

Agnieszka Rażna

Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Wpływ nastaw urządzeń zabezpieczających (wbudowanych we wspólny korpus) na pracę domowych reduktorów średniego ciśnienia

W artykule omówiono zagadnienia reduktorów średniego ciśnienia i urządzeń zabezpieczających. Przeprowadzono szczegółową analizę nastaw ciśnień wylotowych i nastaw urządzeń zabezpieczających reduktorów średniego ciśnienia stosowanych w Polsce. Przedstawiono wyniki z badań reduktorów, mające potwierdzić możliwość wyższych nastaw ciśnień wylotowych, przy jednoczesnej prawidłowej pracy urządzenia. Sformułowano wnioski z analizy norm, przepisów i wyników badań.

Affect of the safety devices sets (mounted in common body) on work of home middle pressure regulators

The article discusses issues of the middle pressure regulators and safety devices. The analysis of the: outlet pressures sets and safety devices sets of home middle pressure regulators applied in Poland have been carried out. Results of a regulators tests confirm possibility of correct work of device with higher outlet pressures sets. Conclusions from analysis of standards, regulations and results of tests have been presented.

Wstęp

W ramach unowocześnienia produkcji i dostosowania do wymagań odbiorców, producenci reduktorów do gazów sieciowych mają szersze możliwości ustawiania ciśnień wylotowych gazu. W związku z powyższym zaistniała potrzeba przeprowadzenia analizy stosowanych w Polsce nastaw ciśnień wylotowych i nastaw urządzeń zabezpieczających reduktorów średniego

ciśnienia. Dla potrzeb analizy przeprowadzono badania kontrolne reduktorów przy podwyższonych nastawach ciśnień wylotowych gazu, celem sprawdzenia poprawności konstrukcji reduktorów, gwarantującej stabilność ich pracy oraz niezawodne działanie elementów decydujących o bezpiecznym użytkowaniu reduktorów.

Analiza norm i przepisów dotyczących reduktorów średniego ciśnienia i urządzeń zabezpieczających

Reduktor jest głównym elementem punktu redukcyjnego, znajdującego się pomiędzy systemem średniego i niskiego ciśnienia, czyli pomiędzy siecią średniego ciśnienia a instalacją gazową.

Punktem redukcyjnym nazywana jest stacja redukcyjna o strumieniu objętości równym 60 m³/h lub mniejszym i ciśnieniu roboczym na wejściu od 10 kPa do 0,5 MPa włącznie. Punkt redukcyjny u indywidualnego odbiorcy gazu najczęściej instalowany bywa na zewnętrznej ścianie budynku lub w linii ogrodzenia działki, w szafce. Punkty redukcyjne o strumieniu objętości zbliżonym do maksymalnego mogą być instalowane w obiektach przemysłowych, domach wielorodzinnych, itp.

W skład punktu redukcyjnego (wbudowanego w punkcie dostawy gazu) powinny wchodzić:

- przewód wejściowy i wyjściowy,
- armatura odcinająca i filtrująca,
- urządzenia regulacji ciśnienia paliwa gazowego – reduktor,
- ciśnieniowy system bezpieczeństwa – urządzenia zabezpieczające,
- urządzenia rejestrujące ciśnienie oraz systemy alarmowe.

Reduktor jest urządzeniem regulacji ciśnienia paliwa gazowego. Jego zadaniem jest obniżanie i regulacja ciśnienia do stałego poziomu, utrzymywanego niezależnie od wahań ciśnienia wejściowego. Reduktor

powinien zapewnić dopływ gazu o określonym ciśnieniu i w ilościach gwarantujących bezpieczną i ciągłą pracę odbiorników gazowych podłączonych do domowej instalacji gazowej.

Reduktor powinien przez wystarczająco długi czas pracować niezawodnie i stabilnie oraz powinien być wyposażony w ciśnieniowy system bezpieczeństwa, zabezpieczający instalację gazową.

Reduktory domowe mogą być jedno- lub dwustopniowe, przy czym częściej stosowane są reduktory dwustopniowe. W reduktorach dwustopniowych, na pierwszym stopniu redukcji ciśnienie wejściowe jest obniżane do ciśnienia pośredniego, a następnie (na drugim stopniu) do wymaganego ciśnienia wyjściowego. W reduktorze jednostopniowym cały proces redukcji odbywa się tylko w jednym miejscu w reduktorze. Regulatory dwustopniowe znalazły większe uznanie wśród użytkowników i są stosowane częściej.

W Polsce wymaga się, aby reduktory posiadały jedną z dwóch nastaw ciśnienia wyjściowego: 1,3 kPa albo 2,0 kPa.

Reduktor średniego ciśnienia powinien utrzymywać ciśnienie wyjściowe i zadeklarowany przez producenta znamionowy strumień objętości w zakresie ciśnień wejściowych od 10 kPa do 0,5 MPa.

W razie jego awarii, system bezpieczeństwa nie powinien dopuścić do przekroczenia dopuszczalnych

poziomów ciśnienia, uwzględniając tolerancje nastaw. System bezpieczeństwa podlega wpływom zarówno systemu średniego, jak i niskiego ciśnienia.

Reduktor, urządzenia bezpieczeństwa i filtr mogą być konstrukcyjnie połączone w jedno urządzenie, zwane także reduktorem domowym. Reduktor taki cechuje zwarta budowa oraz małe wymiary gabarytowe. Ułatwia to znalezienie odpowiedniego miejsca w budynku, nie pogarszając jego estetyki, a także usprawnia montaż.

Ciśnieniowy system bezpieczeństwa – w większości nowoczesnych rozwiązań jest wbudowany w regulator średniego ciśnienia. Jest to system, który zapobiega głównie przedostawaniu się gazu o wyższym ciśnieniu do instalacji gazowej.

Ciśnieniowy system bezpieczeństwa powinien działać automatycznie w taki sposób, aby w razie uszkodzenia systemu redukcyjnego nie dopuścić do przekroczenia dopuszczalnych poziomów ciśnienia w systemie wyjściowym (instalacji), uwzględniając tolerancje ustawienia. System ten nie powinien dopuszczać do nadmiernego wzrostu ciśnienia wyjściowego i ciśnienia między stopniami redukcji, gdy maksymalne ciśnienie robocze na wejściu do stacji przekracza maksymalne ciśnienie przypadkowe na wyjściu.

Urządzenia zabezpieczające wchodzące w skład ciśnieniowego systemu bezpieczeństwa mają zabezpie-

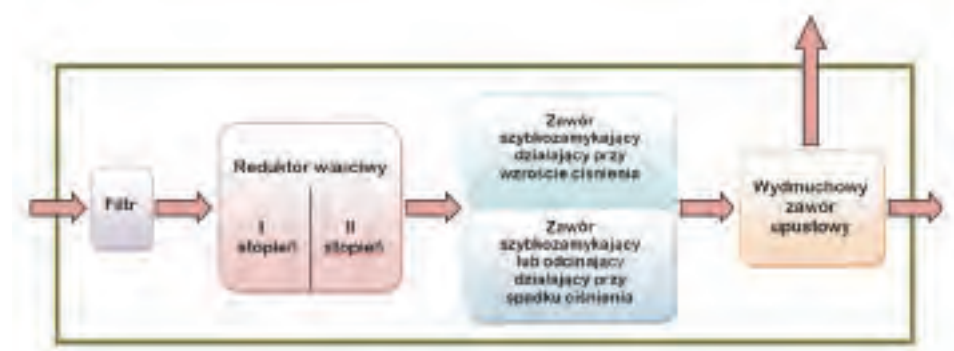
czać instalacje gazu po stronie ciśnienia zredukowanego i muszą zadziałać w przypadku nadmiernego wzrostu ciśnienia wyjściowego oraz nadmiernego spadku ciśnienia wyjściowego.

Na ciśnieniowy system bezpieczeństwa składają się urządzenia:

- zabezpieczające przed wzrostem ciśnienia (działające w kolejności):
 - a) wydmuchowy zawór upustowy,
 - b) zawór szybkozamykający,
- zabezpieczające przed spadkiem ciśnienia:
 - a) zawór szybkozamykający,
 - b) zawór odcinający.



Rys. 1. Schemat pracy reduktora



Rys. 2. Schemat blokowy reduktora

W czasie normalnej pracy reduktor utrzymuje na zadanym poziomie ciśnienie wylotowe, a wbudowane urządzenia zabezpieczające pozostają w stanie czuwania, tzn.:

- zawór upustowy jest zamknięty,
- zawór szybkozamykający jest otwarty.

Wydmuchowy zawór upustowy

Zawór ten, o przepustowości do 2% przepustowości maksymalnej reduktora, ma za zadanie odprowadzić nadmiar ciśnienia gazu z instalacji gazowej. Jego zadanie jest wystarczające, jeżeli w instalacji wystąpił niewielki wzrost ciśnienia. Wzrost ciśnienia w instalacji gazowej może wystąpić np. wskutek wzrostu temperatury gazu lub po nieszczelnym zamknięciu reduktora (niedomknięciu). Zadanie zaworu upustowego ma skorygować wzrost ciśnienia, bez konieczności uruchamiania zaworu szybkozamykającego.

Wbudowany w korpus upustowy zawór bezpieczeństwa działa na zasadzie równowagi siły sprężyny i oddziałującego na grzybek ciśnienia wyjściowego. W momencie zachwiania tej równowagi i przekroczenia ciśnienia nastawy, sprężyna ulega ściśnięciu, a zawór upustowy otwiera się i upuszcza do atmosfery niewielkie ilości gazu.

Zawór upustowy po zadziałaniu – zrzućeniu nadmiaru ciśnienia – samoczynnie wraca do pozycji czuwania. Najczęściej, po krótkotrwałym otwarciu zaworu i obniżeniu ciśnienia poniżej ciśnienia nastawy, zawór upustowy samoczynnie zamyka się, wracając do pozycji czuwania.

Zawór szybkozamykający

Szybkozamykający zawór bezpieczeństwa działa na zasadzie mechanizmu zapadkowego. Po przekroczeniu ciśnienia nastawy następuje zwolnienie mechanizmu blokującego i zawór zamyka się automatycznie. Otwarcie (powtórne uruchomienie) może nastąpić tylko przy udziale człowieka.

Ciśnienie zamknięcia zaworu szybkozamykającego powinno być większe od ciśnienia zadziałania wydmuchowego zaworu upustowego i mniejsze lub równe 2,5 MOP.

Zawór ten powinien zadziałać powyżej górnej granicy ciśnienia nastawy zaworu upustowego, jednak zanim ciśnienie osiągnie wartość 5 kPa – dla obu wykonawców reduktorów.

Zawór odcinający

Zawór odcinający, wbudowany w korpus reduktora, przy spadku ciśnienia zamyka przepływ gazu. W najnowszych rozwiązaniach konstrukcyjnych otwarcie zaworu może nastąpić samoczynnie, po odbudowie ciśnienia za reduktorem.

Spadek ciśnienia w instalacji może nastąpić wskutek awarii instalacji, awarii reduktora, ale także podczas uruchamiania odbiorników o dużym poborze gazu. Spowodowane jest to bezwładnością działania reduktora; gaz został pobrany z instalacji, a reduktor nie zdążył się otworzyć i uzupełnić niedoboru gazu. Następuje spadek ciśnienia, który może doprowadzić do zadziałania urządzenia bezpieczeństwa i odcięcia przepływu gazu.

Zasadą działania tego rozwiązania jest to, że w przypadku zaniku ciśnienia, w przyłączu gazu następuje spadek ciśnienia w instalacji i zadziałanie zaworu odcinającego. Mimo zamknięcia zaworu odcinającego, przez zawór przepływa gaz w ilości do 30 dm³/h. Sprawna wentylacja i zastosowanie w odbiornikach zabezpieczeń przeciwwypływowych uniemożliwia gromadzenie się gazu w pomieszczeniu, a ilość wypływającego gazu jest pod kontrolą.

Jeśli w przyłączu gaz pojawi się powtórnie, to przy zastosowaniu „zaworu odcinającego wielokrotnego samoczynnego otwarcia, działającego przy spadku ciśnienia wyjściowego lub zaniku gazu” następuje odbudowa ciśnienia, otwarcie tego zaworu i uruchomienie regulatora bez udziału personelu (przy zastosowaniu zaworu szybkozamykającego uruchomienie regulatora jest możliwe dopiero po interwencji obsługi).

Dopuszczenie do niewielkiego przecieku stało się możliwe w wyniku stałego postępu w konstrukcji odbiorników gazu (zabezpieczenia przeciwwypływowe) i przepisów dotyczących nadzoru nad instalacją (okresowe kontrole szczelności instalacji gazowych i sprawności ciągów wentylacyjnych).

Wybrane normy i przepisy prawne dotyczące reduktorów średniego ciśnienia

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 lipca 2001 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe (Dz.U.

z 2001 r. nr 97, poz. 1053), reduktorem (regulatorem) ciśnienia nazywa urządzenie zapewniające utrzymanie ciśnienia na określonym poziomie. Reduktor jest częścią

gazowej stacji redukcyjnej, w skład której wchodzi: przewód wejściowy i wyjściowy, armatura odcinająca i filtrująca, urządzenia regulacji ciśnienia paliwa gazowego, ciśnieniowy system bezpieczeństwa, urządzenia rejestrujące ciśnienie oraz systemy alarmowe.

Stację redukcyjną, o strumieniu objętości równym $60 \text{ m}^3/\text{h}$ lub mniejszym i ciśnieniu roboczym na wejściu od 10 kPa do 0,5 MPa włącznie, nazywamy punktem redukcyjnym.

Na podstawie Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 lipca 2001 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe, opracowano wymagania techniczne dla reduktorów domowych średniego ciśnienia, zwane Kryteriami Technicznymi.

Aktualne wymagania dla reduktorów domowych średniego ciśnienia określają **Kryteria Techniczne nr KT-28-96 wydanie 6, z 5 września 2006 r. Reduktory średniego ciśnienia. Wymagania i badania** – opracowane przez pracowników Biura Certyfikacji Wyrobów i Laboratorium Armatury Gazowniczej INiG w Krakowie i zatwierdzone przez Komitet Techniczny działający przy Biurze Certyfikacji Wyrobów INiG.

Zgodnie z aktualnymi kryteriami, reduktory domowe średniego ciśnienia powinny:

- posiadać zabezpieczenia przed wzrostem i spadkiem ciśnienia wylotowego (w postaci zaworów szybkozamykających, przy czym dopuszcza się stosowanie zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia wylotowego w postaci zaworu odcinającego),
- posiadać wydmuchowy zawór upustowy,
- posiadać filtr przeciwpylowy wykonany w wersji higroskopijnej.

Układy mechaniczne zaworów szybkozamykających powinny być niezależne od mechanizmu reduktora. Otwieranie zaworów szybkozamykających i odcinającego powinno być manualne, zabezpieczone przed przypadkowym zadziałaniem. Dopuszcza się automatyczne otwieranie zaworu odcinającego, z zastrzeżeniem, że otwarcie to uwarunkowane jest przywróceniem wartości ciśnienia wylotowego (w instalacji za reduktorem) strumieniem objętości gazu mniejszym lub równym $30 \text{ dm}^3/\text{h}$ według PN-EN 88-2:2007.

Wydmuchowy zawór upustowy może być częścią zespołu membrany reduktora. Wszelkie nastawy regulacyjne reduktora powinny być wykonane przez producenta i zabezpieczone przed samoczynną zmianą i niepowołaną ingerencją. Budowa reduktora powinna zapewniać łatwy dostęp do przyłączy instalacyjnych.

Ciśnienie wylotowe

Ciśnienie wylotowe, w zależności od wykonania fabrycznego, powinno wynosić $1,3^{\pm 0,15}$ kPa lub $2,0^{\pm 0,2}$ kPa – przy zakresie ciśnień wlotowych nie mniejszym niż 0,01-0,5 MPa i przy przepływie powietrza w granicach 10-100% deklarowanej (nominalnej) przepustowości reduktora. Ciśnienie wylotowe powinno być stabilne, bez wahań i wibracji oddziaływujących na sam reduktor lub podłączone instalacje.

Ciśnienie zamknięcia

Przy braku poboru gazu dopuszczalny jest wzrost ciśnienia wylotowego; o 0,15 kPa lub 0,3 kPa powyżej górnej granicy ciśnienia wylotowego, określonego wcześniej.

Wydmuchowy zawór upustowy

Ciśnienie zadziałania wydmuchowego zaworu upustowego powinno wynosić 1,5 MOP. Zaleca się nastawy:

- $2,2^{\pm 0,4}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- $3,3^{\pm 0,5}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

Przepustowość do 2% maksymalnej (nominalnej) przepustowości reduktora.

Zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia wylotowego

Ciśnienie zamknięcia zaworu szybkozamykającego powinno być większe od ciśnienia podanego odnośnie wydmuchowego zaworu upustowego i mniejsze lub równe 2,5 MOP. Zaleca się nastawy:

- $3,2^{\pm 0,4}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- $4,5^{\pm 0,5}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

Zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia wylotowego

Ciśnienie zamknięcia zaworu szybkozamykającego lub odcinającego powinno wynosić:

- $0,8^{\pm 0,3}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- $1,3^{\pm 0,3}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

PN-M-34511:1994 Gazociągi i instalacje gazownicze. Reduktory przepustowości do $60 \text{ m}^3/\text{h}$ na ciśnienie średnie. Wymagania i badania. Norma obejmuje wymagania i badania reduktorów do redukcji ciśnienia paliw gazowych według PN-87/C-96001, rozprowadzanych gazociągami o przepustowości nieprzekraczającej $60 \text{ m}^3/\text{h}$ pod ciśnieniem średnim. W tej normie nie ma określonych wymagań co do zaworu szybkozamykającego, ponieważ w momencie jej tworzenia nie produkowano reduktorów z takim zaworem, za to obejmuje zagadnienie wydmuchowego zaworu upustowego.

Ciśnienie wylotowe

Ciśnienie wylotowe w zależności od wykonania fabrycznego powinno wynosić: $1,3_{-0,1}^{+0,1}$ kPa lub $2,0_{-0,1}^{+0,1}$ kPa przy ciśnieniu dopływowym 0,05-0,4 MPa oraz przepływie gazu w granicach 10-100% przepływu nominalnego.

Ciśnienie zamknięcia

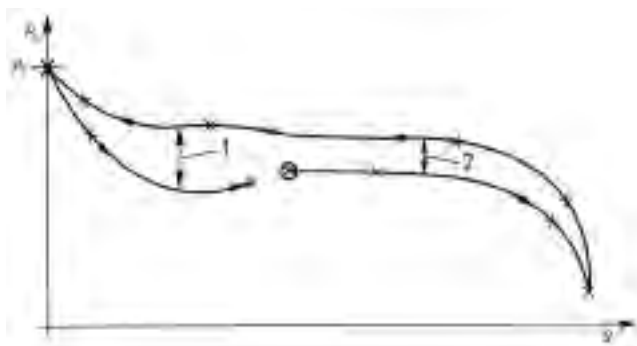
Przy braku poboru gazu dopuszczalny jest wzrost ciśnienia wylotowego o 0,2 kPa powyżej górnej granicy ciśnienia wylotowego, określonego wcześniej.

Wydmuchowy zawór upustowy

Ciśnienie otwarcia wydmuchowego zaworu upustowego powinno wynosić:

- 2,1-2,8 kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- 3,0-3,7 kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

Norma PN-EN 88-2:2007 Regulatory ciśnienia i związane z nimi urządzenia zabezpieczające do urządzeń gazowych. Część 2: Regulatory ciśnienia dla ciśnień wlotowych między 0,5 bar a 5 bar. W normie



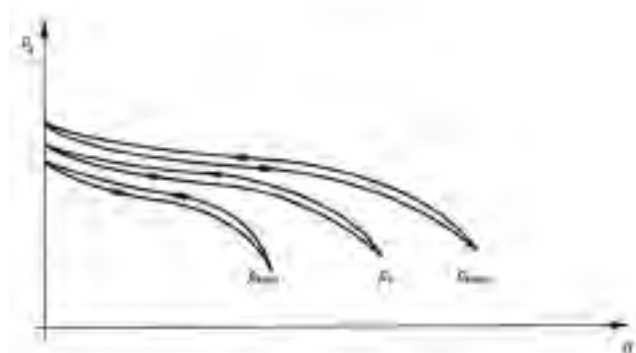
Rys. 3. Krzywa charakterystyk

1 – max pasmo histerazy, 2 – pasmo histerazy, O – nastawa początkowa, X – wartości zmierzone, Q – objętościowa wielkość przepływu, p_a – ciśnienie wylotowe

określono wymagania dotyczące bezpieczeństwa, konstrukcji i działania regulatorów ciśnienia przeznaczonych do palników gazowych i urządzeń spalających gaz. Podano procedury odpowiednich badań oraz informacje potrzebne dla nabywcy i użytkownika. Uwzględniono regulatory ciśnienia i związane z nimi urządzenia zabezpieczające, odpowiednie dla paliw gazowych z pierwszej, drugiej i trzeciej rodziny gazów oraz ciśnień wlotowych między 0,5 mbar a 5 bar. Podano terminologię zawierającą 76 terminów i ich definicji. Nie uwzględniono regulatorów podłączanych bezpośrednio do gazociągu rozdzielczego lub do zbiornika o ciśnieniu stosowanym w sieci dystrybucyjnej oraz takich, w których pomocniczo stosowana jest energia elektryczna.

Norma przedstawia graficzną prezentację kontrolowanych zmiennych, jako funkcje objętościowej wielkości przepływu – krzywa charakterystyki (rysunek 3).

Krzywa charakterystyki jest zdeterminowana przez wzrastający i malejący przepływ, przy stałym ciśnieniu wejściowym i stałych wartościach nominalnych kontrolowanych zmiennych.



Rys. 4. Rodzina krzywych charakterystyk dla każdej wartości ciśnienia wlotowego, określonego dla danej nastawy

p_e – ciśnienie wlotowe, $p_{e min}$ – dopuszczalne minimalne ciśnienie wlotowe, $p_{e max}$ – dopuszczalne maksymalne ciśnienie wlotowe

Klasy ciśnień wylotowych i nastaw urządzeń zabezpieczających reduktorów średniego ciśnienia stosowanych w Polsce

Klasy dokładności

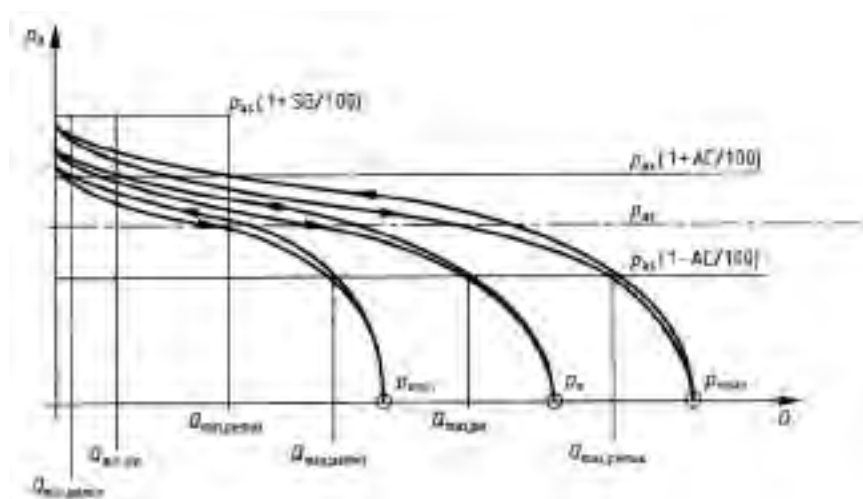
Utrzymanie nastawy na stałym poziomie nie jest możliwe ze względu na oddziaływanie zakłóceń, takich jak wahania ciśnienia wlotowego/wylotowego i zmiany natężenie przepływu (zarówno przed, jak i za reduktorem), a także bezwładności części ruchomych reduktora.

Dokładność – jest to średnia punktu nastawy, wyrażona w procentach z maksymalnej wartości dodatnich

i ujemnych odchyień, w obrębie zakresu działania. Klasą dokładności AC nazywa się maksymalną dopuszczalną wartość dokładności.

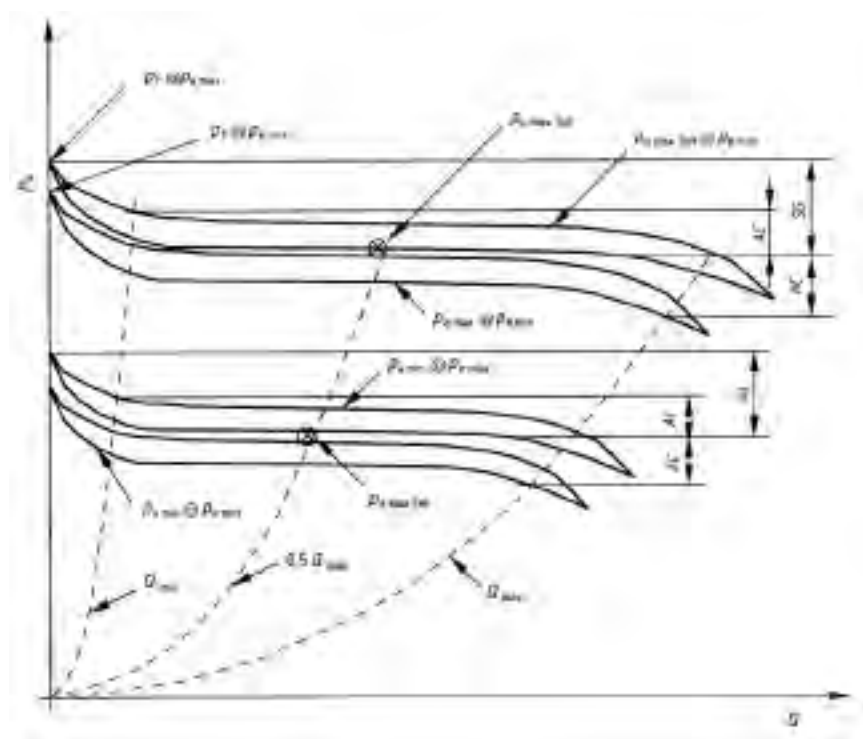
Klasa dokładności reduktora AC

Według PN-EN 88-2:2007 określenie klasy dokładności jest oparte na optymalnym „okrążeniu” każdej rodziny krzywych charakterystyk, przez pionowe i poziome linie ograniczające (rysunek 6).



Rys. 5. Rodzina krzywych charakterystyk wskazująca maksymalną dokładność wielkości przepływu i minimalną wielkość przepływu

AC – klasa dokładności, SG – klasa ciśnienia zamknięcia, Q_{max} – maksymalny przepływ, Q_{min} – minimalny przepływ, p_{as} – nastawa (punkt nastawy), $p_{e min}$ – dopuszczalne minimalne ciśnienie wlotowe, $p_{e max}$ – dopuszczalne maksymalne ciśnienie wlotowe, $p_{a max}$ – dopuszczalne maksymalne ciśnienie wylotowe, $p_{a min}$ – dopuszczalne minimalne ciśnienie wylotowe



Rys. 6. Krzywe charakterystyk

AC – klasa dokładności, SG – klasa ciśnienia zamknięcia, Q_{max} – maksymalny przepływ, Q_{min} – minimalny przepływ, p_f – ciśnienie zamknięcia, $p_{e min}$ – dopuszczalne minimalne ciśnienie wlotowe, $p_{e max}$ – dopuszczalne maksymalne ciśnienie wlotowe, $p_{a max}$ – dopuszczalne maksymalne ciśnienie wylotowe, $p_{a min}$ – dopuszczalne minimalne ciśnienie wylotowe

Na rysunku 6 przedstawiono rodziny krzywych charakterystyk z objętościową wielkością przepływu, ze skalą dziesiątą na osi odciętych i ciśnieniem wylotowym w skali logarytmicznej na osi rzędnych.

Reduktor powinien spełniać zadeklarowane wymagania dotyczące klasy dokładności, zgodnie z danymi zamieszczonymi w tabelcy 1.

Norma PN-EN 334:2008 przedstawia sześć klas dokładności reduktora, z czego trzy klasy (AC 5, 10 i 20) powielają się z klasami dokładności przedstawionymi dla PN-EN 88-2:2007.

Według kryteriów technicznych nastawy ciśnienia wyjściowego dla reduktorów średniego ciśnienia ustalono na poziomie dwóch wartości: $p_{as} = 1,3^{+0,15}$ kPa oraz $p_{as} = 2,0^{+0,2}$ kPa, przy zakresie ciśnień wejściowych nie mniejszym niż 0,01 kPa do 0,5 MPa i przy przepływie powietrza w granicach 10% do 100% przepustowości nominalnej. Z przeliczenia wielkości dopuszczalnego odchylenia ciśnienia wyjściowego określonego w kryteriach technicznych wynika, że wartości dopuszczalnych odchyłeń stanowią odpowiednio 11% i 10% ciśnienia nastawy p_{as} , co stanowi klasę ciśnienia odpowiednio AC 20 i AC 10.

Zgodnie z PN-M-34511:1994 nastawy ciśnienia wylotowego, w zależności od wykonania fabrycznego, powinny wynosić: $1,3^{+0,1}$ kPa lub $2,0^{+0,1}$ kPa. Z przeliczenia wielkości dopuszczalnego odchylenia ciśnienia wyjściowego wynika, że wartości dopuszczalnych odchyłeń stanowią odpowiednio 15% i 10% ciśnienia nastawy, co daje odpowiednio AC 20 i AC 10.

Klasa ciśnienia zamknięcia SG

Zgodnie z normą PN-EN 88-2:2007 ciśnienie zamknięcia powinno być mierzone dwa razy – po jednej i dwóch minutach od zamknięcia reduktora. Jeżeli producent deklaruje zdolność zamykania reduktora, ciśnienie wylotowe nie powinno przekraczać ciśnienia podanego w tabelcy 2.

Tablica 1. Klasa dokładności

Klasa dokładności	Dopuszczalne dodatnie i ujemne zmiany regulacji
AC 5	$\pm 5\%$ ^a
AC 10	$\pm 10\%$
AC 20	$\pm 20\%$
^a nie niższa niż ± 1 mbar UWAGA: Ten sam typ reduktora może mieć różne klasy dokładności, w zależności od zakresu nastaw i/lub zakresu ciśnienia wlotowego.	

Tablica 2. Klasa ciśnienia zamknięcia

Klasa ciśnienia w stanie zamknięcia	Dopuszczalne pozytywne zmiany w obrębie obszaru ciśnienia zamknięcia
SG 10	10% ^a
SG 20	20%
SG 30	30%
^a nie mniejsze niż 1 mbar UWAGA: Ten sam typ reduktora może mieć różne klasy ciśnienia w stanie zamknięcia, w zależności od określonego zakresu nastaw i/lub zakresu ciśnienia wlotowego.	

Norma PN-M-34511:1994 podaje sześć klas ciśnienia zamknięcia, z czego trzy klasy (SG 10, 20, 30)

Dokładność urządzeń zabezpieczających

Klasy dokładności odcinających (szybkoszamykających) zaworów bezpieczeństwa przy wzroście ciśnienia

Jeżeli producent deklaruje zdolność reduktora do zamykania, odchylenia dla ciśnienia samoczynnego wyłącznika powinny być takie jak podane w tablicy 3. Zmierzone wartości nastaw, obliczone z sześciu rzeczywistych wartości, powinny odpowiadać określonej klasie dokładności.

Ochrona przy wzroście ciśnienia powinna zacząć działać od ok. 80% ciśnienia samoczynnego wyłącznika ciśnienia; zwiększać ciśnienie przy wielkościach zmian nie większych niż 1,5% ciśnienia wyłącznika na sekundę, aż do zamknięcia się urządzenia bezpieczeństwa.

W przypadku samoczynnego wyłącznika ciśnienia ochrona przy spadku ciśnienia powinna zacząć się od ok. 120% ciśnienia zmniejszać ciśnienie przy wielkości zmian nie większych niż 1,5% ciśnienia wyłącznika na sekundę, aż do zamknięcia się urządzenia bezpieczeństwa.

powielają się z klasami dokładności przedstawionymi dla PN-EN 88-2:2007.

Według KT-28-96 wyd. 6 z 2006 roku, dopuszczalny wzrost ciśnienia po stronie wyjściowej nie powinien przekroczyć odpowiednio więcej niż 0,15 kPa lub 0,3 kPa powyżej górnej granicy ciśnienia wyjściowego p_{as} i nie powinien być wyższy:

- 1,6 kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- 2,5 kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

Zastosowane w kryteriach dopuszczalne odchylenie ciśnienia w strefie zamknięcia, po przeliczeniu na procentowe odchylenie od wartości ciśnienia nastawy p_{as} , wynosi: 23% dla ciśnienia wyjściowego 1,3 kPa i 25% dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa, co daje w obu przypadkach SG 30.

Według PN-M-34511:1994 dopuszczalny wzrost ciśnienia wylotowego nie powinien przekroczyć wartości 0,2 kPa powyżej górnej granicy ciśnienia wyjściowego oraz wartości:

- 1,8 kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- 2,5 kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

Po przeliczeniu na procenty, odchylenia od wartości nastaw wynoszą: 38% dla ciśnienia wyjściowego 1,3 kPa i 25% dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa, co daje w pierwszym przypadku SG 50, a w drugim SG 30.

Tablica 3. Klasy dokładności dla zaworów szybkoszamykających przy przekroczeniu ciśnienia

Klasa dokładności	Dopuszczalne odchylenia
AG 5	$\pm 5\%$ ^a
AG 10	$\pm 10\%$ ^a
AG 20	$\pm 20\%$ ^b
AG 30	$\pm 30\%$ ^b
^a lub 1 mbar, bez względu na to, który jest większy ^b tylko dla wartości nastaw ≤ 200 mbar UWAGA 1: Odcinające urządzenie bezpieczeństwa można dostosować do różnych grup dokładności, tak jak zakres nastaw czy zakres ciśnienia wlotowego. UWAGA 2: Przy niskich temperaturach dopuszczalne odchylenia dla zadeklarowanych grup dokładności mogą wzrosnąć, do wartości podanych w tablicy dla następnej grupy dokładności.	

Według KT-28-96 wyd. 6 z 2006 r. zaleca się, aby zamknięcie zaworu szybkoszamykającego, działającego przy wzroście ciśnienia, nastąpiło przy ciśnieniu:

- $p_{so} = 3,2^{\pm 0,4}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- $p_{so} = 4,5^{\pm 0,5}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

W przeliczeniu na procentowe odchylenie wynosi ona odpowiednio 12,5% i 11,1%, co daje w obu przypadkach klasę dokładności AG 20. Dla ciśnienia zamknięcia zaworu szybkozamykającego lub odcinającego, działającego przy spadku ciśnienia, kryteria wymagają, aby nastąpiło ono przy ciśnieniu:

- $p_{su} = 0,8^{\pm 0,3}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
 - $p_{su} = 1,3^{\pm 0,3}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa,
- co daje odpowiednio odchylenie 37,5% i 23,1%. W pierwszym przypadku przekracza ono najwyższą dopuszczalną klasę, a w drugim przypadku wynosi AG 30.

Zawór upustowy

Zgodnie z KT-28-96 wyd. 6 z 2006 r., ciśnienie nastawy zaworu powinno być ustawione wyżej niż

ciśnienie zamknięcia reduktora. Ciśnienie otwarcia p_{ao} i ciśnienie zamknięcia p_{af} powinno być równe lub większe niż ciśnienie w stanie zamknięcia.

Wielkość dopuszczalnego odchylenia ciśnienia, od ciśnienia nastawy zaworu upustowego, wyrażoną w wartościach bezwzględnych, można przeliczyć na procentowe odchylenie od ciśnienia nastawy. Zgodnie z kryteriami, nastawy zaworu upustowego wynoszą:

- $2,2^{\pm 0,4}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- $3,3^{\pm 0,5}$ kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

Według normy PN-M-34511:1994 ciśnienie otwarcia wydmuchowego zaworu upustowego powinno wynosić:

- 2,1-2,8 kPa dla ciśnienia wylotowego 1,3 kPa,
- 3,0-3,7 kPa dla ciśnienia wylotowego 2,0 kPa.

Badania reduktorów średniego ciśnienia przy zmiennych nastawach ciśnień wylotowych i urządzeń zabezpieczających

Przeprowadzono badania dwóch reduktorów średniego ciśnienia. Dzięki zastosowaniu specjalnych sprężyn, reduktory fabrycznie zostały nastawione na ciśnienie wylotowe 2,2 kPa i 2,5 kPa. Sprawdzono charakterystyki reduktorów oraz zadziałania urządzeń

zabezpieczających, tj.: zaworu upustowego, zaworu szybkozamykającego (przy wzroście ciśnienia wylotowego) i zaworu odcinającego (przy spadku ciśnienia wylotowego). Wyniki sprawdzeń ciśnienia wylotowego przedstawiono w tablicach 4 i 5.

Tablica 4. Charakterystyka reduktora
Reduktor nr 1 – ciśnienie wylotowe 2,2 kPa

Ciśnienie wlotowe [bar]	Przepływ [m ³ /h]	Ciśnienie wylotowe [kPa]
0,01	0	2,337
	0,29	2,052
1	0	2,430
	2	2,218
	4	2,247
	6	2,249
	8	2,260
	10	2,270
5	0	2,409
	2	2,226
	4	2,209
	6	2,214
	8	2,218
	10	2,240

Ciśnienie otwarcia zaworu wydmuchowego – 3,45 kPa.
Ciśnienie zamknięcia zaworu wydmuchowego – 3,30 kPa.
Ciśnienie zadziałania zaworu szybkozamykającego – 5,20 kPa.
Ciśnienie zadziałania zaworu odcinającego (spadek ciśnienia wylotowego) – 1,38 kPa.

Tablica 5. Charakterystyka reduktora
Reduktor nr 2 – ciśnienie wylotowe 2,5 kPa

Ciśnienie wlotowe [bar]	Przepływ [m ³ /h]	Ciśnienie wylotowe [kPa]
0,1	0	2,618
	0,31	2,236
1	0	2,763
	2	2,537
	4	2,518
	6	2,538
	8	2,557
	10	2,538
5	0	2,678
	2	2,514
	4	2,511
	6	2,503
	8	2,544
	10	2,544

Ciśnienie otwarcia zaworu wydmuchowego – 3,63 kPa.
Ciśnienie zamknięcia zaworu wydmuchowego – 3,82 kPa.
Ciśnienie zadziałania zaworu szybkozamykającego – 4,96 kPa.
Ciśnienie zadziałania zaworu odcinającego (spadek ciśnienia wylotowego) – 0,79 kPa.

Wyniki badań wykazały, że zarówno w przypadku ciśnienia wylotowego 2,2 kPa, jak i 2,5 kPa reduktor pracuje prawidłowo w całym zakresie przepływu nominalnego.

Jedyną niezgodność z wymaganiami zawartymi w kryteriach KT-28-96 wyd. 6 z 2006 r. to zbyt niskie

ciśnienie zadziałania zaworu odcinającego przy spadku ciśnienia wylotowego w reduktorze nr 2. Mimo tego, reduktor nr 1 (ciśnienie wylotowe 2,2 kPa) nie przeszedłby z wynikiem pozytywnym badań laboratoryjnych, a tym samym nie otrzymałby certyfikatu zgodności.

Określenie maksymalnych zmian ciśnienia wylotowego zgodnie z wymaganiami odbiorców i możliwościami producentów

W polskich dokumentach dotyczących wymagań i badań reduktorów przyjęto zasadę określania wielkości podstawowych ich parametrów, tj.: ciśnienia wylotowego i nastaw urządzeń zabezpieczających, poprzez podanie konkretnych wartości wraz z odchyleniami. Wartości te są różne w normie PN-M-34511:1994 i KT-28-96 wyd. 6 z 2006 r., co stwarza problemy przy badaniach reduktorów, a następnie przy interpretacji wyników.

Aktualnie nie powstała jeszcze norma przedmiotowa dla reduktorów średniego ciśnienia, od lat istnieje tylko projekt normy TC235/WG/W14 *Reduktory ciśnienia gazu i urządzenia bezpieczeństwa dla maksymalnego ciśnienia wlotowego ≤ 5 bar*, który ma być zharmonizowany z dyrektywą budowlaną. Jednocześnie klienci zgłaszają potrzeby nabywania reduktorów o ciśnieniach wylotowych przekraczających dopuszczalne wartości 2,0 kPa. Najczęściej wymaga się od producentów nastaw 2,2 kPa, a zdarzają się również zamówienia na reduktory o ciśnieniu wylotowym 2,5 kPa.

Dostępne normy dotyczące reduktorów, tj. PN-EN 334:2008 *Reduktory ciśnienia gazu dla ciśnień wejściowych do 100 bar* i PN-EN 88-2:2007 *Regulatory ciśnienia i związane z nimi urządzenia zabezpieczające do urządzeń gazowych. Część 2: Regulatory ciśnienia dla ciśnień wlotowych między 0,5 bar a 5 bar* – nie podają cyfrowych wartości ciśnień wylotowych, a tylko

klasy dokładności AC. Producent w tym momencie, w zależności od zamówienia, może w ramach konstrukcji reduktora, poprzez zastosowanie różnych sprężyn ustawić ciśnienie wylotowe, przy założeniu spełnienia określonej klasy dokładności.

Określenie charakterystyki takiego reduktora powinno sprowadzać się do sprawdzenia zależności podanego przez producenta ciśnienia wylotowego od przepływu, przy stałym ciśnieniu wlotowym. Wynik badania byłby pozytywny, gdyby wahania ciśnienia wylotowego mieściły się w określonej przez producenta klasie dokładności AC. W taki sposób w Instytucie Nafty i Gazu przez wiele lat prowadzono badania reduktorów przeznaczonych do montażu w stacjach redukcyjnych. Fakt, że reduktory średniego ciśnienia mogą dawać różne ciśnienia wylotowe przy zachowaniu prawidłowej pracy, potwierdziły badania reduktorów. W badanych reduktorach, poprzez zastosowanie różnych sprężyn osiągnięto różne wartości ciśnień wylotowych przy zachowaniu tej samej klasy dokładności, tj. AC 10.

Reasumując, określenie maksymalnego ciśnienia wylotowego powinno należeć do producenta, w zależności od zamówień i wymagań klientów. Jednostki badawcze poprzez badania laboratoryjne powinny sprawdzać prawidłowość pracy reduktorów na zgodność z podanymi klasami dokładności i klasami zamknięcia.

Wnioski

Analiza norm europejskich i przepisów wykazała, że obecnie zrezygnowano z podawania dla reduktorów wartości cyfrowej ciśnienia wylotowego. Zastępuje się ją powszechnie poprzez określenie klasy dokładności AC. Producent, w zależności od wymagań klientów, za pomocą odpowiedniej sprężyny ustawia ciśnienie wylotowe i podaje klasę dokładności.

Rola jednostek badawczych sprowadza się do sprawdzenia, czy charakterystyki badanych reduktorów mieszczą się w wymaganym obszarze oraz oczywiście do sprawdzenia urządzeń zabezpieczających.

Badania reduktorów wykazały, że istnieje możliwość ustawienia różnych ciśnień wylotowych, przy zachowaniu poprawnej pracy reduktorów.

Recenzent: doc. dr inż. Andrzej Froński

Literatura

- [1] Bąkowski K.: *Sieci i instalacje gazowe*. Wyd. 3, Warszawa 2007.
- [2] Dzierżyński T.: *Gazownictwo i ciepłownictwo*. Warszawa 1996.
- [3] Kryteria Techniczne nr KT-28-96 wydanie 6 z 5.09.2006 r. *Reduktory (regulatory) średniego ciśnienia. Wymagania i badania*.
- [4] PN-M-34511:1994 *Gazociągi i instalacje gazownicze. Reduktory o przepustowości do 60 m³/h na ciśnienie średnie. Wymagania i badania*.
- [5] PN-EN 88-2:2007 *Regulatory ciśnienia i związane z nimi urządzenia zabezpieczające do urządzeń gazowych. Część 2: Regulatory ciśnienia dla ciśnień wlotowych między 0,5 bar a 5 bar*.
- [6] PN-EN 334:2008 *Reduktory ciśnienia gazu dla ciśnień wejściowych do 100 bar*.
- [7] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30.07.2001 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe. (Dz.U. z 2001 r. nr 97, poz. 1053).
- [8] ZN-G-4120 *System dostawy gazu. Stacje gazowe. Wymagania ogólne*.
- [9] ZN-G-4121 *System dostawy gazu. Stacje gazowe w przesyle i dystrybucji. Wymagania*.
- [10] ZN-G-4122 *System dostawy gazu. Instalacje redukcji ciśnienia gazu na przyłączach. Wymagania*.



Mgr inż. Agnieszka RAŻNA – absolwentka Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Pracownik Laboratorium badań Armatury Gazowniczej INiG. Zajmuje się tematyką związaną z badaniem armatury sanitarnej.



ZAKŁAD PRZESYŁU I DYSTRYBUCJI GAZU

Kierownik: dr inż. Aleksander Klupa

31-855 Kraków, ul. Bagrowa 1 tel.: +48 012 653 25 12 wew. 141

OFERUJEMY:

- badania laboratoryjne rur, kształtek, armatury z tworzyw sztucznych oraz armatury metalowej i powłok antykorozyjnych, prowadzone w akredytowanych laboratoriach dla potrzeb certyfikacji i aprobat technicznych,
- ocenę stopnia zagrożenia korozyjnego gazociągów stalowych oraz ocena stanu technicznego izolacji gazociągów stalowych metodami bezwykopowymi,
- badania laboratoryjne metalowej armatury odcinającej do systemów i instalacji wodociągowych, baterii metalowych, natrysków i przewodów natryskowych,
- ocenę efektywności metod rekonstrukcji sieci dystrybucyjnych gazu,
- udział w opracowywaniu projektów przepisów związanych z budową i użytkowaniem sieci gazowych,
- opracowywaniem lub opiniowaniem projektów norm dotyczących sieci i instalacji gazowych,
- badania z zakresu współpracy ośrodka gruntowego z siecią gazową na terenach górniczych,
- prowadzenie specjalistycznego szkolenia kadr, głównie w zakresie budowy sieci gazowych na terenach górniczych,
- wspomaganie przemysłu we wdrażaniu nowych rozwiązań technicznych oraz opracowanie ekspertyz i analiz.

INSTYTUT NAFTY I GAZU
 ul. Łubicki 25 A, 31-503 Kraków
 tel.: +48 12 421 00 33 fax: +48 12 430 38 05
 www.ing.pl office@ing.pl

REGON 142075486, KRS 000023132, NIP 6540041417

