

Przedmiotem wynalazku jest układ pomiarowo-rozliczeniowy gazu ziemnego, montowany na stacjach redukcyjno-pomiarowych.

Pomiar gazu na stacjach redukcyjno-pomiarowych i pomiarowych odbywa się najczęściej za pomocą gazomierzy turbinowych, ultradźwiękowych, a także rotorowych, wirowych oraz coriolisa. Każdy rodzaj gazomierzy posiada uwarunkowany technologicznie zakres pomiarowy tzn. minimalny i maksymalny strumień objętości gazu oraz zakresowość, która określa iloraz maksymalnego i minimalnego strumienia objętości.

Pomiary rozliczeniowe gazu ziemnego są w swojej naturze skomplikowane ze względu na konieczność dokonania pomiaru objętości, ciśnienia, temperatury, a nawet składu chemicznego gazu. Stosowane gazomierze mierzą gaz pod ciśnieniem i w temperaturze panującej w gazociągu (warunki pomiaru). Odmierzona objętość jest następnie przeliczana na podstawie zmierzonej temperatury i ciśnienia przez przelicznik objętości do umownych warunków odniesienia, zgodnie z równaniem stanu gazu rzeczywistego. Współczynnik ściśliwości gazu, będący miarą odstępstwa praw gazu rzeczywistego od doskonałego, jest obliczany na podstawie aktualnego ciśnienia i temperatury oraz składu gazu.

W stacjach pomiarowych stosuje się trzy rodzaje układów pomiarowych: U-1, U-2 i U-3, w zależności od wielkości strumienia objętości przepływającego gazu.

Dla maksymalnego strumienia objętości gazu w warunkach normalnych do 5 000 m³/h włącznie stosuje się układ pomiarowy U-1. W układzie tym może znajdować się jeden lub kilka ciągów pomiarowych roboczych. Ciągi pomiarowe mogą mieć taką samą lub zróżnicowaną przepustowość. W niektórych przypadkach dodatkowo stosuje się ciąg obejściowy.

W warunkach, kiedy pobór jest większy niż 5 000 m³/h i nie przekracza 50 000 m³/h, należy stosować układ pomiarowy U-2. Układ ten składa się z jednego lub kilku ciągów pomiarowych roboczych oraz jednego ciągu pomiarowego kontrolnego, którego zadaniem jest kontrola każdego z ciągów roboczych. Ciąg kontrolny jest włączony w szereg z ciągami pomiarowymi roboczymi, a jego przepustowość pozwala na kontrolę każdego z ciągów pomiarowych roboczych. W tym przypadku odcinek pomiarowy kontrolny pełni funkcję odcinka pomiarowego rezerwowego na wypadek konieczności wyłączenia z pracy jednego z gazomierzy roboczych.

Dla strumienia objętości gazu w warunkach powyżej 50 000 m³/h stosuje się układ pomiarowy U-3. Układ ten składa się z jednego lub kilku ciągów pomiarowych roboczych oraz jednego ciągu pomiarowego rezerwowego. W każdym ciągu roboczym oraz rezerwowym jest zainstalowany gazomierz roboczy oraz połączony z nim szeregowo gazomierz kontrolny. Dzięki temu porównywane na bieżąco są wyniki wskazań gazomierza roboczego z gazomierzem kontrolnym.

Rodzaj i zakresowość układów pomiarowych na stacjach gazowych dobiera się indywidualnie do przewidywanego minimalnego i maksymalnego strumienia objętości gazu.

Znane jest rozwiązanie z opisu patentowego numer US3633416, w którym ujawniono układ do mierzenia przepływu gazu, który zawiera regulator regulacji ciśnienia, przez który przepływa gaz od linii zasilającej do linii pośredniej, oraz regulator dozowania, przez który przepływa gaz od linii pośredniej do linii wylotowej. Ciśnienie gazu w linii

zasilającej zmienia się, ale zawsze jest większe niż ciśnienie w linii tłocznej, które musi być utrzymywane na stałym poziomie. Regulator ciśnienia utrzymuje wstępnie określone ciśnienie pośrednie w linii pośredniej, to znaczy 5 ciśnienie nieco wyższe niż ciśnienie w linii tłocznej. Regulator dozujący ma element zaworowy, którego położenie przemieszcza się pomiędzy pozycjami całkowicie zamkniętymi i całkowicie otwartymi, aby sterować szybkością przepływu gazu przez regulator dozowania i tym samym utrzymywać ustalone 10 ciśnienie w linii tłocznej. Przetwornik elektryczny jest połączony z ruchomym elementem zaworowym i przesyła sygnał elektryczny do integratora elektrycznego i systemu rejestrującego. Sygnał elektryczny przetwornika jest funkcją położenia ruchomego elementu zaworowego i wskazuje prędkość, 15 z jaką gaz przepływa przez regulator dozujący. Sygnał ten jest łączony z czasem poprzez integrator i układ rejestrujący, w celu uzyskania odczytu całkowitej objętości gazu, dostarczanego przez przewód tłoczny.

