

Metody określania energii zawartej w gazie ziemnym - symulacja rozptyłu energii w krajowej sieci przesyłowej

Andrzej J. Osiadacz, Maciej Chaczykowski

Zakład Systemów Ciepłowniczych i Gazowniczych, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska

Streszczenie. W referacie omówiono metody określania energii gazu ziemnego transportowanego siecią przesyłową. Podano przykłady propozycji rozmieszczenia pomiarów referencyjnych (gazowych chromatografów procesowych) w sieci przesyłowej gazu ziemnego w oparciu o wyniki symulacji rozptyłu energii w systemie.

Określanie energii zawartej w gazie ziemnym

Liberalizacja rynku gazowniczego w Europie powoduje, że na skutek wzrostu konkurencji rośnie poziom usług związanych z obrotem gazem. Niezależni operatorzy systemów dystrybucyjnych i przesyłowych są zainteresowani wyższą dokładnością pomiarów ilości i jakości gazu. Statystycznego odbiorcę gazu interesuje nie objętość gazu, lecz energia w nim dostarczona. Odbiorcy przemysłowi używający gazu do celów technologicznych zainteresowani są informacjami dotyczącymi składu gazu.

Określanie energii zawartej w gazie odbieranym z sieci może odbywać się według podanych niżej metod:

- a) pomiar ciepła spalania gazu w punkcie odbioru, zintegrowany z pomiarem objętości gazu w tym punkcie,
- b) pomiar ciepła spalania gazu w punkcie „reprezentatywnym” dla danego obszaru sieci i przypisanie tej wartości ciepła spalania objętościom gazu zmierzonym w danym obszarze w różnych punktach odbioru,
- c) obliczenie energii zawartej w dostarczonym strumieniu gazu na podstawie objętości gazu zmierzonych w punktach odbioru oraz wartości ciepła spalania otrzymanego z obliczeń symulacyjnych sieci.

Energię zawartą w gazie dostarczonym odbiorcy, w każdej z wyżej wymienionych metod wyznacza się z równania:

$$(1) \quad E = \sum_{i=1}^{i=n} v_i \times c_{vi}$$

gdzie: v_i – porcja objętości gazu „i” (m^3), c_{vi} – kaloryczność gazu porcji „i” (ciepło spalania lub wartość opałowa gazu w zależności od przyjętych ustaleń rozliczeniowych) (MJ/m^3).

Z kolei, relacja między strumieniem objętości gazu a strumieniem energii jest postaci

$$(2) \quad \dot{E} = H \times Q$$

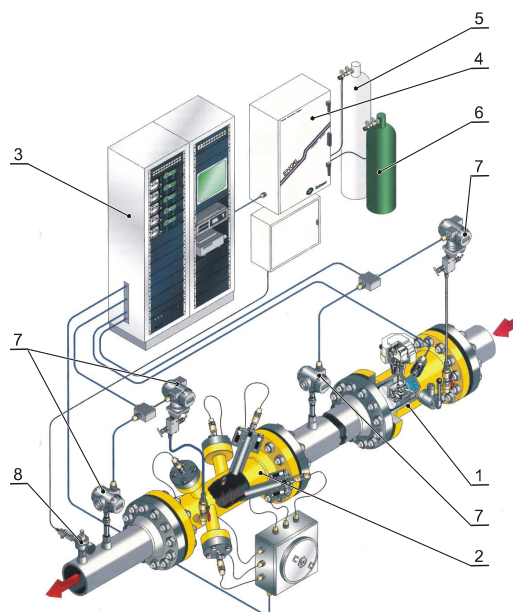
gdzie: Q – strumień objętości gazu (m^3/h), \dot{E} – strumień energii (MJ/h), H – ciepło spalania (MJ/m^3).

Określanie energii gazu ziemnego wymaga pomiaru strumienia energii oraz pewnego urządzenia całkującego, które sumuje wartości wielkości mierzonej w określonym przedziale czasu (okresie rozliczeniowym). W dalszej części referatu zostaną przedstawione i krótko scharakteryzowane wyżej wymienione metody określania energii zawartej w gazie ziemnym.

