

Zbigniew Gacek
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Ocena gazomierzy turbinowych na potrzeby wykazania zgodności z dyrektywą 2004/22/WE

Wprowadzenie

Ocena zgodności jest to przyjęty sposób postępowania przy wprowadzaniu do obrotu (lub użytkowania) wyrobów wymienionych w odpowiednich przepisach prawa. Ocena zgodności wykonywana jest na wniosek producenta lub jego przedstawiciela. Dla urządzeń i systemów z funkcjami pomiarowymi (oprócz wag nieautomatycznych) ocena zgod-

ności powinna uwzględniać przepisy dyrektywy MID [1]. Wybór procedury oceny zgodności należy do producenta gazomierza. Najłatwiejszym sposobem wykazania zgodności wyrobu z wymaganiami zasadniczymi dyrektywy jest wykazanie zgodności z normą zharmonizowaną z dyrektywą lub specyfikacją zharmonizowaną z dyrektywą.

Badania typu gazomierzy turbinowych zgodnie z normą zharmonizowaną

Norma PN-EN 12261:2005 [2] określa wymagania i badania dotyczące budowy, właściwości metrologicznych i bezpieczeństwa gazomierzy turbinowych z mechanicznymi urządzeniami wskazującymi. Przedmiotowa norma określa warunki przeprowadzania badań dla gazomierzy stosowanych do pomiaru objętości paliw gazowych z pierwszej i drugiej rodziny gazów (według EN 437) o maksymalnym ciśnieniu roboczym do 420 barów, rzeczywistym strumieniu przepływu do 25 000 m³/h, w zakresie temperatury gazu co najmniej 40 K i zakresie temperatury otoczenia co najmniej 50 K. Wytwórca może zadeklarować szerszy zakres temperatury gazu i otoczenia (a także składowania gazomierzy), stosując temperaturę minimalną -10°C, -25°C lub -40°C oraz temperaturę

maksymalną 40°C, 55°C lub 70°C. Ze względu na szeroki zakres ciśnień roboczych gazomierzy w normie wyodrębniono dwie grupy gazomierzy: do pomiaru w zakresie ciśnień roboczych mniejszych lub równych 4 bary, co jest przedmiotem niniejszego artykułu, oraz gazomierze do pomiaru w zakresie ciśnień powyżej 4 barów. Najistotniejszą różnicą podczas oceny zgodności dla obydwu grup są ciśnienia stosowane podczas przeprowadzania badań w laboratorium.

Wykaz ogólnych wymagań dla gazomierzy przedstawiono w tablicy 1, natomiast listę badań oraz wymagania odnośnie do ciśnień podczas przeprowadzania badań dla gazomierzy przeznaczonych do pracy w zakresie ciśnień roboczych do 4 barów przedstawiono w tablicy 2.

Tablica 1. Wykaz ogólnych wymagań dla gazomierzy turbinowych

Nazwa	Punkt normy PN-EN 12261
Klasyfikacja gazomierzy, przyłącza i wymiary, zakres temperatury, środowisko klimatyczne	4
Ogólne wymagania konstrukcyjne i materiałowe	6.1, 6.2.1, 6.3.1, 7.1
Sprawdzenie oznakowania	8
Sprawdzenie zawartości dokumentacji	9

Tablica 2. Wykaz wymaganych badań gazomierzy turbinowych dla $p_{max} \leq 4$ bary