Znane jest również rozwiązanie z opisu patentowego nr 20 GB1308769, które zawiera opis układu regulacji i dozowania gazu. Składa się on z pary zasadniczo identycznych zaworów regulujących ciśnienie w szeregu w linii gazowej, przy czym pierwszy zapewnia zmianę ciśnienia wejściowego na stałe ciśnienie, które jest doprowadzane do drugiego, co zapewnia 25 niższe ciśnienie wyjściowe. Każdy zawór zawiera otwór wlotowy, ruchomy człon zaworowy, zamykający się na gnieździe, otwór wylotowy i komorę pośrednią, zamykaną przez obciążoną sprężyną przeponę. Druga strona membrany jest wentylowana do atmosfery w 45 ° C. Wraz ze wzrostem ciśnienia wyjściowego 30 membrana przesuwana się w kierunku sprężyny, przesuwając w ten sposób element zaworu, zamykając zawór, a tym samym umożliwiając mniejszy przepływ, w celu utrzymania ciśnienia wyjściowego. Przy stałym ciśnieniu wejściowym i wyjściowym pozycja elementu zaworu jest wskaźnikiem szybkości przepływu.

Drugi zawór jest wyposażony w przetwornik zawierający magnesy na zworniku połączonym z elementem zaworu. Magnesy poruszają się pomiędzy biegunami elektromagnesu zasilanego napięciem stałym, który ma element Halla zamontowany na jednym słupku.

5 W trakcie zmiany pola magnetycznego przyłożonego do elementu, jego wydajność zmienia się zgodnie z prędkością przepływu gazu. Sygnał wyjściowy jest mierzony w celu poznania szybkości przepływu. Termistor w porcie wylotowym dostarcza sygnał przesyłany do integratora, aby korygować automatycznie

10 zmiany temperatury gazu.

Przykładowe rozwiązania są mało dokładne, gdyż ze względu na zmienny charakter odbioru gazu związany z niejednorodnością poboru, zarówno z okresami grzewczymi (sezonowością) jak i w trakcie doby, przepływ paliwa gazowego

15 na stacjach pomiarowych ulega znacznym wahaniom.

Zakresowość zainstalowanych układów pomiarowych w wielu przypadkach okazuje się niewystarczająca i gaz przepływający przez układ pomiarowy poza zakresem pomiarowym powoduje dodatkowe błędy rozliczeniowe. Stosowane przyrządy pomiarowe

20 o szerokim zakresie pomiarowym przy pomiarze określonego parametru gazu w pobliżu dolnej granicy pomiarowej dają wynik obarczony znacznym błędem. Dodatkowo niektóre pracujące układy pomiarowe, w których pracują przyrządy pomiarowe o zbyt wąskich zakresach pomiarowych prowadzą do

25 sytuacji, że pomiar odbywa się poza górnym zakresem pomiarowym, co jest przyczyną błędnego odczytu oraz może prowadzić do uszkodzenia przyrządu.

Celem wynalazku jest stworzenie układu pomiarowo-rozliczeniowego gazu ziemnego, uwzględniającego zmienność

30 parametrów stanu przepływającego gazu, a tym samym przyrządy pomiarowe w nim wykorzystane muszą być odpowiednie do pomiaru w ich zakresach pomiarowych, a jednocześnie być przystosowane do rzeczywistego poboru gazu w sieci gazowniczej.

Cel ten osiągnięto w rozwiązaniu według wynalazku, w którym układ pomiarowo-rozliczeniowy gazu ziemnego zawierający, co najmniej dwa ciągi pomiarowe o różnej przepustowości z zainstalowanymi na nich gazomierzami oraz zaworami
5 charakteryzuje się tym, że na pierwszym pomiarowym ciągu zainstalowany jest zawór wyposażony w sterownik połączony z gazomierzem o niskiej wielkości pomiaru strumienia objętości przepływającego gazu, a na drugim pomiarowym ciągu zainstalowany jest zawór wyposażony w sterownik połączony z
10 gazomierzem o wysokiej wielkości pomiaru strumienia objętości przepływającego gazu, a sterowniki zainstalowane na zaworach połączone są ze sterownikiem, w postaci mikrokontrolera przełączającym ciągi pomiarowe, do którego podłączony jest układ kondycjonowania sygnału zamieniający impulsy na kształt
15 prostokątny oraz podłączone są do niego również gazomierze znajdujące się na poszczególnych pomiarowych ciągach, które przekazują sygnały impulsowe do sterownika.

