpowiednio przez zawór **Z9** oraz **Z8**. Ponadto próbnik przepływowy **SP1** jest wyposażony w zawór **Z11**, natomiast próbnik przepływowy **SP2** jest wyposażony w zawór **Z10**, które prowadzą przez by-pass na zewnątrz.

Natomiast dwie niezależne linie gazowe **1** i **2** pełnią również rolę w przygotowaniu układu według wynalazku do pobierania próbki, np. poprzez przedmuchiwanie instalacji tak by nie zachodziła kontaminacja próbki np. powietrzem.

Przykład 4.

Sposób pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG według wynalazku przez układ według przykładu 1.

Przed rozpoczęciem właściwego poboru próbek układ według wynalazku (fig. 1) jest przedmuchiwany z wykorzystaniem linii gazowej **1** i **2**. W tym celu przy zakręconych zaworach **Z1** pierwszej linii gazowej **1** i **Z2** drugiej linii gazowej **2** oraz zaworze **Z3** znajdującym się na wejściu do próbnika tłokowego **SW1**, odkręca się zawór główny kriogeniczny **ZK1**, następnie powoli odkręca się zawór **Z5** zamontowany na rotametrze **V1** ramienia **3** obwodu by-pass, ustawiając przepływ na ok 140 dm³/min.

Po odkręceniu zaworu **Z5** na rotametrze **V1** obwodu by-pass prowadzi się szybkie schładzanie układu z przepływem 140 dm³/min, do osiągnięcia temperatury około od -90 do około -100 °C., która jest odczytywana na rejestratorze **T1** przez ok. 13-15 minut. Następnie należy zmniejszyć przepływ do 110 - 120 dm³/min przez około 10 minut do osiągnięcia temperatury ok -130°C. Po ustabilizowaniu się temperatury na poziomie -130 °C należy zmienić przepływ na rotametrze **V1** do wartości 75 dm³/min. Pełna stabilizacja temperatury powinna nastąpić w czasie 25-30 min pracy, przy przepływie rzędu 75dm³/min. Takie ustawienia powinny pozwolić na utrzymanie i stabilizację temperatury. Temperatura ta może zależeć od temperatury LNG w cysternie oraz temperatury atmosferycznej. Za stabilne wskazanie temperatury należy uznać takie, gdy skoki temperatury są mniejsze niż ±3,0

°C/min, przy utrzymaniu stałego przepływu. Należy obserwować wskazanie temperatury na rejestratorze **T2**, tak aby nie spadła poniżej 0 °C.

Po ustabilizowaniu się temperatury na rejestratorze **T1** należy przystąpić do kilkukrotnego przedmuchiania linii gazowej **1** i **2** układu wraz z próbnikiem tłokowym **SW1** (przy minimalnej objętości martwej) oraz próbnikami przepływowymi **SP1** i **SP2**. Przy zachowanym przepływie przez linię gazową **1** na wybranym poziomie z zakresu od 2 do 10 dm³/min, należy pobrać próbkę do próbnika tłokowego **SW1** odkręcając zawór na wejściu **Z3**. W tym przykładzie wykonania poziom przepływu wynosił 4 dm³/min.

Następnie należy odkręcić zawór **Z13** oraz zawór trójdrogowy **ZT** powoli zmniejszające ciśnienie w części buforowej tłoka próbnika tłokowego **SW1**. Zmniejszenie ciśnienia spowoduje przesuwanie się tłoka. Gdy wskaźnik położenia tłoka dojdzie do maksymalnego poziomu, pobór wstępnej partii gazu należy uznać za ukończony.

Gaz ten należy powoli wypuścić przy użyciu drugiej linii gazowej **2** zwiększając ciśnienie w części buforowej próbnika tłokowego **SW1** poprzez odpowiednie przestawienie zaworu trójdrogowego **ZT**, zakręcenie zaworu **Z3** oraz odkręcenie zaworu **Z4**. Przy zamkniętych zaworach **Z9** i **Z8** znajdujących się na wejściu do próbników przepływowych **SP1** i **SP2**, gaz wychodzący z próbnika tłokowego **SW1** jest kierowany drugą linią **2** do kolektora zbiorczego przez rotametr **V3** z zaworem **Z7** przy otwartym zaworze **Z2**.

Natomiast, gaz wychodzący z próbnika tłokowego **SW1** jest kierowany linią **2** do próbników przepływowych **SP1** i **SP2** przy otwartych zaworach **Z9** i **Z8** i zamkniętym zaworze **Z2**. Takie sekwencyjne napełnianie i opróżnianie próbników przepływowych **SP1** i **SP2** należy powtórzyć 5-7 razy. Kontrole ciśnienia napełnienia próbników przepływowych **SP1** i **SP2** monitoruje się po przez wartość ciśnienia na manometrze **P2** przy zamkniętym zaworze **Z2**.

Gaz zgromadzony w próbnikach przepływowych **SP1** i **SP2** można odprowadzić poprzez zawory **Z10** i **Z11** do kolektora zbiorczego, a następnie należy przejść po poboru próbki właściwej, niezanieczyszczonej np. powietrzem.