Nazwa badania	Punkt normy PN-EN 12261	Ciśnienie próby
Wyznaczenie błędów gazomierzy w temperaturze otoczenia	5.2.1	p_{atm}
Wyznaczenie straty ciśnienia (maksymalna dopuszczalna strata ciśnienia)	5.2.9	p_{atm}
Sprawdzenie powtarzalności metrologicznej	5.2.2	p_{atm} lub p_{min}
Sprawdzenie liniowości	5.2.3	p_{atm}
Próba trwałości (1000 godzin)	5.2.4	4 bary lub p_{max}^* wyznaczenie błędów wskazań p_{atm}
Sprawdzenie pozycji montażu	5.2.5	p_{min} oraz trwałość jak powyżej
Sprawdzenie odporności na przeciążenia chwilowe	5.2.6	p_{atm}
Wyznaczenie błędów gazomierzy w deklarowanym zakresie temperatury	5.2.7	p_{atm}
Sprawdzenie odporności na warunki instalacji	5.2.8 (Zał. B)	p_{atm}
Sprawdzenie wałków wyjściowych	5.2.10	p_{atm}
Wytrzymałość na ciśnienie wewnętrzne	6.2.2	wariant 1 obliczenia projektowe wariant 2 $5 p_{max}$ lub 2 bary**
Sprawdzenie szczelności zewnętrznej	6.2.3	$1,1 p_{max}$
Sprawdzenie momentu skręcającego i zginającego	6.2.4	p_{atm}
Badanie odporności urządzenia wskazującego i jego okienka na uderzenie	6.2.5	nie dotyczy
Sprawdzenie odporności na transport i przechowywanie	6.2.6	sprawdzenie szczelności $1,1 p_{max}$, błędy wskazań p_{atm}
Sprawdzenie odporności urządzenia wskazującego i tabliczek znamionowych na promieniowanie ultrafioletowe	6.3.2	nie dotyczy
Sprawdzenie odporności na korozję zewnętrzną	6.3.3	nie dotyczy
Sprawdzenie odporności na zarysowanie	6.3.3.1	nie dotyczy
Sprawdzenie przylegania powłoki ochronnej	6.3.3.2	nie dotyczy
Sprawdzenie odporności na mgłę solną	6.3.3.3	nie dotyczy
Sprawdzenie wyjmowanych mechanizmów gazomierza	6.4	sprawdzenie szczelności $1,1 p_{max}$, błędy wskazań p_{atm}
Sprawdzenie urządzeń wskazujących i wyposażenia	6.5.1	nie dotyczy
Sprawdzenie sprzęgła magnetycznego	6.5.2	nie dotyczy
Sprawdzenie otworów impulsowych ciśnienia	6.6.1	nie dotyczy
Sprawdzenie otworów temperaturowych	6.6.2	nie dotyczy
Sprawdzenie smarowania	6.7	siła potrzebna do użycia pompki p_{max}
Badanie liczydła gazomierza	7.2	nie dotyczy
Badanie nadajnika impulsów	7.3	nie dotyczy
Sprawdzenie wałków wyjściowych	7.4	nie dotyczy
Badanie elementu kontrolnego	7.5	nie dotyczy

* W zależności od tego, która wartość jest mniejsza.

** W zależności od tego, która wartość jest większa. Wariant 2 dotyczy gazomierzy przeznaczonych na ciśnienia nieprzekraczające 10 barów.

Analiza wybranych wymagań i badań normy PN-EN 12261

Aktualizacja PN-EN 12261:2005/A1:2008 ogranicza możliwość wyboru klasy gazomierzy turbinowych wy-

łącznie do klasy 1,0. Producenci gazomierzy mogą jednak wytwarzać i wprowadzać do obrotu przyrządy o lepszej

klasie dokładności (0,5), ale również o gorszej klasie (1,5), stosując specyfikacje zharmonizowane z dyrektywą metrologiczną w postaci dokumentów normatywnych Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (International Organization of Legal Metrology, w skrócie OIML). W przypadku gazomierzy turbinowych jest to dokument R137-1:2006 [4]. W 2012 roku ukazało się nowe wydanie zaleceń OIML R137-1&2:2012 [3], jednakże wydanie to nie zostało jeszcze zatwierdzone przez Komisję Europejską. Państwo członkowskie UE może określić klasy dokładności, które powinny być użyte do poszczególnych zastosowań, spośród klas zdefiniowanych, pod warunkiem dopuszczenia do stosowania wszystkich klas na jego terytorium.