Układ pomiarowo-rozliczeniowy gazu ziemnego ma do przełączającego sterownika podpięty moduł zabezpieczający
20 układ pomiarowy przed ciągłym zmienianiem ciągu pomiarowego.

Układ pomiarowo-rozliczeniowy gazu ziemnego korzystnie ma ustawiony zakres pomiarowy pierwszego ciągu pomiarowego połączonego z magistralą tak, że zachodzi na zakres pomiarowy drugiego ciągu pomiarowego w zakresie Q_{min} do Q_t ciągu o
25 większej przepuszczalności.

Układ pomiarowo-rozliczeniowy gazu ziemnego ma do portów sterownika podłączoną klawiaturę oraz ciekłokrystaliczny wyświetlacz.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania
30 uwidoczniiony jest na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu autonomicznego sterowania dwoma zaworami, fig. 2 przedstawia algorytm mikrokontrolera układu sterowania dwoma zaworami i opisano poniżej.

Układ pomiarowy składa się z dwóch ciągów pomiarowych 1 i 2 o różnej przepustowości oraz układu do automatycznego przełączania ciągów pomiarowych będący sterownikiem 9. Zawory 3 i 4 wyposażone są w napędy oraz sterownik 5 i 6 5 przełączający ciągi pomiarowe 1 i 2 w ten sposób, że każdy z nich pracuje w ściśle określonych zakresach przepływów, a w sytuacji ich przekroczenia, automatycznie następuje przełączenie przepływu na drugi ciąg pomiarowy. Dodatkowo układ posiada zabezpieczenie w postaci modułu 11 w 10 przypadku, kiedy strumień objętości gazu w układzie pomiarowym oscyluje w okolicy strumienia, przy którym następuje przełączanie zaworów Q_p aby nie występowały cykliczne zamykania i otwierania zaworów kierujących strumień gazu na właściwy układ pomiarowy.

15 Projektowany układ składa się z dwóch ciągów pomiarowych 1 i 2 o różnych zakresach pomiarowych, połączonych z magistralą 12, przełączanych automatycznie na ciąg o właściwym zakresie dla aktualnego przepływu paliwa gazowego. Zakresy pomiarowe obydwu ciągów pomiarowych 1 i 2 zachodzą 20 na siebie w zakresie Q_{min} do Q_t ciągu pomiarowego o większej przepustowości. Podczas normalnej pracy będzie pracował tylko jeden z ciągów pomiarowych, natomiast przełączenie na drugi ciąg pomiarowy nastąpi w momencie stwierdzenia, że aktualny strumień objętości gazu będzie na granicy zakresu 25 pomiarowego lub gdy właściwości metrologiczne w danym zakresie przepływu gazu dla drugiego ciągu pomiarowego są lepsze. Do przełączania ciągów pomiarowych wykorzystano napędy elektryczne sterowane przez układ autonomicznego sterowania zaworami 3 i 4 w postaci sterownika 9 na 30 podstawie danych przepływu rzeczywistego gazomierzy. W układzie pomiarowym składającym się z dwóch równoległych ciągów pomiarowych 1 i 2 w danej chwili, z wyjątkiem momentu przełączania ciągów, otwarty jest tylko jeden ciąg pomiarowy 1 lub 2. Ze względu na różne zakresy pomiarowe

obydwu ciągów, a co za tym idzie - różne średnice rur i armatury, przełączanie odbędzie się w następującym trybie sekwencyjnym:

- 1) Przełączenie z ciągu pomiarowego 1 na 2
- 5 a) otwarcie zaworu 4 na ciągu pomiarowym 2
- b) po pełnym otwarciu zaworu 4 na ciągu pomiarowym 2, zamknięcie zaworu 3 na ciągu pomiarowym 1
- 2) Przełączanie z ciągu pomiarowego 2 na 1
- a) otwarcie zaworu 3 na ciągu pomiarowym 1
- 10 b) po pełnym otwarciu zaworu 3 na ciągu pomiarowym 1, zamknięcie zaworu 4 na ciągu pomiarowym 2.

Jednostka kontrolna będąca sterownikiem 9 w postaci mikrokontrolera zasilana jest z pojemnej baterii litowo-jonowej o napięciu nominalnym 3,6V. Z uwagi na wymaganą

15 ilość interfejsów RS232 odpowiednim sterownikiem 9 jest 8-bitowy układ Atmega128 produkcji Atmel. Do obudowy sterownika 9 podłączona jest niewielka klawiatura 14 umożliwiająca ręczne sterowanie pracą urządzenia oraz wyświetlacz ciekłokrystaliczny 15, wyświetlający na

20 bieżąco wszystkie istotne parametry. Do mikrokontrolera doprowadzone są sygnały impulsowe z gazomierzy 7 i 8. Sygnał nadajnika impulsów wysokiej częstotliwości HF dodatkowo zostaje poprowadzony poprzez układ kondycjonowania sygnału

25 10, zamieniający impulsy otrzymane z gazomierzy 7 i 8 na kształt prostokątny. Zarówno komunikacja z komputerem PC, jak i ze sterownikami 5, 6 zaworów 3 i 4, odbywa się za pośrednictwem interfejsu RS485 z zastosowaniem protokołu MODBUS RTU. W związku z powyższym zastosowano dodatkowo trzy układy pośredniczące w tej komunikacji, tj. transceivery

30 MAX485. Interfejs łączący jednostkę z komputerem daje możliwość zdalnej kontroli i sterowania pracą urządzenia.

Z uwagi na to, że gazomierze 7, 8 posiadają najniższe błędy pomiaru w zakresie Q_t do Q_{min} , mniejszy z gazomierzy 7

został dobrany w ten sposób, że pokrył zakres przepływu od Q_{\min} do Q_t większego gazomierza 8.

Gazomierz 8 o większym strumieniu maksymalnym Q_{\max} będzie pracował w okresie przy zwiększonym zapotrzebowaniu na paliwo gazowe, natomiast w okresie mniejszego poboru gazu układ pomiarowy jest przełączany na gazomierz 7 o odpowiednio dobranym mniejszym strumieniu Q_{\max} .

Algorytm ma za zadanie sterowanie zaworami 3, 4 ciągów pomiarowych 1, 2 powodując przełączenie mierzonego strumienia objętości gazu na ciąg pomiarowy zawierający gazomierz o właściwym zakresie pomiarowym dla aktualnego przepływu gazu. Dla zadanego pułapu strumienia objętości gazu Q_p , który będzie znajdował się w przedziale części wspólnej zakresu mniejszego i większego gazomierza. Po inicjalizacji (wczytaniu) ustawień, sterownik 9 układu autonomicznego sterowania zaworami 3 i 4 pobiera informacje o aktualnych stanach tych zaworów 3 i 4, równocześnie rejestrując impulsy HF z gazomierzy zamontowanych w ciągach pomiarowych 1 i 2. Na podstawie odebranych impulsów oraz czasu z zegara mikrokontrolera sterownika 9 układu automatycznego sterowania zaworami obliczany jest aktualny strumień objętości gazu w warunkach roboczych. Następnie sprawdzane jest, czy zakres pomiarowy aktualnie pracującego gazomierza 7 lub 8 jest odpowiedni do przepływu gazu.

- 25
- jeżeli pracuje mniejszy gazomierz 7 $Q_{\min A} \leq Q < Q_p$
 - jeżeli pracuje większy gazomierz 8 $Q_p \leq Q \leq Q_{\max B}$

gdzie:

Q - strumień objętości gazu przepływający przez układ pomiarowy w warunkach pomiaru, [m³/h]

30 $Q_{\min A}$ - strumień minimalny mniejszego gazomierza, [m³/h]

$Q_{\max B}$ - strumień minimalny większego gazomierza, [m³/h]

Q_p - graniczny strumień przełączania układu pomiarowego, [m³/h]

Jeżeli wartość strumienia objętości gazu mieści się w określonych powyżej granicach następuje powrót do głównej pętli algorytmu. W przeciwnym wypadku algorytm sprawdza czy została przekroczona wartość założonej histerezy. Jest to
5 zabezpieczenie przed cyklicznym przełączaniem zaworów 3 i 4 ciągów pomiarowych 1 i 2 w przypadku gdy strumień objętości gazu oscyluje w granicach punktu przełączania ciągów pomiarowych Q_p . Jeżeli założona wartość histerezy nie została przekroczona, następuje również powrót do głównej
10 pętli. W przeciwnym wypadku następuje uruchomienie procedury przełączania zaworów 3 i 4. Po odczekaniu czasu potrzebnego na przełączenie (informację o stanie zaworów układ sterowania odbiera ze sterowników napędów) następuje powrót do głównej pętli algorytmu.

15 Przedmiot według wynalazku może być stosowany zarówno tam, gdzie stwierdzono, że przepływ wykracza poza zakres pomiarowy układu do pomiaru rozliczeniowego gazu ziemnego, jak i w przypadku projektowanych, nowych układów pomiarowych w przypadku, gdy ich zakresowość wynikająca z
20 zastosowanych gazomierzy jest zbyt niska. Zastosowane rozwiązanie może być po niewielkich modyfikacjach również skuteczne w miejscach, gdzie ze względu na duże przepustowości, zamontowano kilka jednakowych ciągów pomiarowych połączonych równolegle.