W tym przykładzie wykonania do poboru próbki wykorzystano instalację w wariacie z jednym odparowalnikiem (tj. odparowalnikiem **H1**), który przedstawiono na fig. 1.

Płynny LNG wprowadzany jest do układu zaworem kriogenicznym **ZK1**, a następnie jest kierowany do odparownika by-pass **H1**, gdzie LNG jest odparowywany. Następnie próbka

gazu wychodzi z odparownika by-pass **H1** i zostaje skierowana na przewód by-pass, w którym odparowana próbka gazu zostaje podzielona na właściwą próbkę pomiarową i strumień by-pass, który jest usuwany do atmosfery. Ilość usuwanej próbki zależy od warunków termodynamicznych, jest ustalana przez operatora urządzenia do pobierania próbki i jest w przedziale od 50 do 95%. W tym nieograniczającym przykładzie wykonania 50% próbki jest usuwane z układu do poboru próbek jako strumień by-pass.

Natomiast próbka właściwa jest kierowana pierwszą linią gazową **1** do próbnika tłokowego **SW1** poprzez otwarcie zaworu **Z3**, gdzie próbka gazu jest sprężana aż do osiągnięcia ciśnienia od 10 do 100 barów wyższego niż ciśnienie LNG w zbiorniku LNG, z którego wykonywany jest pobór próbek. W tym nieograniczającym przykładzie wykonania próbka jest sprężana aż do osiągnięcia ciśnienia o 10 barów wyższego niż ciśnienie w zbiorniku LNG.

Działanie tłoka zapewniane jest poprzez odkręcenie zaworu **Z13** oraz zaworu trójdrogowego **ZT** powoli zmniejszające ciśnienie w części buforowej tłoka próbnika tłokowego **SW1**. Zmniejszenie ciśnienia spowoduje przesuwanie się tłoka. Przy czym wspomniany tłok jest napędzany sprężonym gazem. W tym nieograniczającym przykładzie wykonania wykorzystano azot, natomiast można zastosować każdy inny niepalny gaz (np. gaz obojętny taki jak dwutlenek węgla, hel, argon itp.).

Po osiągnięciu zadanego ciśnienia, próbka gazu jest kierowana poprzez zawór **Z4** do drugiej linii gazowej **2**. Przy czym gaz jest powoli kierowany do drugiej linii gazowej **2** przez zwiększanie ciśnienia w części buforowej próbnika tłokowego **SW1** poprzez odpowiednie przestawienie zaworu trójdrogowego **ZT**, zakręcenie zaworu **Z3** oraz odkręcenie zaworu **Z4**. Następnie sprężona próbka gazu jest przetaczana drugą linią gazową **2** do próbników przepływowych **SP1** i **SP2** przy otwartych zaworach **Z9** i **Z8**.

Napełnianie próbnika tłokowego **SW1** i przetoczenia gazu do próbników przepływowych **SP1** i/lub **SP2** należy powtórzyć zaplanowaną ilość razy w zakładanych odstępach czasowych. (w zależności od wyjściowego ciśnienia próbki czasu rozładowania cysterny itd.). W tym przykładzie wykonania próbnik tłokowy **SW1** oraz próbniki przepływowe **SP1** oraz **SP2** napełniono 5 razy.

Przy czym, podczas całej procedury poboru próbki należy kontrolować wskazania temperatury na rejestratorach **T1**, **T2**, tak by utrzymywała się ona na zakładanym stabilnym

poziomie (gdzie wskazanie na rejestratorze **T1** wskazuje okolice temp. stabilizacji, wskazanie na rejestratorze **T2**>0 °C). W razie potrzeby należy dokonać odpowiednich korekt ustawień przepływu na rotametrach **V1** i **V2**.

Przykład 5.

Sposób poboru próbki jak w przykładzie 4 w układzie według przykładu 1 (fig. 1), z tym że po wprowadzeniu próbki na obwód by-pass, 95% próbki jest usuwane z układu do poboru próbek jako strumień by-pass poprzez ramię **3**. Natomiast do ramienia **4** kierowane jest 5% próbki, które stanowi próbkę właściwą kierowaną pierwszą linią gazową **1** do próbnika tłokowego **SW1**, gdzie próbka gazu jest sprężana aż do osiągnięcia ciśnienia o 100 barów wyższego niż ciśnienie LNG w zbiorniku LNG, z którego wykonywany jest pobór próbek. Próbka jest następnie kierowana drugą linią gazową **2** do próbników przepływowych **SP1** oraz **SP2**. Przy czym, w tym nieograniczającym przykładzie wykonania próbnik tłokowy **SW1** oraz próbniki przepływowe **SP1** oraz **SP2** napełniono 2 razy.

Przykład 6.

Sposób pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG według wynalazku przez układ według przykładu 2 – układ w wariacie wyposażonym w dwa odparowalniki, tj. odparowalnik by-pass **H1** oraz odparowalnik główny **HR2**, który przedstawiono na fig. 2.