Zgodnie z wymaganiami dyrektywy metrologicznej: „Gazomierz nie może wykorzystywać błędów granicznego dopuszczalnego (MPE) ani systematycznie faworyzować jednej ze stron”, z tego powodu zmiana harmonizująca do normy PN-EN 12261:2005/A1:2008 zmniejsza wartości błędów granicznych dopuszczalnych (MPE) do 0,5% w przypadku, gdy w zakresie strumieni objętości od Q_t do Q_{max} błędy te mają taki sam znak, oraz zawęża zakresowości gazomierzy do 1:20, 1:30 i 1:50 (zrezygnowano z zakresowości 1:10). Wymagania te mają na celu poprawę jakości gazomierzy, co ma bezpośrednie przełożenie na poprawę jakości (dokładności) rozliczeń.

Punkt 4 normy PN-EN 12261 charakteryzuje podstawową klasyfikację gazomierzy odnośnie do ciśnienia znamionowego kołnierzy, wielkości gazomierzy, zakresowości, przyłączy oraz zakresu temperatury.

W punkcie 5 określono zasadę doboru gazomierzy do badań oraz podstawowe wymagania i badania w zakresie właściwości metrologicznych, tj. błędów wskazań i straty ciśnienia, powtarzalności, liniowości, trwałości, pozycji montażu gazomierza, przeciążeń chwilowych, błędów wskazań w deklarowanych zakresach temperatury, odporności na zaburzenia przepływu czy wpływ hamującego momentu obrotowego przyłożonego do wałka wyjściowego na właściwości metrologiczne gazomierzy.

Błędy wskazań w temperaturze otoczenia (punkt 5.2.1) w przypadku gazomierzy przeznaczonych do użytkowania w zakresie ciśnień mniejszych lub równych 4 bary należy wyznaczyć przy ciśnieniu atmosferycznym. Do badań należy stosować powietrze, gaz z 1. lub 2. rodziny gazu (zgodnie z EN 437) lub każdy inny gaz, jeżeli jego stosowanie prowadzi do podobnych wyników pomiaru przy wartości liczby Reynoldsa mieszczącej się w zakresie $\pm 5\%$. Wyznaczony błąd wskazania gazomierzy powinien być mniejszy od błędów granicznych dopuszczalnych, które wynoszą: $\pm 2\%$ dla strumieni gazu $Q_{min} \leq Q < Q_t$ oraz $\pm 1\%$

dla strumieni $Q_t \leq Q < Q_{max}$. Q_t jest to strumień przejściowy, zależny od zakresowości gazomierzy (np. dla zakresowości $\geq 1:50$ Q_t wynosi $0,1 Q_{max}$). Jeżeli błędy w zakresie strumieni objętości od Q_t do Q_{max} mają ten sam znak, to nie powinny przekroczyć 0,5%.

Badanie powtarzalności (punkt 5.2.2) należy wykonać przy ciśnieniu atmosferycznym lub najniższym ciśnieniu, do jakiego gazomierz jest przeznaczony. Dla każdego strumienia objętości gazu w zakresie $0,25 Q_{max}$ do Q_{max} zmiany błędów wskazań powinny mieścić się w przedziale 0,2%. Liniowość, zgodnie z punktem 5.2.3, trzeba sprawdzić przy każdym ciśnieniu stosowanym do badań. Różnica pomiędzy najwyższą i najniższą wartością błędów wskazań przy strumieniach od $0,25 Q_{max}$ do Q_{max} , przy każdym ciśnieniu podczas badań, nie powinna przekroczyć 1 proc. (ocena na podstawie analizy błędów wskazań podstawowej charakterystyki metrologicznej gazomierzy). Dla gazomierzy przeznaczonych do użytkowania w zakresie ciśnień roboczych do 4 barów włącznie badania liniowości należy wykonać przy ciśnieniu atmosferycznym. Z kolei badanie trwałości (punkt 5.2.4) przeprowadza się przy ciśnieniu 4 barów lub przy maksymalnym ciśnieniu roboczym, w zależności od tego, które jest niższe (przed i po badaniu trwałości należy sprawdzić błędy wskazań gazomierzy przy ciśnieniu atmosferycznym).

