

Paweł SIKORSKI
Okręgowy Urząd Miar w Łodzi

WZORCE ODNIESIENIA JEDNOSTKI OBJĘTOŚCI GAZU CIEKŁEGO PROPAN - BUTAN

W artykule przedstawiono stosowane metody pomiarowe oraz wzorce odniesienia przy badaniach liczników i instalacji stosowanych do pomiarów gazu ciekłego propan-butan. Przedstawiono również stanowisko powstałe w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi. Powstało ono na bazie doświadczeń związanych zarówno z metrologią prawną, jak i innymi wykonywanymi badaniami i wzorcowaniami liczników i instalacji stosowanych do pomiarów gazu ciekłego propan-butan.

REFERENCE STANDARDS OF THE VOLUME UNIT OF LIQUID PROPANE -BUTANE

In the paper the measuring methods as well as the reference standards applied during testing of the meters and liquid propane - butane gas measurement installation have been presented. The self-constructed by the Regional Office of Measures in Lodz measuring setup has also been shown. This setup came into being as a result of experiences connected with the legal metrology as well as with the other tests and calibrations of the meters and liquid propane - butane gas measurement installations.

1. WSTĘP

Pracownia Pomiarów Przepływów, która zajmuje się między innymi wyznaczaniem charakterystyk metrologicznych liczników i instalacji do gazu ciekłego propan-butan jest przykładem charakteryzującym zarówno liczne obszary prawne, jak i rodzaje oferowanych usług realizowanych przez Wydział Termodynamiki Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi. Wykonywana prawna kontrola metrologiczna, ocena zgodności w zakresie elementów do badania typu dla GUM (moduł B) oraz weryfikacji końcowej wyrobu (moduł F), wzorcowania liczników i instalacji do gazu ciekłego propan-butan oraz ich wzorców odniesienia, tzn. kolb metalowych II rzędu zaowocowały zebraniem pierwszych doświadczeń w tym zakresie.

2. CHARAKTERYSTYKA STANOWISKA POMIAROWEGO DO BADANIA INSTALACJI DO GAZU CIEKŁEGO PROPAN - BUTAN

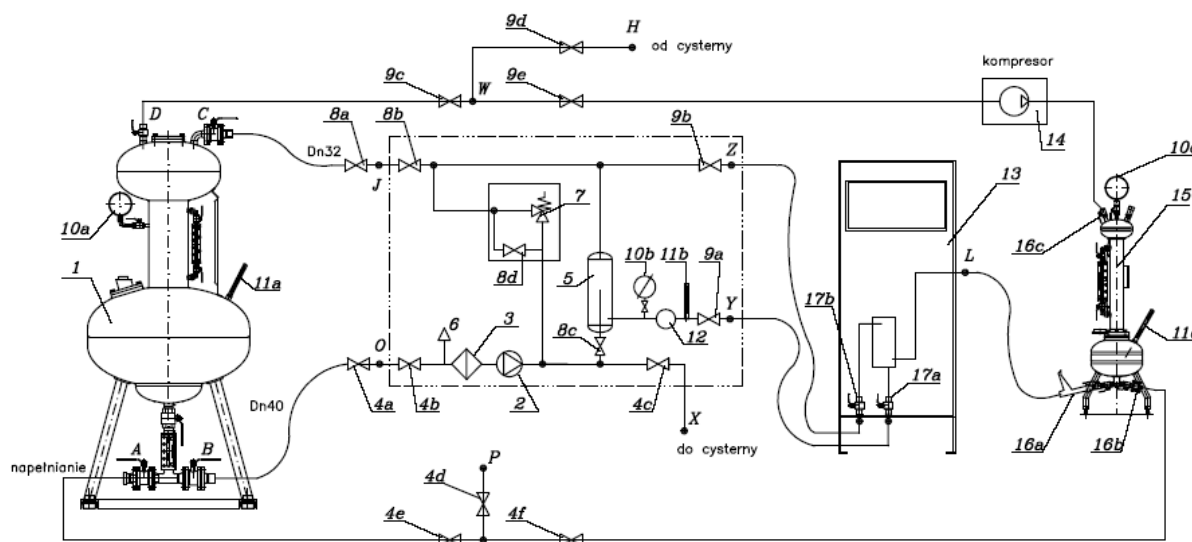
2.1. Elementy stanowiska

Posiadane przez Okręgowy Urząd Miar w Łodzi wzorce odniesienia stosowane są obecnie przy badaniach liczników i instalacji do gazu ciekłego propan-butan na stanowiskach producentów instalacji do gazu ciekłego propan-butan. Na bazie zebranych doświadczeń powstało stanowisko pomiarowe w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi. Schemat stanowiska do badań liczników i instalacji do gazu ciekłego propan-butan przedstawia rysunek 1.

