

Wpływ maksymalnej i minimalnej temperatury otoczenia na pracę urządzeń zabezpieczających w reduktorach średniego ciśnienia o przepustowości do 60 m³/h

The impact of maximum and minimum ambient temperature on the operation of the safety devices in medium pressure regulators with a capacity of up to 60 m³/h

Dariusz Osika

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

STRESZCZENIE: W artykule przedstawiono wpływ minimalnej i maksymalnej temperatury otoczenia deklarowanej przez producenta na pracę urządzeń zabezpieczających w reduktorach średniego ciśnienia o przepustowości do 60 m³/h. Opisano zasadę działania reduktorów średniego ciśnienia, które służą do obniżania ciśnienia roboczego od 10 kPa do 0,5 MPa na wejściu do ciśnienia wyjściowego na poziomie 1,3 kPa lub 2,0 kPa w zależności od wymaganego ciśnienia gazu w instalacji. Scharakteryzowano metody badawcze, które zostały wybrane w celu sprawdzenia działania urządzeń zabezpieczających w minimalnej i maksymalnej temperaturze otoczenia. Opisano również wymagania w stosunku do urządzeń zabezpieczających. Przedstawiono fabryczne nastawy oraz temperatury robocze reduktorów średniego ciśnienia wytypowanych do badań. Na wybranych próbkach przeprowadzono badania trwałościowe w minimalnej i maksymalnej temperaturze otoczenia. Po każdym badaniu trwałości dokonano sprawdzenia urządzeń zabezpieczających, tj.:

- zaworu upustowego, który powinien zadziałać w zakresie ciśnień:
 - 2,2^{±0,4} kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 1,3 kPa,
 - 3,3^{±0,5} kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 2,0 kPa;
- zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia, które powinno zadziałać w zakresie ciśnień:
 - 3,2^{±0,4} kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 1,3 kPa,
 - 4,5^{±0,5} kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 2,0 kPa;
- zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia, które powinno zadziałać w zakresie ciśnień:
 - 0,8^{±0,3} kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 1,3 kPa,
 - 1,3^{±0,3} kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 2,0 kPa;

oraz sprawdzono szczelność wewnętrzną i ciśnienie zamknięcia, którego wartość powinna być ≤2,5 kPa o ciśnieniu wyjściowym 2,0 kPa. Badania laboratoryjne wykonano na stanowisku do badań reduktorów średniego ciśnienia w Laboratorium Badań Armatury i Techniki Eksploatacji Gazociągów w INiG – PIB. Po badaniach przedstawiono i omówiono wyniki.

Słowa kluczowe: reduktor średniego ciśnienia, temperatura, zabezpieczenie.

ABSTRACT: This article presents the experimental results of the impact of the minimum and maximum ambient temperature declared by the manufacturer on the operation of safety devices in medium pressure regulators with a capacity of up to 60 m³/h. The article describes the principle of operation of medium pressure regulators that are used to reduce the pressure in the device from 10 kPa to 0.5 MPa at the inlet to the outlet pressure of 1.3 kPa or 2.0 kPa depending on the value of gas pressure in installation. Selected testing methods aimed at checking the operation of safety devices at the minimum and maximum ambient temperatures have been characterized. The requirements for safety devices, as well as factory settings and the working temperature of medium pressure regulators selected for testing are described. Durability tests at minimum and maximum ambient temperature were carried out on selected samples. After each period of durability testing, safety devices have been checked, i.e.:

- the bleed valve which should operate in the pressure range:
 - 2.2^{±0.4} kPa for a pressure regulator with an outlet pressure of 1.3 kPa,
 - 3.3^{±0.5} kPa for a pressure regulator with an outlet pressure of 2.0 kPa;
- protection against pressure increase, which should work in the pressure range:

Autor do korespondencji: D. Osika, e-mail: dariusz.osika@inig.pl

Artykuł nadesłano do Redakcji: 08.04.2020 r. Zatwierdzono do druku: 17.09.2020 r.

- $3.2^{\pm 0.4}$ kPa for a pressure regulator with an outlet pressure of 1.3 kPa,
 - $4.5^{\pm 0.5}$ kPa for a pressure regulator with an outlet pressure of 2.0 kPa;
 - protection against pressure drop that should work in the pressure range
 - $0.8^{\pm 0.3}$ kPa for a pressure regulator with an outlet pressure of 1.3 kPa,
 - $1.3^{\pm 0.3}$ kPa for a pressure regulator with an outlet pressure of 2.0 kPa;
- and internal tightness and closing pressure (the value of which should be ≤ 2.5 kPa for a regulator with an outlet pressure of 2.0 kPa) were checked.