Przeciążenia chwilowe (punkt 5.2.5) wykonuje się przy takich samych ciśnieniach jak błąd wskazań 5.2.1. Po 1-godzinnej próbie przy strumieniu $1,2 Q_{max}$ błąd w zakresie strumienia gazu od $0,25 Q_{max}$ do Q_{max} powinien mieścić się w granicach przewidzianych w badaniu powtarzalności (punkt 5.2.2) (różnica błędów wskazań przed i po przeciążeniu nie powinna przekraczać 0,2%). Badanie należy przeprowadzić przy ciśnieniu atmosferycznym.

Sprawdzenie odporności na deklarowany zakres temperatury roboczej (zakres temperatury punkt 5.2.7) został podzielony na 3 etapy:

- weryfikacja materiałów,
- badanie urządzenia wskazującego,
- badanie kompletnego gazomierza w temperaturze co najmniej 15 K niższej i 15 K wyższej od temperatury gazu, w której przeprowadzono badanie błędów wskazań (charakterystyki podstawowej gazomierza) – badanie należy wykonać przy ciśnieniu atmosferycznym i strumieniach objętości gazu Q_{min} lub $0,05 Q_{max}$, w zależności od tego, który jest większy, oraz przy $0,4 Q_{max}$; różnica błędów wskazań pomiędzy badaniem charakterystyki podstawowej a badaniami temperaturowymi powinna być mniejsza od połowy błędów granicznego dopuszczalnego MPE.

Pierwszy z etapów dotyczy weryfikacji, czy wszystkie materiały konstrukcyjne gazomierzy wytrzymują skrajne temperatury deklarowane przez producenta gazomierza. Drugi etap to badanie samego urządzenia wskazującego (liczydła) w komorze klimatycznej, które polega na narażeniu działającego (napędzanego) urządzenia wskazującego na cykliczne zmiany temperatury między dolną i górną granicą temperatury oraz na zmiany wilgotności. W trakcie i po zakończeniu cyklu zmian temperatury urządzenie wskazujące powinno prawidłowo funkcjonować. Ostatni, trzeci etap dotyczy badania kompletnego gazomierza. Błędy wskazań należy wyznaczyć przy co najmniej jednej wartości temperatury gazu wyższej o minimum 15 K i co najmniej jednej wartości temperatury niższej o minimum 15 K od temperatury, w której przeprowadzono wyznaczenie charakterystyki podstawowej gazomierzy (zwykle 20°C). Badanie należy wykonać przy strumieniach gazu Q_{min} lub $0,05 Q_{max}$, w zależności od tego, która wartość jest większa, oraz przy $0,4 Q_{max}$, przy ciśnieniu atmosferycznym. Badaniu należy poddać po dwa losowo wybrane gazomierze każdego typu, których wielkość nie przekracza DN 150. Powyższe ograniczenia wynikają z możliwości technicznych laboratoriów, z uwagi na duże przemiany energetyczne zachodzące podczas tego badania i problemy z ustabilizowaniem się gazomierza w temperaturze podczas badania. Różnica błędów wskazania między badaniem podstawowym gazomierza a badaniem w temperaturach powinna być mniejsza niż połowa błędu granicznego dopuszczalnego MPE.

Na fotografii 1 przedstawiono stanowisko SGT 1000 do badania właściwości metrologicznych gazomierzy o zakresie pomiarowym od 0,8 m³/h do 1000 m³/h w temperaturze laboratorium 20°C ±5°C. Do badań temperatury stanowisko badawcze jest wyposażone dodatkowo w dwie komory temperaturowe oraz wstępny wymiennik ciepła.

