

Zbigniew Gacek
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Ocena zgodności gazomierzy turbinowych przeznaczonych do użytkowania w zakresie ciśnień roboczych powyżej 4 barów

Wprowadzenie

System oceny zgodności wyrobów oparty jest o akty prawne krajowe własne i krajowe będące transpozycją prawa unijnego i ma zagwarantować dopuszczanie do obrotu na Jednolitym Rynku Unii Europejskiej tylko wyrobów spełniających wymagania unijnych aktów prawnych [3].

W artykule *Ocena gazomierzy turbinowych na potrzeby zgodności z Dyrektywą 2004/22/WE* [2] przedstawiono wymagania i zakres badań dla gazomierzy turbinowych na potrzeby oceny zgodności, według PN-EN 12261:2005 wraz ze zmianą PN-EN 12261:2005/A1:2008 [4], w zakresie ciśnień roboczych do 4 barów włącznie. W całym

zakresie ciśnień roboczych zakres wymaganych badań gazomierzy pozostaje taki sam, natomiast w zależności od zakresu ciśnienia roboczego gazomierzy zmieniają się warunki badania (ciśnienia podczas badań oraz niektórych narażeń).

Z uwagi na szeroki zakres ciśnień roboczych, dla których projektowane są gazomierze (do 420 barów), uzasadnione jest badanie gazomierzy przy ciśnieniach minimalnych p_{min} i maksymalnych p_{max} . Podejście takie pozwala na sprawdzenie właściwości gazomierzy w całym zakresie ich pracy.

Badania typu gazomierzy turbinowych

W przypadku gazomierzy do pomiaru w zakresie ciśnień powyżej 4 barów badanie błędów wskazań należy przeprowadzać w zakresie określonym warunkami pomiaru. Badania należy przeprowadzić co najmniej przy ciśnieniach minimalnym i maksymalnym, podanych przez producenta. Jednakże dla ciśnień maksymalnych powyżej 50 barów dopuszcza się badania przy ciśnieniu 50 barów. Sprawdzenie trwałości gazomierzy należy przeprowadzić przy ciśnieniu

co najmniej 8 barów lub przy maksymalnym ciśnieniu roboczym, w zależności od tego, która wartość jest mniejsza.

Dodatkowym wymaganiem dla gazomierzy przeznaczonych do pomiaru przy wysokich ciśnieniach jest to, że podczas wykonywania badań przy więcej niż jednym ciśnieniu różnica między wynikami badań w zakresie $0,25 Q_{max}$ i Q_{max} nie powinna przekraczać 0,5% dla gazomierzy o $DN > 100$ lub 1% dla gazomierzy o $DN \leq 100$.

Liczba gazomierzy do badań

Podstawowym zagadnieniem podczas przygotowania planu badań jest określenie typoszeregu gazomierzy, i dotyczy to gazomierzy w całym zakresie ciśnień roboczych. Zgodnie z przedmiotową normą dla gazomierzy turbinowych: „Każdy typ gazomierza należy poddać serii

badanych określonych w normie. Jeśli jeden typ gazomierza zawiera grupę gazomierzy różnej wielkości o takiej samej zasadzie konstrukcyjnej i tym samym zakresie warunków pomiaru, to badanie typu można przeprowadzić na ograniczonej liczbie gazomierzy”. Zatem właściwe określenie

typu (typoszeregu) gazomierzy pozwoli na prawidłowe przeprowadzenie badań na potrzeby oceny zgodności z dyrektywą metrologiczną MID [1].

Określenie podobieństwa konstrukcyjnego powinno mieć na uwadze znalezienie podobieństw/różnic konstrukcyjnych wyrobu oraz określenie ich potencjalnego wpływu na właściwości przyrządu. Dotyczy to zarówno właściwości metrologicznych, użytkowych, jak i bezpieczeństwa podczas użytkowania takiego przyrządu pomiarowego. Należy również brać pod uwagę zastosowane materiały oraz ich zmiany w czasie użytkowania gazomierzy zgodnie z ich przeznaczeniem (np. odporność na działanie gazu, odporność na korozję). Producenci bardzo często, w celu uniezależnienia się od jednego dostawcy, stosują w swoich przyrządach identyczne podzespoły, ale różnego pochodzenia, co również może mieć wpływ na końcowy rezultat badań.