The laboratory tests were carried out on a test stand for medium pressure regulators in the Laboratory of Research Fittings and Operational Techniques for Pipelines at INiG – PIB. The results obtained in the tests were presented and discussed.

Key words: medium pressure regulator, temperature, protection.

Wprowadzenie

Reduktory średniego ciśnienia są instalowane w szrankach gazowych zlokalizowanych przeważnie na granicy posesji lub na zewnątrz budynków mieszkalnych. Poddawane są one działaniu niskich temperatur zimą, wysokich temperatur latem oraz zmiennych czynników atmosferycznych. Zmiany temperatury w szrankach gazowych oddziałujące na elementy w nich umieszczone szczegółowo opisano w publikacjach: Jaworskiego (1999, 2004), Wagner-Staszewskiej i Jaworskiego (2001), Wagner-Staszewskiej et al. (2007), Kułagi i Jaworskiego (2016), Dudka i Jaworskiego (2017), Matusika i Jaworskiego (2017), Jaworskiego i Gacka (2018), natomiast wyniki badań reduktorów eksploatowanych od 13 do 25 lat w zmiennych warunkach klimatycznych występujących w Polsce przedstawiono w publikacji Wiśniowicza (2013).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 nr 75, poz. 690), instalacja gazowa w budynku powinna zapewniać doprowadzenie paliwa gazowego w ilości odpowiadającej potrzebom użytkowym oraz odpowiednią wartość ciśnienia przed urządzeniami gazowymi, które nie powinno być wyższe niż 5 kPa. W tym celu stosuje się reduktory średniego ciśnienia, które służą do obniżania ciśnienia roboczego od 10 kPa do 0,5 MPa na wejściu do ciśnienia wyjściowego na poziomie 1,3 kPa lub 2,0 kPa. Najczęściej można spotkać reduktory o ciśnieniu wyjściowym 2,0 kPa.

Utrzymywanie ciśnienia wyjściowego na stałym poziomie gwarantuje bezpieczną pracę domowej instalacji gazowej wraz z urządzeniami spalającymi paliwa gazowe (Wojtowicz, 2012; Wiśniowicz, 2015).

Regulacja ciśnienia jest realizowana w zależności od budowy reduktora jedno- lub dwustopniowo. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest regulacja dwustopniowa. Reduktor o takiej konstrukcji posiada dwa stopnie rozprężania gazu, pierwszy stopień rozprężania odbywa się w komorze średniego ciśnienia. Drugi stopień rozprężania gazu następuje w komorze niskiego ciśnienia. Reduktory dwustopniowe znalazły szersze zastosowanie, ponieważ cechuje je stabilniejsza praca

oraz utrzymywanie stałego ciśnienia wyjściowego przy zmieniającym się poborze gazu.

Przy braku poboru gazu dopuszczalny jest wzrost ciśnienia wyjściowego (zamknięcia):

- do 1,65 kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym $1,3^{\pm 0.2}$ kPa;
- do 2,5 kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym $2,0^{\pm 0.2}$ kPa.

Sprawdzenie ciśnienia zamknięcia wykonuje się przy zamkniętym i otwartym reduktorze oraz maksymalnym ciśnieniu wyjściowym. Wynik badania uznaje się za pozytywny, gdy w czasie 10 min nie zaobserwuje się narastania ciśnienia na manometrze podłączonym do przyłącza instalacyjnego wyjściowego.

Oprócz regulacji ciśnienia wyjściowego reduktor posiada również urządzenia zabezpieczające użytkownika instalacji niskiego ciśnienia przed wzrostem lub spadkiem ciśnienia wyjściowego.

W skład urządzeń zabezpieczających wchodzi:

- wydmuchowy zawór upustowy;
- zabezpieczenie przed wzrostem ciśnienia wylotowego;
- zabezpieczenie przed spadkiem ciśnienia wylotowego.

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

- wydmuchowy zawór upustowy jest zamknięty;
- zawór szybkozamykający jest otwarty (Rażna, 2009).

Wydmuchowy zawór upustowy jest wbudowany w korpus i ma za zadanie odprowadzić nadmiar gazu, jeżeli w instalacji wystąpi wzrost ciśnienia wyjściowego powyżej:

- $2,2^{\pm 0.4}$ kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 1,3 kPa;
- $3,3^{\pm 0.5}$ kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 2,0 kPa.