Przed rozpoczęciem właściwego poboru próbek układ został przygotowany z wykorzystaniem linii gazowych **1** i **2**, tak jak w przykładzie 4. Natomiast właściwy pomiar próbek rozpoczyna się od wprowadzenia płynnego LNG do układu poprzez zawór kriogeniczny **ZK1**. Następnie próbka jest kierowana stalową kapilarą do odparowalnika by-pass **H1**, w którym zachodzi odparowanie próbki LNG. Po opuszczeniu odparowalnika by-pass **H1** wstępnie odparowana próbka jest kierowana na obwód by-pass. Po wprowadzeniu próbki na obwód by-pass, 80% próbki jest usuwane z układu do poboru próbek jako strumień by-pass poprzez ramię **3**. Natomiast do ramienia **4** kierowane jest 20% próbki, które stanowi próbkę właściwą kierowaną do głównego odparowalnika **HR2**, w którym zachodzi redukcja i podgrzewanie gazu. Z głównego odparowalnika **HR2** zredukowana i ogrzana próbka pod ciśnieniem 2-4 bara jest kierowana do próbnika tłokowego **SW1**, w którym jest sprężana aż do osiągnięcia ciśnienia o około 50 barów wyższego niż ciśnienie LNG w zbiorniku LNG, z którego wykonywany jest pobór próbek. W tym nieograniczającym przykładzie wykonania gazem napędzającym tłok próbnika tłokowego jest azot, natomiast można zastosować również inny

dowolny niepalny gaz (np. gaz obojętny taki jak dwutlenek węgla). Próbką jest następnie kierowana drugą linią gazową **2** do próbników przepływowych **SP1** oraz **SP2**. Przy czym, w tym nieograniczającym przykładzie wykonania próbnik tłokowy **SW1** oraz próbniki przepływowe **SP1** oraz **SP2** napełniono 3 razy.

Przy czym, w czasie całej procedury poboru próbki należy kontrolować wskazania temperatury na rejestratorach **T1**, **T2**, **T3**, tak by utrzymywała się ona na zakładanym stabilnym poziomie (gdzie odczyt na rejestratorze **T1** wskazuje okolice temp. stabilizacji, odczyt na rejestratorze **T2** >0 °C, odczyt na rejestratorze **T3** >10 °C). W razie potrzeby należy dokonać odpowiednich korekt ustawień przepływu na rotametrach **V1** i **V2**.

Przykład 7.

Sposób pobierania próbek skroplonego gazu ziemnego LNG według wynalazku przez układ według przykładu 3 – układ w wariacie wyposażonym w dwa odparowalniki (fig. 3), tj. odparowalnik by-pass **H1** oraz odparowalnik główny **HR2**, gdzie do obu typu odparowalników kierowany jest ciekły LNG.

Przed rozpoczęciem właściwego poboru próbek układ został przygotowany z wykorzystaniem linii gazowych **1** i **2**, tak jak w przykładzie 4. Natomiast właściwy pomiar próbek rozpoczyna się od wprowadzenia płynnego LNG do układu poprzez zawór kriogeniczny **ZK1**. Następnie próbka jest kierowana do obwodu by-pass, gdzie 70% próbki prowadzone jest na ramię **3** do odprowadzania strumienia bocznego przechodzi przez odparowalnik by-pass **H1** i jako gaz jest odprowadzane do kolektora zbiorczego, który ma swój upust na zewnątrz układu. Natomiast pozostałe 20% płynnego LNG jako próbka właściwa jest prowadzone przez ramię **4** do głównego odparownika **HR2**, w którym następuje jej odparowanie, redukcja oraz ogrzewanie.

Próbka odparowana w głównym odparowniku **HR2** jest pod ciśnieniem 2-4 bara kierowana do próbnika tłokowego **SW1**, w którym jest sprężana aż do osiągnięcia ciśnienia o około 20 barów wyższego niż ciśnienie LNG w zbiorniku LNG, z którego wykonywany jest pobór próbek. W tym nieograniczającym przykładzie wykonania gazem napędzającym tłok próbnika tłokowego jest azot, natomiast można zastosować również inny dowolny gaz (np. gaz szlachetny taki jak argon). Próbką jest następnie kierowana drugą linią gazową **2** do próbników przepływowych **SP1** oraz **SP2**. Przy czym, w tym nieograniczającym przykładzie

wykonania próbnik tłokowy **SW1** oraz próbniki przepływowe **SP1** oraz **SP2** napełniono 4 razy.

Przy czym, w czasie całej procedury poboru próbki należy kontrolować wskazania temperatury na rejestratorach **T1**, **T2**, **T3**, tak by utrzymywała się ona na zakładanym stabilnym poziomie (gdzie odczyt na rejestratorze **T1** wskazuje okolice temp. stabilizacji, odczyt na rejestratorze **T2** >0 °C, odczyt na rejestratorze **T3** >10 °C). W razie potrzeby należy dokonać odpowiednich korekt ustawień przepływu na rotametrach **V1** i **V2**.