Przyjęcie zbyt ogólnych założeń do określenia typoszeregu może spowodować przeoczenie rozwiązań konstrukcyjnych niezgodnych z wymaganiami dyrektywy (i tym samym w konsekwencji dopuszczenie ich do obrotu), natomiast zbyt duża szczegółowość naraża producenta urządzenia pomiarowego na niepotrzebne koszty badań. Podczas wyboru typoszeregu należy kierować się wiedzą

specjalistyczną na temat zasady działania i eksploatacji danego przyrządu pomiarowego oraz doświadczeniem i dobrą praktyką laboratoryjną.

Po wydzieleniu typów (typoszeregu) na podstawie podobieństw/różnic konstrukcyjnych należy określić, czy mamy do czynienia z całkowicie odmiennymi konstrukcjami gazomierzy (w tym wypadku należy wykonać wszystkie badania dla wszystkich konstrukcji) lub czy z projektu można wydzielić jedną, podstawową konstrukcję oraz jej modyfikacje. Wówczas należy wykonać wszystkie wymagane badania wersji podstawowej, natomiast dla zmian wersji podstawowej należy przeprowadzić analizę krytyczną wprowadzonych modyfikacji dla wszystkich możliwych zmian oraz ich wpływ na badania oceny zgodności z dyrektywą metrologiczną. Jeżeli laboratorium nie jest pewne wpływu określonego czynnika na wynik badania, powinno przeprowadzić badania laboratoryjne, które potwierdzą zgodność z dyrektywą lub jej zaprzeczą.

Dopiero tak rozpisany plan badań pozwala na określenie liczby gazomierzy poszczególnych typów (rozwiązań konstrukcyjnych), które należy poddać badaniom laboratoryjnym.

Badania typu gazomierzy turbinowych zgodnie z normą zharmonizowaną

Wykaz ogólnych wymagań dla gazomierzy turbinowych przedstawiony w tablicy 1 jest taki sam zarówno dla gazomierzy w zakresie ciśnień roboczych do 4 barów włącznie, jak i powyżej 4 barów. Wykaz badań gazomierzy

oraz wymagania dotyczące ciśnień podczas przeprowadzania badań w przypadku gazomierzy przeznaczonych do pracy w zakresie ciśnień roboczych powyżej 4 barów przedstawiono w tablicy 2.

Tablica 1. Wykaz ogólnych wymagań dla gazomierzy turbinowych

Nazwa	Punkt normy PN-EN 12261
Klasyfikacja gazomierzy, ciśnienie znamionowe kołnierzy, 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

Analiza wybranych wymagań normy PN-EN 12261

W przypadku zatwierdzenia typu gazomierza dla jednej zakresowości uznaje się, że zatwierdzony jest on również dla każdej mniejszej zakresowości. Zatem jeżeli producent będzie wytwarzał gazomierze o kilku zakresowościach, do badań należy wybrać gazomierze o najwyższej zakresowości.

W punkcie 5 normy PN-EN 12261 określono zasadę

wykonywania badań dla gazomierzy przeznaczonych do pomiarów w zakresie ciśnień do 4 barów włącznie i dla gazomierzy przeznaczonych do pomiarów przy ciśnieniach powyżej 4 barów.

Właściwości metrologiczne (błąd wskazania punkt 5.2.1) gazomierzy przeznaczonych do pomiaru w zakresie

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

Nazwa badania	Punkt normy PN-EN 12261	Ciśnienie próby
Wyznaczenie błędów gazomierzy w temperaturze otoczenia	5.2.1	p_{min} i p_{max}^*
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_{min} i p_{max}^*
Próba trwałości (1000 godzin)	5.2.4	≥ 8 barów lub p_{max}^{**} wyznaczenie błędów wskazań p_{min} i p_{max}^*
Sprawdzenie pozycji montażu	5.2.5	p_{min} oraz trwałość jak powyżej
Sprawdzenie odporności na przeciążenia chwilowe	5.2.6	p_{min} i p_{max}^*
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} lub p_{min}
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_{min} i p_{max}^*
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

* Dla ciśnień maksymalnych powyżej 50 barów dopuszcza się badanie przy ciśnieniu 50 barów.

** W zależności od tego, która wartość jest mniejsza.

*** W zależności od tego, która wartość jest większa. Wariant 2 dotyczy gazomierzy przeznaczonych dla ciśnień nieprzekraczających 10 barów.

ciśnien powyżej 4 barów należy wyznaczyć przy ciśnieniu minimalnym p_{min} i maksymalnym p_{max} . Do badań należy użyć powietrza, gazu z 1 lub 2 rodziny gazu (zgodnie z EN 437) lub każdego innego gazu, 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 $Q_t \leq Q < Q_{max}$. Jeżeli błędy w zakresie strumieni objętości od Q_t do Q_{max} mają ten sam znak, nie powinny przekroczyć 0,5%. Podczas badania przy p_{min} i p_{max} różnica błędów wskazań gazomierza w zakresie strumienia objętości od 0,25 Q_{max} do Q_{max} nie powinna przekraczać 0,5% dla gazomierzy o średnicy nominalnej DN > 100 lub 1% dla gazomierzy o DN ≤ 100.

Punkt 5.2.1 PN-EN 12261:2005, akapit 3, zawiera następujące stwierdzenie: „W przypadku zatwierdzenia typu gazomierza dla tylko jednego ciśnienia roboczego, uznaje się, że zatwierdzony jest on również dla każdego niższego ciśnienia roboczego”. Cytat ten stanowi niezbyt dokładne tłumaczenie z wersji angielskiej: „If a meter has been certified for one working pressure range it is deemed to be certified for any smaller working pressure range”. Podczas tłumaczenia z wersji angielskiej na polską zgubiono słowo *range*, które należy rozumieć jako „zakres”, oraz błędnie, zdaniem autora, przetłumaczono słowo *smaller* jako „niższy”. Według autora słowo to powinno zostać przetłumaczone jako „mniejszy”. Wówczas cytowany fragment brzmiał: „W przypadku zatwierdzenia typu gazomierza dla tylko jednego zakresu ciśnienia roboczego, uznaje się, że zatwierdzony jest on również dla każdego mniejszego zakresu ciśnienia roboczego”. Interpretując wprost oryginalny zapis z polskiej normy, można błędnie zrozumieć, że w przypadku zatwierdzenia typu gazomierza na ciśnienie np. 110 barów, gazomierz posiada również zatwierdzenie na ciśnienia robocze w zakresie do 4 barów.

Badanie powtarzalności (punkt 5.2.2) należy wykonać przy ciśnieniu atmosferycznym lub najniższym ciśnieniu, do jakiego gazomierz jest przeznaczony.

Liniowość, zgodnie z punktem 5.2.3, należy sprawdzić przy każdym ciśnieniu stosowanym do badań (p_{min} i p_{max}). 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: 0,5% w przypadku średnic nominalnych gazomierzy do DN 100 włącznie oraz 0,3% dla średnic nominalnych większych niż DN 100 (na podstawie analizy błędów wskazań podstawowej charakterystyki metrologicznej gazomierzy).

Badanie trwałości (punkt 5.2.4) w przypadku gazomierzy przeznaczonych do użytkowania w zakresie ciśnienia powyżej 4 barów przeprowadza się przy ciśnieniu co najmniej 8 barów lub przy maksymalnym ciśnieniu roboczym, w zależności od tego, która wartość jest mniejsza. Przed badaniem trwałości należy wyznaczyć charakterystyki metrologiczne gazomierzy przy ciśnieniach p_{min} i p_{max} , gazomierze powinny spełniać wymagania dotyczące granicznych dopuszczalnych błędów wskazań i powtarzalności. Po badaniu trwałości należy ponownie wyznaczyć charakterystyki metrologiczne gazomierzy w taki sam sposób jak przed badaniem. Różnica błędów wskazań przed i po badaniu trwałości powinna być mniejsza od 1/3 wartości błędów granicznych dopuszczalnych, a więc: 0,66% dla strumieni gazu $Q_{min} \leq Q < Q_t$ oraz 0,33% dla strumieni $Q_t \leq Q < Q_{max}$.

Odporność na przeciążenia chwilowe, zgodnie z punktem 5.2.5, należy wykonać przy takich samych ciśnieniach, przy których wyznaczono błędy wskazań (punkt 5.2.1), a więc przy ciśnieniach minimalnym i maksymalnym. Badanie polega na przeciążeniu gazomierzy strumieniem objętości 1,2 Q_{max} przez okres 1 godziny. Po próbie błędy wskazań w zakresie strumienia gazu od 0,25 Q_{max} do Q_{max} powinny nadal mieścić się w granicach powtarzalności, zgodnie z punktem 5.2.2 (0,2%).

Sprawdzenie momentu zginającego i skręcającego (punkt 6.2.4) określa odporność gazomierzy na naprężenia pochodzące od instalacji, w której są zamontowane. Przed i po badaniu należy sprawdzić szczelność oraz wyznaczyć charakterystyki metrologiczne gazomierza (sprawdzenie błędów wskazań). Charakterystykę metrologiczną należy również wyznaczyć dla dwóch najmniejszych strumieni gazu podczas przyłożenia momentu skręcającego i zginającego. W trakcie obciążenia gazomierza momentem skręcającym i zginającym należy także sprawdzić szczelność gazomierza. Badanie należy przeprowadzić przy ciśnieniu atmosferycznym. Badanie to nie powinno wpłynąć w istotny sposób na właściwości metrologiczne gazomierza. Błąd wskazania otrzymany w czasie i po przyłożeniu momentu zginającego i skręcającego nie powinien się różnić od wartości otrzymanych przed przyłożeniem momentu o więcej niż 1/3 błędów granicznych dopuszczalnych. Gazomierz po badaniu powinien pozostać szczelny.

Sprawdzenie odporności na deklarowany zakres temperatury (punkt 5.2.7), warunki instalacji (punkt 5.2.8) (Załącznik B *Badanie zakłóceń*) czy odporność na moment skręcający i zginający (punkt 6.2.4) wykonuje się identycznie jak dla gazomierzy przewidzianych do użytkowania w zakresie ciśnień mniejszych lub równych 4 bary.

Odporność na warunki środowiskowe (punkt 6.3) obejmuje sprawdzenie odporności urządzenia wskazującego i tabliczek znamionowych na promieniowanie ultrafioletowe oraz odporności na korozję zewnętrzną. Z kolei odporność na korozję zawiera następujące badania:

- odporność powłoki ochronnej na zarysowanie (punkt 6.3.3.1),
- przyleganie powłoki ochronnej (punkt 6.3.3.2),
- odporność na zewnętrzne środowisko korozyjne (punkt 6.3.3.3).

Ostatnie z wymienionych badań polega na narażeniu gazomierza na oddziaływanie mgły solnej przez 1000

godzin. Badanie to różni się od konwencjonalnego badania odporności na rozpyloną obojętną solankę z uwagi na skład roztworu soli, który w przypadku normy dla gazomierzy turbinowych oprócz chlorku sodowego powinien zawierać kilka dodatkowych składników, m.in. chlorek magnezowy, siarczan magnezowy czy bromek sodowy. Inna jest również temperatura badania: $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Norma nie podaje żadnych informacji odnośnie oceny próbki po badaniu.

Lista wymagań dla badań odporności na korozję dotyczy tylko sprawdzenia odporności na korozję zewnętrzną i nie uwzględnia wpływu korozji wewnętrznej gazomierzy.

Badanie gazomierzy u wytwórcy

Każdy gazomierz powinien być sprawdzany w czasie wytwarzania stosownie do wymagań systemu zapewnienia jakości wytwórcy, zgodnie z EN ISO 9001 lub inną równorzędną normą. Badanie każdego gazomierza powinno obejmować czynności przedstawione w tabelicy 3.

Dla każdego gazomierza powinno zostać sporządzone świadectwo zawierające jego wyniki badań.

Tablica 3. Wykaz badań indywidualnych gazomierzy

Przedmiot sprawdzenia	Punkt normy PN-EN 12261
Błąd wskazania	E.3
Liniowość	E.4
Zakres ciśnienia	E.2
Obliczenie średniej ważonej błędów (WME)	E.5
Justowanie	E.5.3
Sprawdzenie justowania	E.5.3.2
Badanie wytrzymałości	6.2.2.3
Badanie szczelności	6.2.3.3
Otwory impulsowe ciśnienia	6.6.1.1.2
Otwory temperaturowe	6.6.2.2.2
Oznakowanie	8

Badania indywidualne gazomierzy

Określony przez użytkownika gazomierza zakres ciśnienia roboczego nie powinien nigdy przekraczać zakresu ciśnień roboczych podanych przez producenta. Dla gazomierzy przeznaczonych do pracy przy ciśnieniach niższych lub równych 4 bary wymagane jest wykonanie jednego badania w warunkach atmosferycznych. Gazomierze spełniające wymagania E.3.1, E.4.1 i E.5.1 uznaje się za spełniające właściwości metrologiczne.

Dla gazomierzy przeznaczonych do pracy przy ciśnieniach wyższych niż 4 bary wymagane jest wykonanie jednego lub więcej badań zgodnie z poniższą zależnością:

- Jeżeli górna granica zakresu ciśnienia roboczego gazomierza w użytkowaniu będzie mniejsza lub równa czterokrotnej dolnej wartości granicznej zakresu ci-

śnienia roboczego, wymagane jest wykonanie tylko jednego badania przy p_{test} (ciśnienie pomiarowe w czasie indywidualnego badania gazomierza). Gazomierze spełniające wymagania E.3.1, E.4.1 oraz E.5.1 uznaje się za spełniające właściwości metrologiczne w zakresie ciśnień roboczych od $0,5 p_{test}$ do $2,0 p_{test}$.

- Jeżeli górna wartość graniczna zakresu ciśnienia roboczego w użytkowaniu będzie większa od czterokrotnej dolnej wartości granicznej zakresu ciśnienia roboczego w użytkowaniu, wymagane jest wykonanie dwóch badań, przy $p_{test,min}$ i $p_{test,max}$. Gazomierze spełniające wymagania E.3.1, E.4.1 oraz E.5.1 uznaje się za spełniające właściwości metrologiczne w zakresie ciśnień roboczych od $0,5 p_{test,min}$ do $2,0 p_{test,max}$.

Podsumowanie

Badanie typu jest częścią procedury, w której jednostka notyfikowana ocenia i poświadcza, że reprezentatywna próbka badanego wyrobu spełnia odpowiednie wymagania dyrektywy. Z uwagi na szeroki zakres ciśnień roboczych gazomierzy turbinowych zasadnym jest badanie gazomierzy przy ciśnieniach minimalnych p_{min} i maksymalnych p_{max} . Pozwala to na sprawdzenie właściwości gazomierzy w całym zakresie ich pracy.

Ocena zgodności gazomierzy w zakresie ciśnień roboczych powyżej 4 barów wymaga przeprowadzenia badań w rzeczywistych warunkach ich użytkowania. W Polsce obecnie nie ma laboratorium, które mogłoby przeprowadzić takie badania/wzorcowania gazomierzy. Krajowe jednostki notyfikowane zlecają wykonanie badań na stanowiskach wysokociśnieniowych do laboratoriów akredytowanych w innych państwach Unii Europejskiej.

Z informacji rzecznika prasowego Gaz-System S.A. z 7 listopada 2012 r. wynika, że laboratorium takie zostanie wybudowane na terenie tłoczni gazu w Hołowczycach w województwie mazowieckim. Najważniejszą częścią

laboratorium będzie pierwsze w Polsce stanowisko do wzorcowania gazomierzy gazem ziemnym przy ciśnieniu roboczym (ciśnienie średnie i wysokie). Laboratorium to ma powstać do końca 2014 roku.

W przypadku niektórych badań, np. sprawdzenia odporności na deklarowany zakres temperatury czy sprawdzenia odporności na moment skręcający i zginający, z uwagi na techniczne trudności w realizacji badań przy wysokim ciśnieniu norma zezwala na wykonanie badań w warunkach atmosferycznych.

Po pozytywnym zakończeniu badań oraz uzyskaniu Certyfikatu badania typu WE (moduł B procedury oceny zgodności), w celu utworzenia pełnej procedury oceny zgodności, konieczne jest połączenie wyżej wymienionego modułu z jednym z modułów stosowanych na etapie produkcji wyrobu.

W przypadku gazomierzy producent ma do wyboru moduł D (zgodność z typem w oparciu o zapewnienie jakości produkcji) lub moduł F (zgodność z typem w oparciu o zapewnienie jakości produktu).

Literatura

- [1] *Dyrektywa 2004/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych* (Dz.U. UE Nr L135 z 30.04.2004 r.).
- [2] Gacek Z.: *Ocena gazomierzy turbinowych na potrzeby zgodności z dyrektywą 2004/22/WE*. „Nafta-Gaz” 2012, nr 12, s. 1196–1200.
- [3] Jaworski J.: *Certyfikacja gazomierzy miechowych na znak bezpieczeństwa i jakości „B” – potwierdzenie spełnienia specyficznych wymogów polskiego rynku*. Nafta-Gaz, 2010, nr 12, s. 1144–1149.
- [4] Norma PN-EN 12261:2005 wraz z aktualizacją PN-EN 12261:2005/A1:2008 *Gazomierze. Gazomierze turbinowe*.



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.