Wzrost może być spowodowany podniesieniem temperatury lub nagłym zanikiem poboru gazu w instalacji gazowej, a jego działanie jest oparte na zasadzie równowagi siły sprężyny i oddziałuje na grzybek ciśnienia wyjściowego. W momencie wzrostu ciśnienia gazu na wylocie ponad ciśnienie nastawy sprężyna ulega ściśnięciu, a zawór upustowy otwiera się, powodując upuszczenie gazu do atmosfery w ilościach nie większych niż 2% wydajności reduktora. Po obniżeniu ciśnienia do wymaganego poziomu zawór samoczynnie się zamyka.

Sprawdzenia wydmuchowego zaworu upustowego dokonuje się poprzez doprowadzenie do króćca wyjściowego powietrza o wartości ciśnienia równej wartości ciśnienia wylotowego badanego reduktora. Otwór wypływowi zaworu należy połączyć z miernikiem przepływu. Ciśnienie należy stopniowo zwiększać, sprawdzając jego wartość w chwili otwarcia zaworu.

Zabezpieczenie przed wzrostem ciśnienia wyjściowego powyżej:

- $3,2^{±0,4}$ kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 1,3 kPa;
- $4,5^{±0,5}$ kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 2,0 kPa

jest realizowane poprzez zawór szybkozamykający. Wzrost ciśnienia w instalacji może nastąpić w wyniku awarii reduktora. Zawór ten pracuje w pozycji otwartej na zasadzie mechanizmu zapadkowego i ma za zadanie natychmiastowe zamknięcie przepływu gazu w momencie nadmiernego wzrostu lub spadku ciśnienia gazu za reduktorem. Ciśnienie zamknięcia zaworu szybkozamykającego powinno być większe od ciśnienia zadziałania wydmuchowego zaworu upustowego. Powtórne uruchomienie reduktora może nastąpić tylko po ingerencji człowieka.

Działanie zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia wyjściowego sprawdza się poprzez uruchomienie reduktora, zasilając go ciśnieniem o wartości 0,5 MPa. Na króćcu wyjściowym należy zamknąć przepływ i doprowadzić powietrze pod ciśnieniem równym wartości ciśnienia wylotowego badanego reduktora. Wydmuchowy zawór upustowy należy zaślepić, a następnie doprowadzić do króćca wyjściowego powietrze, którego ciśnienie będzie się zwiększać aż do momentu zadziałania zaworu.

Zabezpieczenie przed spadkiem ciśnienia wyjściowego poniżej poziomu:

- $0,8^{±0,3}$ kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 1,3 kPa;
- $1,3^{±0,3}$ kPa dla reduktora o ciśnieniu wyjściowym 2,0 kPa

jest realizowane poprzez zawór szybkozamykający lub odcinający. Spadek ciśnienia wyjściowego może być spowodowany rozszczelnieniem instalacji, awarią reduktora, ale także uruchomieniem odbiorników o dużym poborze gazu powyżej maksymalnej przepustowości reduktora. Zawór działa również przy zaniku ciśnienia wejściowego. Spadek ciśnienia w sieci powoduje spadek ciśnienia w instalacji, zadziałanie zaworu odcinającego i wyłączenie reduktora (Osika i Żurek, 2016).

Ponowne uruchomienie reduktora może być wykonane w sposób manualny, aby zabezpieczyć się przed przypadkowym zadziałaniem zaworu odcinającego. Dopuszcza się również automatyczne otwarcie zaworu odcinającego z zastrzeżeniem, że załączenie zaworu uwarunkowane jest przywróceniem wartości ciśnienia wyjściowego strumieniem objętości gazu nie większym niż $30 \text{ dm}^3/\text{h}$.

Działanie zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia sprawdza się w przypadku reduktora wyposażonego w zawór manualny. Należy uruchomić reduktor, zasilając go ciśnieniem o wartości 0,5 MPa, a do króćca przyłączeniowego wyjściowego przyłączyć manometr. Zmniejszając ciśnienie zasilania do wartości 10–50 kPa, należy utrzymać przepływ powietrza. Zamknięcie zasilania pozwala uzyskać powolny spadek ciśnienia wyjściowego aż do momentu zadziałania zaworu.