Elementy stanowiska przedstawione na rysunku 1: kolba metalowa II rzędu o pojemności 500 dm³ (1) jako: wzorec odniesienia przy badaniach w zakresie strumieni objętości (60÷500) dm³/min oraz zbiornik magazynowy przy badaniach w zakresie strumieni objętości (5÷60) dm³/min, pompa (2), filtr (3), zawory odcinające: (A), (B), (C), (D), (4a), (4b), (4c), (4d), (4e), (4f), (8a), (8b), (8c), (9a), (9b), (9c), (9d), (9e), (16a), (16b), (16c), (17a), (17b), przyłącza (W), (X), (Y), (Z), (H), (J), (O), (P), (L), separator gazu (5), hydrostat (6), zawór bezpieczeństwa (7), by-pass (8d), manometry sprężynowe

(10a), (10b), (10c), termometr szklany cieczowy (11a), (11b), (11c), kompresor (14), przeziernik (12), licznik wzorcowany (13), kolba metalowa II rzędu o pojemności 20 dm³ (15) jako wzorec odniesienia przy badaniach w zakresie strumieni objętości (5÷60) dm³/min.

Ponadto w skład stanowiska wchodzi: termodensymetr, czasomierz elektroniczny, termometr i barometr do monitorowania warunków środowiskowych.



Rys. 1. Schemat stanowiska do badań liczników i instalacji do gazu ciekłego propan-butan

Fig. 1. Scheme of the setup for the meters and liquid propane - butane gas measurement installation testing

2.2. Skrócona instrukcja obsługi i wykonywania pomiarów w badaniach w zakresie strumieni objętości (60÷500) dm³/min

Badana instalacja przyłączona jest do kolby metalowej II rzędu o pojemności 500 dm³ (1) - faza ciekła doprowadzana jest króćcem na zaworze (A) przewodem elastycznym z badanej instalacji przez przyłączy (P), a faza gazowa króćcem na zaworze (D) przewodem elastycznym ze zbiornikiem autocysterny przez przyłącza (W) i (H), na której zamontowana jest sprawdzana instalacja. Napełnianie kolby (1) podczas pomiaru następuje za pomocą pompy wchodzącej w skład sprawdzanej instalacji przy zamkniętych zaworach (B), (C), (D) i otwartym (A). Przed pomiarem kolba (1) wolna jest od fazy ciekłej, natomiast wypełnia ją faza gazowa gazu ciekłego propan-butan. Podczas pomiaru faza ciekła wypełnia kolbę (1), natomiast część fazy gazowej przechodzi w stan ciekły. Cechą charakterystyczną dla tego procesu jest szybki wzrost ciśnienia oraz powolny wzrost temperatury w kolbie (1). Dolnym i górnym ograniczeniem pojemności kolby są płynowskazy. W trakcie pomiaru wykonuje się odczyty wskazań następujących przyrządów pomiarowych:

- Instalacja sprawdzana: wskazanie początkowe i końcowe objętości gazu, temperatura gazu, chwilowy strumień objętości.
- Przyrządy wzorcowe: wskazanie płynowskazu dolnego i górnego kolby (1), wskazanie początkowe (przed pomiarem) i końcowe (po pomiarze) manometru (10a), wskazanie termometru (11a) przed i po napełnieniu kolby, czas pomiaru, gęstość gazu, temperatura i ciśnienie otoczenia.

Po zamknięciu zaworu (A) z uwagi na postępującą w dalszym ciągu przemianę fazy gazowej w ciekłą, czemu towarzyszy powolny spadek ciśnienia w kolbie oraz przyrost wskazań objętości płynowskazu górnego istotnym jest, aby odczyty objętości na kolbie (1) były równoczesne z odczytami ciśnienia wskazanego na manometrze (10a). Duże znaczenie dla skutecznego i prawidłowego wykonania pomiarów ma wprawa operatora zamykającego w odpowiednim czasie zawór (A) uniemożliwiający dalsze napełnianie kolby (1).

Opróżnienie kolby następuje przez zamknięcie zaworu (A) i otwarcie zaworów (B), (4a), (4b), (4c). Faza ciekła kierowana jest za pomocą pompy (2) do autocysterny przez przyłącze (X), natomiast faza gazowa napływa do kolby (1) przez przyłącza (W) i (H) z autocysterny przy otwartych zaworach (9c), (9d) przy zamkniętym zaworze (9d).

2.3. Skrócona instrukcja obsługi i wykonywania pomiarów w badaniach w zakresie strumieni objętości (5÷60) dm³/min

Badany licznik (13) instalowany jest w układ pomiarowy przewodem elastycznym przez przyłącze (L) do zaworu oddolnego kolby metalowej II rzędu o pojemności 20 dm³ (15) za pomocą zaworu do tankowania zbiorników w pojazdach samochodowych (16a). Faza ciekła doprowadzona jest do licznika przez zawór (17a) z przyłącza (Y). Kolba metalowa II rzędu o pojemności 500 dm³ (1) pełni rolę magazynu. Z kolby (1) faza ciekła przez zawór (B) oraz (4a) i (4b) doprowadzana jest do pompy (2). Wstępną regulację strumienia objętości wykonuje się za pomocą by-passu (8d). Następnie faza ciekła kierowana jest przez separator gazu (5) na przyłącze (Y). Punktem początkowym fazy gazowej jest separator gazu w układzie zasilania wzorcowanego licznika kontrolnego (13), podłączanego zaworem (17b) do przyłącza (Z), przy otwartych zaworach (8a), (8b), (9b) i (C). W trakcie pomiaru, czyli podczas napełniania kolby metalowej II rzędu (15) zawory: (B), (C), (4a), (4b), (8a), (8b), (8c), (9b), (16a), (17a), (17b) są w pozycji otwartej, natomiast zawory: (A), (D), (4c), (16b) i (16c) w pozycji zamkniętej. Zawór (8d) daje możliwość wstępnej regulacji strumienia objętości. W trakcie pomiaru wykonuje się analogiczne odczyty wskazań przyrządów pomiarowych sprawdzanego licznika (13) oraz kolby (15), jak przy badaniach opisanych w punkcie 1.2. Opróżnianie kolby (15) następuje fazą gazową pobieraną z kolby (1) przez zawór (D), (9c), przez przyłącze (W), a następnie zaworami (9e) i (16c) za pomocą kompresora (14) przy zamkniętym zaworze (9d), a faza ciekła powraca do kolby o pojemności 500 dm³ (1) przez otwarte zawory (16b), (4f), (4e), (A), przy zamkniętym zaworze (4d).

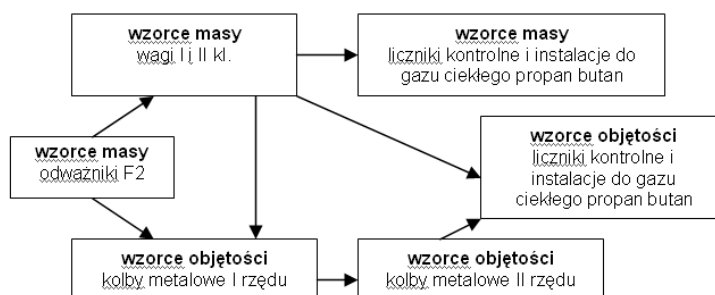
2.4. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa

Elementy stanowiska takie jak zbiorniki (w tym przypadku kolby (1) i (15) oraz rurociągi o średnicach 32 mm muszą posiadać dokumentację techniczną z potwierdzeniami producenta o wykonaniu odpowiednich prób hydraulicznych i chemicznych (np. próba ciśnieniowa, azotowanie) i są wprowadzone do użytkowania na podstawie zezwoleń (certyfikatów na ich wytworzenie oraz księgi rewizyjnej na ich użytkowanie) przez Urzędy Dozoru Technicznego. Inne elementy stanowiska takie jak: przewody elastyczne zawory, pompa, kompresor, powinny posiadać odpowiednie atesty bezpieczeństwa. Praca na takim stanowisku wymaga stosowania przez osoby obsługujące odpowiedniej odzieży ochronnej oraz stosowania bezpiecznych narzędzi w tym środowisku.

3. ZACHOWANIE SPÓJNOŚCI POMIAROWEJ PRZY BADANIACH INSTALACJI DO GAZU CIEKŁEGO PROPAN-BUTAN

Badając przyrządy pomiarowe do pomiarów gazu ciekłego propan-butan Okręgowy Urząd Miar w Łodzi zachowuje spójność pomiarową przez zastosowanie kolb metalowych II rzędu do gazu ciekłego propan-butan o pojemnościach 20 dm³ i 500 dm³ oraz licznika kontrolnego do gazu ciekłego propan-butan o zakresie strumieni (5÷60) dm³/min. Schemat zachowania spójności pomiarowej przedstawiono na rysunku 2.

Wzorce objętości, kolby metalowe I rzędu wzorcowane są metodą grawimetryczną w Obwodowym Urzędzie Miar w Lesznie i są one wzorcami odniesienia dla laboratorium w Okręgowym Urzędzie Miar w Łodzi przy wzorcowaniu kolb metalowych II rzędu metodą volumetryczną.



Rys. 2. Schemat zachowania spójności pomiarowej przy badaniach instalacji do gazu ciekłego propan-butan
 Fig. 2. Scheme of the assurance of measurement traceability during testing of the liquid propane - butane gas measurement installation

Obecnie administracja miar w Polsce przy legalizacji instalacji do gazu ciekłego propan-butan wykorzystuje kolby metalowe II rzędu oraz liczniki kontrolne. Są one wzorcami odniesienia w stanowiskach pomiarowych do sprawdzania instalacji do gazu propan-butan i jak pozostałe przyrządy pomiarowe wchodzące w ich skład, posiadają aktualne świadectwa wzorcowania zgodnie z obranymi harmonogramami wzorcowań.

Badania instalacji przeznaczonych do ciągłego i dynamicznego pomiaru ilości objętości przeprowadzono mieszaniną gazu ciekłego propan-butan o gęstościach $(0,539 \pm 0,569) \text{ g/cm}^3$ w temperaturze rzeczywistej oraz w odniesieniu do $15 \text{ }^\circ\text{C}$, zgodnie z wymaganiami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 27 grudnia 2007 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać instalacje pomiarowe do ciągłego i dynamicznego pomiaru ilości cieczy innych niż woda, oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych [1] oraz w rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 r. w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać przyrządy pomiarowe do dynamicznego pomiaru objętości lub masy cieczy innych niż woda [2].

Podstawowe problemy napotkane podczas przeprowadzanych badań to:

- a) zmienne warunki środowiskowe: badania wykonywane są w miejscu użytkowania instalacji w różnych porach roku,
- b) zmienne temperatury oraz gęstości mierzonej cieczy,
- c) odmienne konstrukcje badanych instalacji.

Głównym celem planowanych badań jest walidacja obecnie stosowanych metod pomiarowych. Będzie to możliwe poprzez jednoczesne wykorzystanie metody masowej i objętościowej w wyznaczeniu błędów wskazań wzorcowanych i badanych instalacji do wydawania gazu ciekłego propan-butan.

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 27 grudnia 2007 r. w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać instalacje pomiarowe do ciągłego i dynamicznego pomiaru ilości cieczy innych niż woda, oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych (Dz. U. z 2008 r. Nr 4, poz. 23).
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 r. w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać przyrządy pomiarowe do dynamicznego pomiaru objętości lub masy cieczy innych niż woda (Dz. U. Nr 77, poz. 731).
3. Międzynarodowy słownik podstawowych i ogólnych terminów metrologii GUM, 1996.
4. Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik GUM, 1999.
5. Dokument EA-4/02 „Wyrażenie niepewności pomiaru przy wzorcowaniu”.