Pomiar kaloryczności gazu w punkcie odbioru

W przypadku pierwszej metody zmierzona wartość ciepła spalania jest automatycznie przekazywana do przelicznika wyznaczającego energię. Pomiar składu gazu w oparciu o metody chromatografii gazowej, a także pomiar ciepła spalania w oparciu o metody korelacyjne został szczegółowo omówiony w monografii [1]. Przykład układu pomiarowego realizującego pomiar chwilowej wartości ciepła spalania oraz strumienia objętości gazu, pozwalających na określenie strumienia energii (mocy chwilowej) oraz ilości dostarczonej energii przedstawiono na rys. 1.

Jest to metoda najdokładniejsza, jednak biorąc pod uwagę wysoki koszt urządzeń mierzących skład gazu oraz ciepło spalania jest metodą kosztowną, ze względu na dużą liczbę koniecznych do zainstalowania urządzeń.



Rys.1. Przykładowy schemat układu pomiarowego do pomiaru strumienia objętości oraz chwilowej wartości ciepła spalania gazu) [3], 1-gazomierz turbinowy, 2-kontrolny gazomierz ultradźwiękowy, 3-szafka aparatury pomiarowej (korekcja objętości, archiwizacja danych), 4-szafka chromatografu procesowego, 5-zbiornik gazu nośnego, 6-zbiornik gazu kalibrującego, 7-manometr, 8-termometr

Pomiar ciepła spalania gazu w punkcie charakterystycznym

W przypadku tej metody ciepło spalania gazu jest mierzone w punkcie w którym uznajemy, że gaz jest zmieszany na tyle, że wynik pomiaru może być uznany za reprezentatywny dla określonego obszaru. Tę reprezentatywność ocenić najlepiej za pomocą badań symulacyjnych sieci, które pozwolą ocenić stopień mieszania się gazów o różnych składach. Innym sposobem znacznie niestety droższym i mniej dokładnym jest porównywanie wyników pomiarów ciepła spalania w różnych punktach sieci. Na rys. 2 i 3 przedstawiono przykłady wyników obliczeń symulacyjnych rozptyłu energii w krajowym systemie przesyłowym, pozwalających na lokalizację charakterystycznych punktów w systemie, odpowiednio dla okresu zimowego i letniego. Obliczenia symulacyjne sieci wykonano z wykorzystaniem pakietu oprogramowania SimNet SSV [2]. Należy pamiętać, że w metodzie pomiaru ciepła spalania gazu w punkcie charakterystycznym liczba stref i wynikająca z niej liczba koniecznych do zainstalowania chromatografów zależą przede wszystkim od przyjęcia założeń dotyczących dokładności pomiaru wartości ciepła spalania transportowanego gazu.

Pomiar ciepła spalania gazu za pomocą pomiaru objętości oraz obliczeń symulacyjnych rozptyłu strumieni energii

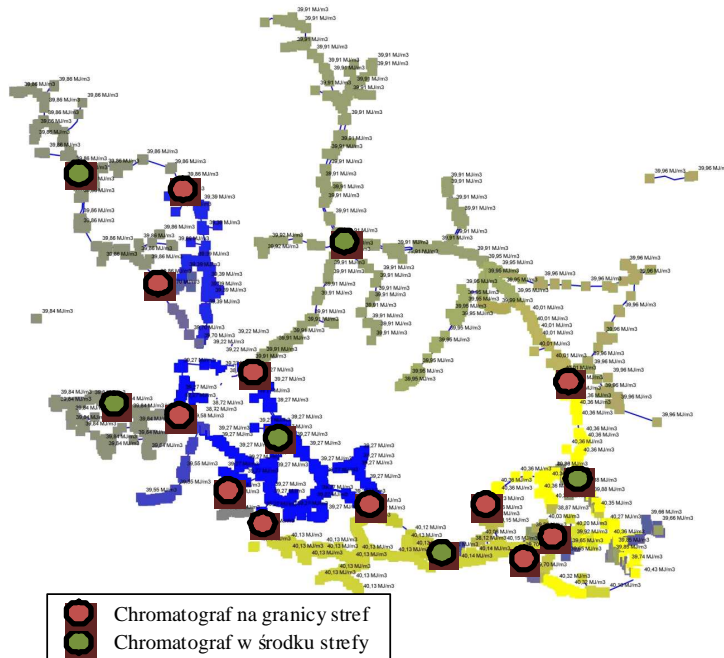
Metoda ta jest metodą najdokładniejszą, najtańszą i najszybszą. Obliczenia symulacyjne sieci pozwalają na śledzenie procesu mieszania się gazów, określenie aktualnej wartości ciepła spalania w dowolnym punkcie sieci. Chromatografy gazowe służą w tym przypadku jedynie do weryfikacji modelu obliczeniowego programu symulacyjnego.

Wykonanie obliczeń symulacyjnych sieci jest niezbędne, ponieważ w systemach gazowniczych istnieją węzły, w których dwa lub więcej strumieni gazu o różnym składzie dopływa z gazociągów incydenentnych do węzła, i konieczne jest określenie jakości gazu po zmieszaniu strumieni. Należy wziąć również pod uwagę fakt, że sterowanie elementami nierurowymi sieci zapewnia odpowiednie udziały masowe poszczególnych strumieni gazu. Symulator sieci powinien zatem posiadać możliwość prowadzenia obliczeń hydraulicznych sieci z uwzględnieniem ww. elementów nierurowych.

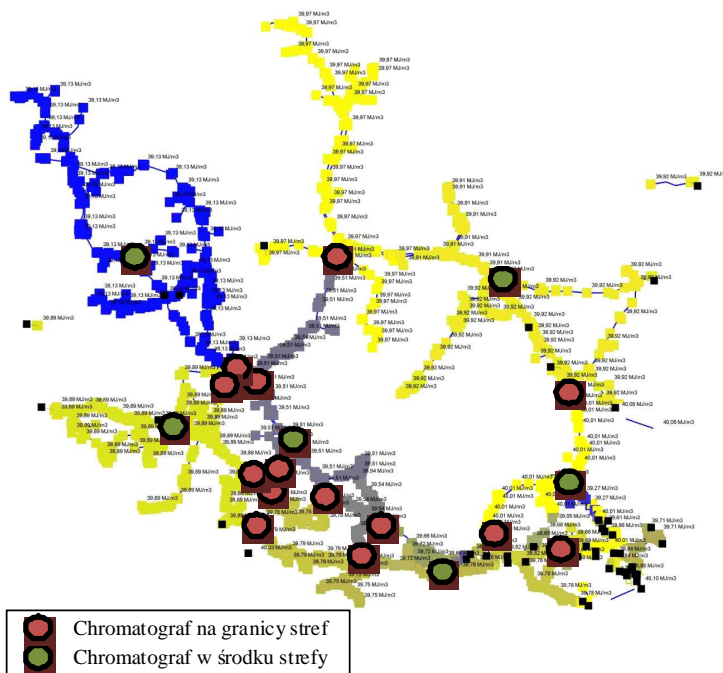
Wnioski

Wiedza o ilości dostarczonej w gazie energii staje się szczególnie istotna obecnie, kiedy zasada TPA „miesza” gaz ziemny z różnych źródeł tworząc mieszaniny o różnym składzie. Odejście od pomiaru objętości jako pomiaru rozliczeniowego do precyzyjnego

pomiaru energii wymaga dodatkowo wysokiej dokładności pomiaru składu gazu a zatem jego jakości. Dopuszczalny błąd określania wartości energii w dowolnym punkcie systemu winien być kompromisem pomiędzy klasą dokładności zainstalowanych chromatografów, kosztem wyposażenia sieci w te urządzenia oraz dokładnością z jaką operator systemu przesyłowego będzie chciał bilansować system i rozliczać kontrakty.



Rys. 2. Strefy o stałym ciepłe spalania gazu w krajowej sieci przesyłowej z propozycją



Rys. 3. Strefy o stałym ciepłe spalania gazu w krajowej sieci przesyłowej z propozycją rozmieszczenia chromatografów dla okresu letniego [4]

LITERATURA

- [1] Osiadacz A., Chaczykowski M., Stacje gazowe. Teoria, projektowanie, eksploatacja. Fluid Systems, Warszawa 2010
- [2] Pakiet oprogramowania do symulacji sieci gazowych w stanach ustalonych SimNet SSV 6, materiały informacyjne firmy Fluid Systems Sp. z o.o. www.fluidsystems.pl (dostęp maj 2011)
- [3] Zintegrowane systemy pomiarowe, materiały informacyjne firmy Instromet, www.elster-instromet.com (dostęp maj 2011)
- [4] Określenie lokalizacji punktów referencyjnych do wyznaczania ciepła spalania w systemie przesyłowym, Opracowanie Fluid Systems Sp z o.o. dla Gaz System S.A., Warszawa 2010