Kolejnym wymaganiem, jakie powinny spełnić reduktory, jest ich trwałość. Zgodnie z Zaleceniami Aprobacyjnymi AT Zał. Nr 122/13 wydanie I/2013 stosowanymi do 31 grudnia 2016 r. w procesach aprobacyjnych podczas badań trwałościowych – reduktor poddawano 25 000 cykli zadziałania (otwarcia i zamknięcia) w temperaturze nie niższej niż 60°C i 25 000 cykli w temperaturze nie wyższej niż -20°C . Po wykonaniu łącznie 50 000 cykli reduktor powinien zachować szczelność zewnętrzną i wewnętrzną, a ciśnienie zamknięcia i ciśnienie wyjściowe powinny mieścić się w wymaganym zakresie. Nie było natomiast wymagane sprawdzenie działania urządzeń zabezpieczających po badaniach trwałościowych. Poprawność działania urządzeń zabezpieczających sprawdzano wyłącznie w temperaturze pokojowej przed badaniami trwałościowymi. Analogiczne wymagania stosuje się obecnie w postępowaniach w celu wydania krajowej oceny technicznej. Ze względu na funkcję, jaką pełnią urządzenia zabezpieczające, które mają chronić instalację gazową przed nadmiernym wzrostem w niej ciśnienia, w ramach działalności statutowej INiG – PIB w roku 2017 zrealizowano pracę pt. *Wpływ maksymalnej i minimalnej temperatury pracy na poprawność działania urządzeń zabezpieczających w reduktorach średniego ciśnienia o przepustowości do $60 \text{ m}^3/\text{h}$.*

Program badań

Program badań obejmował sprawdzanie:

- szczelności wewnętrznej i ciśnienia zamknięcia w temperaturze $20^{±5}\text{C}$;
- wydmuchowego zaworu upustowego w temperaturze $20^{±5}\text{C}$;
- zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia wyjściowego (zaworu szybkozamykającego) w temperaturze $20^{±5}\text{C}$;
- zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia wyjściowego w temperaturze $20^{±5}\text{C}$;

Po wykonaniu 25 000 cykli zadziałania reduktora w minimalnej temperaturze otoczenia -30°C lub -40°C , w zależności od deklaracji producenta, sprawdzono w tej samej temperaturze:

- szczelność wewnętrzną i ciśnienie zamknięcia;
- działanie zaworu upustowego;

Tabela 1. Wymagania i badania reduktorów średniego ciśnienia o przepustowości do 60 m³/h według AT Zał. 122 wyd. 1/2013 + aneks 1/2014

Table 1. Requirements and tests of medium pressure regulators with a capacity of up to 60 m³/h according to AT appx. 122 ed. 1/2013 + annex 1/2014

Badana właściwość wyrobu	Wymagania według AT Zał. 122 wyd. 1/2013 + aneks 1/2014	Badanie według
Szczelność wewnętrzna i ciśnienie zamknięcia	p. 5.2.2 ≤1,6 kPa dla ciśnienia wyjściowego 1,3 kPa ≤2,5 kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	AT Zał. 122 wyd. 1/2013 + aneks 1/2014 p. 9.6
Działanie wydmuchowego zaworu upustowego	p. 5.2.4 2,2 ^{±0,4} kPa dla ciśnienia wyjściowego 1,3 kPa 3,3 ^{±0,5} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	AT Zał. 122 wyd. 1/2013 + aneks 1/2014 p. 9.8
Zabezpieczenie przed wzrostem ciśnienia wyjściowego	p. 5.2.5 3,2 ^{±0,4} kPa dla ciśnienia wyjściowego 1,3 kPa 4,5 ^{±0,5} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	AT Zał. 122 wyd. 1/2013 + aneks 1/2014 p. 9.8.1
Zabezpieczenie przed spadkiem ciśnienia wyjściowego	p. 5.2.6 0,8 ^{±0,3} kPa dla ciśnienia wyjściowego 1,3 kPa 1,3 ^{±0,3} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	AT Zał. 122 wyd. 1/2013 + aneks 1/2014 p. 9.9

Tabela 2. Parametry pracy reduktorów średniego ciśnienia będących przedmiotem badań

Table 2. Working parameters of medium pressure reducers being the subject of tests

Reduktor nr	Przepustowość nominalna	Zakres temperatur otoczenia deklarowanych przez producenta	Ciśnienie wlotowe	Ciśnienie wylotowe	Ciśnienie zadziałania zaworu upustowego	Ciśnienie zadziałania zabezpieczenia przy wzroście ciśnienia	Ciśnienie zadziałania zabezpieczenia przy spadku ciśnienia
	[m ³ /h]						
1	10	od -40 do +60	0,5	2,0 ^{±0,2}	3,3 ^{±0,5}	4,5 ^{±0,5}	1,3 ^{±0,3}
2	10	od -30 do +60			3,3 ^{±0,5}	4,5 ^{±0,5}	1,3 ^{±0,3}
3	10	od -40 do +60			3,3 ^{±0,5}	4,5 ^{±0,5}	1,3 ^{±0,3}

- działanie zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia wyjściowego;
- działanie zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia wyjściowego.

Analogicznie badania powtórzono dla maksymalnej temperatury otoczenia +60°C deklarowanej przez producenta.

W tabeli 1 przedstawiono wymagania oraz badania według wytycznych zaleceń aprobacyjnych, które obowiązywały podczas typowania próbek do badań.

Do badań laboratoryjnych wytypowano nowe reduktory średniego ciśnienia trzech różnych producentów, które są najczęściej stosowane u odbiorców gazu w Polsce. Parametry pracy tych reduktorów zestawiono w tabeli 2.

Badania laboratoryjne

W Instytucie Nafty i Gazu – Państwowym Instytucie Badawczym od wielu lat prowadzi się badania pod kątem wpływu warunków środowiskowych oraz oddziaływania mieszanin

gazowych na pracę gazomierzy (Jaworski, 2004; Wagner-Staszewska et al., 2007; Kułaga i Jaworski, 2016; Dudek i Jaworski, 2017; Jaworski et al., 2019, 2020) oraz reduktorów średniego ciśnienia (Wiśniowicz, 2013).

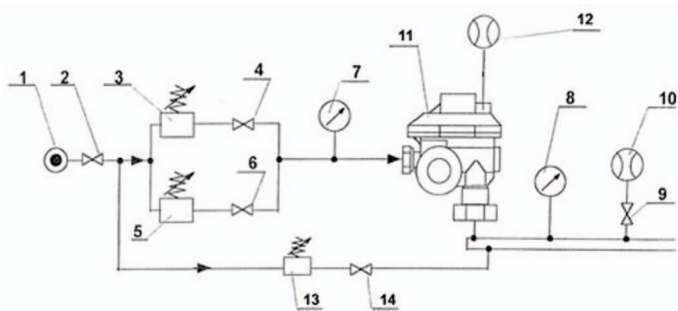
W 2017 roku w ramach działalności statutowej INiG – PIB analizowano wpływ maksymalnej i minimalnej temperatury pracy na działanie urządzeń zabezpieczających w reduktorach średniego ciśnienia.

Badania laboratoryjne wykonano na stanowisku do badań reduktorów średniego ciśnienia (rys. 1) w Laboratorium Badań Armatury i Technik Eksploatacji Gazociągów w INiG – PIB.

Dla zapewnienia odpowiednich warunków środowiskowych badany reduktor umieszczany był w komorze klimatycznej. Badania na wytypowanych próbkach przeprowadzono w skrajnych temperaturach otoczenia, które zostały zadeklarowane przez producentów.

Badania trwałości przeprowadzono dla różnych strumieni objętości powietrza. W celu wyeliminowania wpływu wilgoci na działanie badanych reduktorów, punkt rosy przepływającego powietrza wynosił -45^{±5}C.

Wyniki badań



Rys. 1. Schemat stanowiska do badania reduktorów średniego ciśnienia; 1 – źródło zasilania stanowiska, 2 – zawór kulowy (odcinający), 3 – zawór elektromagnetyczny proporcjonalny typu 2834, 4 – zawór pneumatyczny skośny typu 2000, 5 – regulator ciśnienia w przepływie dla zaworów elektromagnetycznych i proporcjonalnych typu 8624 i 1077-6, 6 – zawór elektromagnetyczny proporcjonalny, serwowspomagany z elektroniką sterującą typu 6223, 7 – przetwornik ciśnienia typu 8323, 0–6 bar, 8 – przetwornik ciśnienia, 9 – zawór regulacyjny skośny, sterowany pneumatycznie typu 2632, 10 – gazomierz rotorowy G65, 11 – badany reduktor, 12 – kalibrator nieszczelności i przepływu, 13 – zawór elektromagnetyczny proporcjonalny typu 6022, 14 – zawór elektromagnetyczny proporcjonalny bezpośredniego działania z elektroniką sterującą typu 6023

Fig. 1. Diagram of the test stand for medium pressure regulators; 1 – power source of the position, 2 – ball valve (shut-off), 3 – proportional solenoid valve type 2834, 4 – slanted pneumatic valve type 2000, 5 – flow pressure regulator for solenoid and proportional valves type 8624 and 1077-6, 6 – proportional, servo-assisted solenoid valve with control electronics type 6223, 7 – pressure transmitter type 8323, 0-6 bar, 8 – pressure transmitter, 9 – slope control valve, pneumatically operated, type 2632, 10 – rotary gas meter G65, 11 – tested reducer, 12 – leak and flow calibrator, 13 – proportional solenoid valve type 6022, 14 – direct acting proportional solenoid valve with control electronics type 6023

Prowadząc badania, sprawdzono wpływ skrajnych temperatur otoczenia na pracę urządzeń zabezpieczających zamontowanych w reduktorach średniego ciśnienia. W pierwszej kolejności przed badaniami trwałości wykonano badania w temperaturze $+20^{±5}°C$ w celu sprawdzenia działania urządzeń zabezpieczających oraz szczelności wewnętrznej i ciśnienia zamknięcia, których wyniki zamieszczono w tabeli 3. W tabelach 4 i 5 zestawiono wyniki badań reduktorów poddanych wcześniej badaniom trwałości odpowiednio w maksymalnej i minimalnej temperaturze otoczenia deklarowanej przez producenta.

Analiza wyników

Z analizy wyników badań przeprowadzonych w temperaturze $+20°C$ oraz po badaniu trwałości w skrajnych temperaturach otoczenia deklarowanych przez producentów (od $-30°C$ do $60°C$ lub od $-40°C$ do $60°C$ – w zależności od deklaracji) dało się zauważyć, że:

- w maksymalnej temperaturze otoczenia w porównaniu do temperatury $+20°C$ w jednym przypadku nastąpił wzrost ciśnienia wyjściowego przy braku poboru gazu przewyższający dopuszczalny poziom 2,5 kPa;
- w minimalnej temperaturze otoczenia w dwóch przypadkach zauważono znaczny wzrost ciśnienia wyjściowego przy braku poboru gazu powyżej dopuszczalnego poziomu 2,5 kPa, co przyczyniło się w jednym przypadku do zadziałania wydmuchowego zaworu upustowego. W jednym przypadku nie zadziałał wydmuchowy zawór upustowy. Zabezpieczenia przed wzrostem oraz spadkiem ciśnienia wyjściowego we wszystkich przypadkach nie działały poprawnie.

Tabela 3. Wyniki badań reduktorów w temperaturze $+20^{±5}°C$

Table 3. Test results of reducers at $+20^{±5}°C$

Badana właściwość	Wymaganie według AT Zał. Nr 122/13 wyd. 1/2013	Badanie według AT Zał. Nr 122/13 wyd. 1/2013	Wyniki pomiarów [kPa]		
			reduktor nr		
			1	2	3
Sprawdzenie szczelności wewnętrznej i ciśnienia zamknięcia	przy braku poboru gazu dopuszczalny jest wzrost ciśnienia wyjściowego o: 0,3 kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 ^{+0,2} kPa	p. 9.6	2,46	2,39	2,41
Sprawdzenie ciśnienia działania wydmuchowego zaworu upustowego	p. 5.2.4 3,3 ^{+0,5} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.8	3,51	3,44	3,30
Sprawdzenie zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia wyjściowego	p. 5.2.5 4,5 ^{+0,5} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.9	6,46	4,58	4,60
Sprawdzenie zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia wyjściowego	p. 5.2.6 1,3 ^{+0,3} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.10	1,18	1,12	1,33

■ – wynik pozytywny
■ – wynik negatywny

Tabela 4. Wyniki badań reduktorów po badaniu trwałości w maksymalnej temperaturze otoczenia +60°C deklarowanej przez producenta
Table 4. Test results of reducers after durability at the maximum ambient temperature of +60°C declared by the manufacturer

Badana właściwość	Wymaganie według AT Zał. Nr 122/13 wyd. 1/2013	Badanie według AT Zał. Nr 122/13 wyd. 1/2013	Wyniki pomiarów [kPa]		
			reduktor nr		
			1	2	3
Sprawdzenie szczelności wewnętrznej i ciśnienia zamknięcia	przy braku poboru gazu dopuszczalny jest wzrost ciśnienia wyjściowego o: 0,3 kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 ^{+0,2} kPa	p. 9.6	2,43	2,39	2,90
Sprawdzenie ciśnienia działania wydmuchowego zaworu upustowego	p. 5.2.4 3,3 ^{+0,5} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.8	3,46	3,44	3,46
Sprawdzenie zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia wyjściowego	p. 5.2.5 4,5 ^{+0,5} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.9	6,01	4,95	4,70
Sprawdzenie zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia wyjściowego	p. 5.2.6 1,3 ^{+0,3} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.10	1,19	1,12	1,13

■ – wynik pozytywny
 ■ – wynik negatywny

Tablica 5. Wyniki badań reduktorów po badaniu trwałości w minimalnej temperaturze otoczenia –30°C lub –40°C w zależności od deklaracji producenta

Table 5. Reducer test results after durability test at the minimum ambient temperature of –30°C or –40°C depending on the manufacturer's declaration

Badana właściwość	Wymaganie	Badanie według AT Zał. Nr 122/13 wyd. 1/2013	Wyniki pomiarów [kPa]		
			reduktor nr		
			1	2	3
Sprawdzenie szczelności wewnętrznej i ciśnienia zamknięcia	przy braku poboru gazu dopuszczalny jest wzrost ciśnienia wyjściowego o: 0,3 kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 ^{+0,2} kPa	p. 9.6	9,0	2,85	7,3
Sprawdzenie ciśnienia działania wydmuchowego zaworu upustowego	p. 5.2.4 3,3 ^{+0,5} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.8	3,60	3,85	■
Sprawdzenie zabezpieczenia przed wzrostem ciśnienia wyjściowego	p. 5.2.5 4,5 ^{+0,5} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.9	14,53	7,32	■
Sprawdzenie zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia wyjściowego	p. 5.2.6 1,3 ^{+0,3} kPa dla ciśnienia wyjściowego 2,0 kPa	p. 9.10	■	■	■

■ – wynik pozytywny
 ■ – wynik negatywny
 ■ – zabezpieczenie nie zadziałało / brak możliwości sprawdzenia

Wnioski

Wyniki badań wskazują, że urządzenia zabezpieczające reduktorów poddanych badaniom trwałości w minimalnych i maksymalnych temperaturach otoczenia deklarowanych przez producentów nie spełniają wymogów podanych w specyfikacji producenta dotyczących urządzeń zabezpieczających. Obecnie podczas badań przed wprowadzeniem wyrobu na rynek krajowy nie jest wymagane badanie urządzeń zabezpieczających w skrajnych temperaturach otoczenia. Osiągnięte wyniki będą mogły zostać wykorzystane do rozszerzenia wymagań dotyczących urządzeń zabezpieczających w skrajnych temperaturach stosowanych np. w procesie

uzyskiwania krajowej oceny technicznej lub wzorem gazomierzy miechowych – w procesie certyfikacji dobrowolnej na znak Q-INiG (Jaworski et al., 2018).

Przy braku poboru gazu, gdy utrzymuje się ciśnienie zamknięcia na poziomie działania zaworu upustowego, a zawór szybkozamykający nie zadziała, może dojść do ciągłego upuszczania gazu ziemnego do skrzynki gazowej, jak i wzrostu ciśnienia w instalacji gazowej. W skrajnym przypadku przy braku zadziałania zaworu szybkozamykającego istnieje możliwość rozszczelnienia instalacji lub uszkodzenia zainstalowanych odbiorników gazowych.

Brak zadziałania zabezpieczenia przed spadkiem ciśnienia, np. w wyniku uszkodzenia instalacji gazowej, może prowadzić

do niekontrolowanego wycieku gazu w budynku mieszkalnym i tym samym do zagrożenia dla życia. Zaznaczyć należy, że przedstawione wyniki oparte są na metodyce laboratoryjnej, która odpowiada tylko w przybliżeniu rzeczywistym warunkom użytkowania. Dla ich potwierdzenia wskazane byłoby wykonanie badań na większą skalę. Badaniem należałoby objąć reduktory pobrane z eksploatacji przy uwzględnieniu różnych producentów, różnych okresów użytkowania oraz różnych regionów Polski.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Wpływ maksymalnej i minimalnej temperatury pracy na poprawne działanie urządzeń zabezpieczających w reduktorach średniego ciśnienia o przepustowości do 60 m³/h* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia 0078/GP/2017, nr archiwalny DK-4100-0065/2017.

Literatura

- Dudek A., Jaworski J., 2017. Wpływ warunków temperaturowych otoczenia na wymianę ciepła w przemysłowych gazomierzach miechowych. *Nafta-Gaz*, 5: 321–331. DOI: 10.18668/NG.2017.05.04.
- Jaworski J., 1999. Badania odporności gazomierzy miechowych na temperaturę otoczenia. *Nafta-Gaz*, 8: 466–471.
- Jaworski J., 2004. Wpływ temperatury otoczenia na pracę gazomierzy miechowych w aspekcie krajowych warunków klimatyczno-technicznych. *Rozprawa doktorska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica, Kraków*.
- Jaworski J., Gacek Z., 2018. Analiza techniczna metody doszacowania zużycia gazu stosowanej w polskim systemie dystrybucyjnym w przypadku odbiorców grupy WS. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 12: 431–435. DOI: 10.15199/17.2018.12.2.
- Jaworski J., Kukulka-Zajac E., Kułaga P., 2019. Wybrane zagadnienia dotyczące wpływu dodatku wodoru do gazu ziemnego na elementy systemu gazowniczego. *Nafta-Gaz*, 10: 625–632. DOI: 10.18668/NG.2019.10.04.
- Jaworski J., Kułaga P., Blacharski T., 2020. Study of the Effect of Addition of Hydrogen to Natural Gas on Diaphragm Gas Meters. *Energies*, 13(11): 3006. DOI: 10.3390/en13113006.
- Jaworski J., Swat M., Kułaga P., 2018. Q INIG jako element wzrostu bezpieczeństwa technicznego i jakości wyrobów – zasady badań i certyfikacji. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 12: 426–430. DOI: 10.15199/17.2018.12.1.
- Kułaga P., Jaworski J., 2016. Wyniki badań trwałości gazomierzy miechowych uzyskiwane z zastosowaniem różnych metodyk – analiza porównawcza. *Nafta-Gaz*, 8: 645–650. DOI: 10.18668/NG.2016.08.09.
- Matusik J., Jaworski J., 2017. Optymalny dobór gazomierzy miechowych przez operatora systemu gazowniczego. *Nafta-Gaz*, 4: 274–286. DOI: 10.18668/NG.2017.04.08.
- Osika D., Żurek A., 2016. Wpływ gęstości medium na ciśnienie wyjściowe reduktora średniego ciśnienia. *Nafta-Gaz*, 9: 742–746. DOI: 10.18668/NG.2016.09.09.
- Rażna A., 2009. Wpływ nastaw urządzeń zabezpieczających (wbudowanych we wspólny korpus) na pracę domowych reduktorów średniego ciśnienia. *Nafta-Gaz*, 4: 322–331.
- Wagner-Staszewska T., Jaworski J., 2001. Wpływ temperatury otoczenia na nierozliczone ilości gazu u indywidualnych odbiorców gazu. *Nafta-Gaz*, 11: 620–626.
- Wagner-Staszewska T., Jaworski J., Gacek Z., 2007. Wyniki badań rozliczania odbiorców gazu w różnych warunkach klimatycznych Polski. *Nafta-Gaz*, 10: 624–632.
- Wiśniowicz A., 2013. Wpływ czynników środowiskowych i oddziaływania gazu na funkcjonowanie reduktorów średniego ciśnienia. *Nafta-Gaz*, 6: 463–467.
- Wiśniowicz A., 2015. Ryzyko użytkowania reduktorów średniego ciśnienia. *Nafta-Gaz*, 8: 572–577.
- Wojtowicz R., 2012. Zagadnienia wymienności paliw gazowych, wymagania prawne odnośnie jakości gazów rozprowadzanych w Polsce oraz możliwe kierunki dywersyfikacji. *Nafta-Gaz*, 6: 359–367.

Akty prawne

- AT Zał. Nr 122/13 wyd. 1/2013. Zalecenia dla wyrobu będącego przedmiotem aprobaty technicznej. Wymagania i badania. Reduktory o przepustowości do 60 m³/h na ciśnienie średnie.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r. nr 75, poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami).



Mgr inż. Dariusz OSIKA
Główny Specjalista Inżynierijno-techniczny
w Zakładzie Przesyłania i Dystrybucji Gazu
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: dariusz.osika@inig.pl