Sprawdzenie wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne (punkt 6.2.2) można realizować na dwa sposoby:

- wariant 1 – polega na weryfikacji obliczeń projektowych w celu zapewnienia, że wszystkie materiały i konstrukcja obudowy gazomierzy spełniają wyma-



Fot. 1. Stanowisko SGT 1000 do sprawdzania właściwości metrologicznych gazomierzy turbinowych i rotorowych

gania wytrzymałości w minimalnej i maksymalnej temperaturze deklarowanej przez wytwórcę,

- wariant 2 – ograniczony do ciśnienia maksymalnego nieprzekraczającego 10 barów, polega na próbie hydrostatycznej przy co najmniej pięciokrotnej wartości podanego maksymalnego ciśnienia roboczego lub przy 2 barach, w zależności od tego, która wartość ciśnienia będzie większa.

Z uwagi na to, że w większości przypadków ciśnienie robocze gazomierzy przekracza 0,5 bara, podlegają one dyrektywie ciśnieniowej (*Pressure Equipment Directive*, w skrócie PED), ocena wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne polega na sprawdzeniu certyfikatu wydanego przez jednostkę notyfikowaną w zakresie dyrektywy PED. W zakresie dyrektywy MID, w aspekcie sprawdzenia trwałości konstrukcji, należy sprawdzić zastosowane materiały, szczelność zewnętrzną, odporność na moment skręcający i zginający, uderzenie, transport i przechowywanie oraz warunki środowiskowe.

Warunki instalacji (punkt 5.2.8, Załącznik B *Badanie zakłóceń*) to istotne badanie odporności gazomierzy na zaburzenia przepływu gazu w instalacji pomiarowej. Badanie to należy wykonać przy ciśnieniu atmosferycznym.

Podsumowanie

Przyrządy pomiarowe użytkowane w miejscach związanych z istotnym interesem społecznym (zdrowie publiczne, bezpieczeństwo i ład, ochrona środowiska i konsumenta, nakładanie podatków i ceł oraz uczciwy handel), które mają pośredni lub bezpośredni wpływ na codzienne życie

obywateli, zostały objęte szczególnym nadzorem zwanym prawną kontrolą metrologiczną.

Takie przyrządy powinny zapewnić wysoki poziom ochrony metrologicznej, aby każda ze stron miała zaufanie do wyników pomiaru, i powinny być zaprojektowane i wy-

produkowane z zapewnieniem wysokiego poziomu jakości, przy uwzględnieniu techniki pomiarowej i bezpieczeństwa danych pomiarowych (dyrektywa MID, Załącznik I *Wymagania zasadnicze*).

Ocena zgodności z dyrektywą metrologiczną 2004/22/WE powinna zapewnić spełnienie powyższych wymagań oraz potwierdzić właściwe działanie przyrządów przez niezależną stronę trzecią, którą jest laboratorium badawcze.

Literatura

- [1] *Dyrektywa 2004/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady dnia 31 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych* (Dz.U. UE Nr L135 z 30.04.2004 r.).
- [2] Norma PN-EN 12261:2005 wraz z aktualizacją PN-EN 12261:2005/A1:2008 *Gazomierze. Gazomierze turbinowe*.
- [3] Zalecenia Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej OIML R137-1:2006 *Gas meters. Part 1: Requirements*.
- [4] Zalecenia Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej OIML R137-1&2:2012 *Gas meters. Part 1: Metrological and technical requirements. Part 2: Metrological controls and performance tests*.



Dr inż. Zbigniew GACEK – absolwent Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, kierunek Górnictwo i Geologia, specjalność Gazownictwo Ziemne. Stopień doktora nauk technicznych otrzymał w roku 1996 na AGH. Obecnie jest Adiunktem w Zakładzie Metrologii Przepływów Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie.