

Andrzej Wiśniowicz  
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

## Wpływ czynników środowiskowych i oddziaływania gazu na funkcjonowanie reduktorów średniego ciśnienia

W artykule omówiono zagadnienia związane z reduktorami średniego ciśnienia. Przedstawiono wyniki badań dziesięciu reduktorów średniego ciśnienia po różnych okresach eksploatacji, wynoszących od 13 do 25 lat, pochodzących z rejonu Polski południowej. Przedstawiono także wyniki ankiety dotyczącej nadzoru nad reduktorami. Rezultaty pracy wskazują na konieczność prowadzenia nadzoru nad reduktorami. W wyniku niniejszej pracy sugeruje się wymianę reduktora po 10-letnim okresie jego eksploatacji.

### Influence of environmental factors and the impact of gas on the operation of medium pressure regulators

In the article, presented are the issues related to medium-pressure regulators. Results of research on ten medium-pressure regulators at different periods of life, ranging from 13 to 25 years, from the region of Southern Poland are presented. The results of a survey on the supervision of regulators are presented as well. Our results point to the need for supervision of regulators. The results of this work suggests the replacement of regulators after every 10 years of their operation.

Reduktor średniego ciśnienia jest urządzeniem występującym na końcu sieci średniego ciśnienia, a przed instalacją domową gazu. Jego zadaniem jest utrzymywanie stałego ciśnienia gazu na wejściu do budynku (najczęściej jest to dom jednorodzinny). Reduktor wbudowany jest w instalację redukcji ciśnienia na przyłączy, w punkcie gazowym. Punkt gazowy to stacja gazowa o strumieniu objętości równym 60 m<sup>3</sup>/h lub mniejszym i ciśnieniu roboczym na wejściu od 10 kPa do 0,5 MPa łącznie [1].

Siec średniego ciśnienia można traktować jako zasobnik gazu ziemnego uzupełniany w sposób ciągły z systemu przesyłania gazu.

Reduktory średniego ciśnienia instalowane są zazwyczaj na zewnętrznych ścianach budynków mieszkalnych w szafkach. Poddawane są one działaniu niskich temperatur występujących zimą, wysokich temperatur latem oraz czynników atmosferycznych, takich jak deszcz, śnieg, w zależności od miejsca zainstalowania.

Ciśnienie i strumień objętości gazu przed każdym z odbiorników powinny zapewnić ich bezawaryjne, bezpieczne i efektywne energetycznie funkcjonowanie.

Gaz rozprowadzany gazociągami w ziemi posiada „stałą”, dodatnią temperaturę. Wyprowadzenie przewodów do instalacji redukcji ciśnienia – szafki redukcyjnej – ponad powierzchnię ziemi i kontakt ze zmrożonymi częściami reduktora (w zimie) powodują również schłodzenie gazu. Zawarta w nim ewentualnie para wodna mogłaby ulec wykropleniu i przy bardzo niskich temperaturach nawet zlodowaceniu, co mogłoby prowadzić do zablokowania reduktora. Po ociepleniu się otoczenia lub po podgrzaniu reduktor powraca do normalnej pracy.

Na właściwości materiałów zastosowanych w konstrukcji reduktora ma wpływ niska temperatura. Zwiększa się wtedy kruchość zastosowanych metali i elastomerów, zmieniają się parametry sprężyn, membran i uszczelnień. Wysoka temperatura, nie czyniąc wprawdzie większych szkód, może przyspieszać starzenie części wykonanych z elastomerów.

Reduktor średniego ciśnienia posiada we wspólnym korpusie wbudowane, oprócz właściwego reduktora ciśnienia, także urządzenia zabezpieczające, chroniące gazową instalację domową przed przekroczeniem granicznych bezpiecznych ciśnień roboczych.

W 2011 roku w Polsce wystąpiło kilka awarii wewnętrznych instalacji gazowych w budynkach mieszkalnych. Budynki te były zasilane gazem z sieci średniego ciśnienia. Podejrzewano, że przyczyną awarii może być reduktor. Powstał więc pomysł, aby zbadać kilka reduktorów pracujących przez dłuższy czas i ocenić ich stan techniczny po kilkunastu latach pracy. Pobrano reduktory z okolic Krakowa po ich demontażu. Badania tych reduktorów to badania sondażowe, których wyniki mogą posłużyć do dalszych badań nad stanem technicznym reduktorów średniego ciśnienia. Reduktory poddane badaniom w INiG zostały wybrane losowo z kilkudziesięciu złomowanych reduktorów. Badania przeprowadzono w oparciu o istniejące przepisy i regulacje.

Podstawowe wymagania techniczne dotyczące reduktorów zawarte są w *Rozporządzeniu 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. 1055) [1]. Rozporządzenie to definiuje reduktor jako urządzenie zapewniające utrzymanie ciśnienia na określonym poziomie. Reduktor jest elementem punktu redukcyjnego, który powinien spełniać wymagania dla stacji gazowych, zawarte w rozporządzeniu [1]. Zgodnie z rozdziałem trzecim tego rozporządzenia stacje gazowe powinny być zaprojektowane i zbudowane zgodnie z przepisami prawa budowlanego, w sposób zapewniający ich bezpieczną eksploatację oraz dostawę paliwa gazowego w ilościach wynikających z bieżącego i planowanego zapotrzebowania (§ 3). Punkt redukcyjny powinien być sterowany i kontrolowany przez operatora (§ 4.1) sieci gazowej. W punkcie redukcyjnym mogą być umieszczane urządzenia związane z pomiarem ilości paliwa gazowego (§ 27.3).

Rozporządzenie [1] dopuszcza instalowanie w punkcie redukcyjnym jednego ciągu (§ 28). Punkt powinien być wyposażony w ciśnieniowy system bezpieczeństwa (§ 29.1), który powinien działać automatycznie. Ponowne uruchomienie punktu redukcyjnego jest możliwe wtedy, gdy ciśnienie na wyjściu osiągnie dopuszczalne wartości (§ 29.4).

W celu zabezpieczenia przed nadmiernym wzrostem ciśnienia wyjściowego punkt redukcyjny z automatyczną regulacją powinien być wyposażony w reduktor i szybkozamykający zawór bezpieczeństwa (§ 30.1).

Rozporządzenie [1] dopuszcza stosowanie wydmuchowych zaworów upustowych. Mogą one niwelować niewielkie wzrosty ciśnienia, spowodowane np. wzrostem temperatury.

Przepustowość wydmuchowego zaworu nie powinna przekraczać 2% przepustowości punktu redukcyjnego (reduktora) (§ 33.1).

Przedstawione wymagania techniczne zawarte w rozporządzeniu [1] powinien spełniać reduktor średniego ciśnienia, którego specyfiką jest to, że w jednym korpusie wbudowany jest ciąg redukcyjny, na który składa się właściwy reduktor oraz urządzenia bezpieczeństwa zapobiegające przekroczeniu bezpiecznych ciśnień granicznych (górnego i dolnego).

W myśl *Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych* (Dz.U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881) [2] reduktor jest wyrobem budowlanym i podlega *Ustawie z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie zgodności* (Dz.U. z 2004 r. Nr 204, poz. 2087) [3].

Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym* (Dz.U. z 2004 r. Nr 198, poz. 2041) [4] reduktory podlegały ocenie zgodności w systemie 1. W tym systemie certyfikacja wyrobu przez akredytowaną jednostkę certyfikującą dokonywana była na podstawie oceny zakładowej kontroli produkcji i uzupełniających badań próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, prowadzonych przez producenta zgodnie z ustalonym planem badania. Akredytowana jednostka przeprowadzała wstępne badanie typu, wstępną inspekcję zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji oraz prowadziła ciągły nadzór, ocenę i akceptację zakładowej kontroli poprzez badania sondażowe próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, na rynku lub na placu budowy. Reduktor podlegał nadzorowi jednostki akredytowanej.

Oprócz regulacji zawartych w rozporządzeniu [1] funkcjonuje norma PN-M-34511:1994 *Gazociągi i instalacje gazownicze – Reduktory o przepustowości do 60 m<sup>3</sup>/h na ciśnienie średnie – Wymagania i badania* [5]. W normie tej określono wymagania i sposób badania reduktorów do redukcji ciśnienia paliw gazowych rozpraszanych gazociągami o przepustowości nieprzekraczającej 60 m<sup>3</sup>/h pod ciśnieniem średnim. W celu zbadania urządzeń zabezpieczających wbudowanych w reduktor stosowano kryteria techniczne KT-28-96 *Reduktory (regulatory) średniego ciśnienia* [6]. Reduktor, wraz z wbudowanymi urządzeniami zabezpieczającymi, w czasie całego okresu pracy w punkcie redukcyjnym powinien utrzymywać wszystkie parametry potwierdzone w badaniu typu na niezmiennym poziomie. Przekroczenie chociaż jednego z nich może doprowadzić do awarii – nieszczęśliwego wypadku.

Aktualnie obowiązuje norma PN-M-34511:1994 [5]. Po 1994 roku wprowadzono nowe rozwiązania konstrukcyjne reduktorów średniego ciśnienia ulepszające ich właściwości

wychodzące poza zakres tej normy. W celu pełnej oceny właściwości użytkowych reduktorów średniego ciśnienia dla wprowadzonych nowych rozwiązań konstrukcyjnych po 1994 roku stosowano kryteria techniczne.

W czasie prowadzenia pracy pt.: *Wpływ czynników środowiskowych i oddziaływania gazu na funkcjonowanie reduktorów średniego ciśnienia* [7] opracowano program badań, który obejmował:

- sprawdzenie ciśnienia wyjściowego,
- sprawdzenie ciśnienia po zamknięciu reduktora,
- sprawdzenie ciśnienia otwarcia zaworu upustowego,
- sprawdzenie ciśnienia zamknięcia zaworu szybkozamykającego przy wzroście ciśnienia,
- sprawdzenie ciśnienia zamknięcia zaworu szybkozamykającego przy spadku ciśnienia.

Zostało przebadanych 8 reduktorów średniego ciśnienia po okresie eksploatacji wynoszącym od 13 do 25 lat oraz dołączono wyniki badań dwóch reduktorów pochodzących

z ciągów redukcyjnych, za którymi nastąpiła awaria w urządzeniach odbiorczych gazu. Wyniki badania 10 reduktorów przedstawiono w tabelicy 1.

Zaden z przebadanych reduktorów średniego ciśnienia nie posiadał zewnętrznych uszkodzeń powierzchni, zagięć i zardzań, pomimo kilkudziesięciu lat zainstalowania w punkcie redukcyjnym.

Reduktory nr 1 i 4 zostały rozebrane. Również wewnętrzne ich części nie wskazywały na ich zużycie lub uszkodzenie, bardzo dobrze prezentowały się także membrany tych reduktorów.

Wyniki przedstawiają się następująco:

- Z dziesięciu przebadanych reduktorów średniego ciśnienia każdy posiadał uszkodzone co najmniej jedno ze swoich urządzeń.
- Reduktor właściwy tylko w dwóch przypadkach utrzymywał ciśnienie wymagane przez normę. Jeden z reduktorów nie przekroczył maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia

Tablica 1. Wyniki pomiarów

Poz.	Przepustowość reduktora	Rok produkcji	Ciśnienie wyjściowe gazu		Zawór upustowy	Zawór szybkozamykający przy wzroście	Zawór odcinający przy spadku
			ciśnienie po zamknięciu (max)	ciśnienie wylotowe	ciśnienie otwarcia	ciśnienie zamknięcia	ciśnienie zamknięcia
			$P_f$	$P_{amax}$ $P_{amin}$	[Pa]	[Pa]	[Pa]
	[m <sup>3</sup> /h]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
Ciśnienie bezpieczne (wymagane)			2500	2300 1900	3700 3000	5000 4000	1600 1000
1	10	1987	2088	1944 1828	stale otwarty	nie zadziałał	nie zadziałał
2	10	1993	2240	2090 1936	stale otwarty	nie zadziałał	1250
3	10	1995	2122	2068 1889	3280	nie zadziałał	1300
4	10	1997	2212	2054 1750	3300	nie zadziałał	1100
5	10	1999	2086	2052 1913	4350	7500	1300
6	10	1999	2186	2147 1806	6500	nie zadziałał	1200
7	10	2000	1985	2112 1856	8000	nie zadziałał	1100
8	25	2000	2500	2178 1740	–	–	–
9	25	?	3220*	2620* 2600*	działał prawidłowo	nie zadziałał	nie zadziałał
10	10	1990	2470	2470 2000	3300	nie zadziałał	1400

\* nienormowe ciśnienie nastawy

na wyjściu z reduktora. Żaden nie przekroczył dopuszczalnego ciśnienia w strefie zamykania  $p_f$ .

#### Zabezpieczenie przed wzrostem ciśnienia

- Wydmuchowy zawór upustowy w czterech przypadkach na dziesięć zadziałał prawidłowo, w pozostałych był uszkodzony – najczęściej otwarty w całym zakresie badania reduktora.

#### Zabezpieczenie przed wzrostem ciśnienia

- Zawór szybkozamykający działający przy wzroście ciśnienia nie zadziałał w żadnym z dziesięciu przypadków.

#### Zabezpieczenie przed spadkiem ciśnienia

- Zawór odcinający w siedmiu przypadkach na dziesięć zadziałał prawidłowo, w dwóch nie zadziałał, a w jednym przekroczył graniczne wymagane ciśnienie.

Przebadane reduktory, z wyjątkiem reduktora nr 10, były właściwie zamontowane w szafkach punktów redukcyjnych. Reduktor nr 10 według oceny INiG był niewłaściwie zamontowany, co było przyczyną gromadzenia się wody w zaworze upustowym, a po jej zamarznięciu, przy spadku temperatury do  $-10$  stopni, prowadziło do wzrostu ciśnienia w instalacji gazowej ponad dopuszczalne.

Reduktory pobrane do oceny nie posiadały śladów uszkodzeń spowodowanych działalnością człowieka.

Wyniki pracy [7] świadczą o tym, że reduktor właściwy, którego podstawą działania jest membrana wykonana z tworzywa elastycznego, działał nawet po dwudziestu latach użytkowania i utrzymywał wymagane ciśnienie wylotowe. Gorsze wyniki uzyskano w trakcie badania urządzeń za-

bezpieczających – otrzymane wyniki wskazują, że są one mniej odporne na wpływ czasu i częściej ulegają awariom. Z przeprowadzonych badań dziesięciu reduktorów średniego ciśnienia wynika, że to urządzenia zabezpieczające były w głównej mierze przyczyną podjęcia decyzji o wymianie reduktora na nowy. Z badań reduktorów przeprowadzonych w trakcie realizacji tej pracy [7] wynika, że aby zwiększyć trwałość reduktora średniego ciśnienia z wbudowanymi urządzeniami zabezpieczającymi należy zwiększyć trwałość urządzeń zabezpieczających.

Z przeprowadzonej ankiety wynika, że reduktory średniego ciśnienia traktowane są jako urządzenia bezobsługowe, w których nie przeprowadza się żadnych regulacji i napraw i które działają do pierwszej awarii. Zawyżone ciśnienie wylotowe, niezadziałanie jednego z zabezpieczeń albo brak zadziałania automatycznego urządzenia odbudowującego ciśnienie po okresie zaniku w sieci są wystarczającymi przyczynami do wymiany reduktora na nowy.

Wpływ czynników atmosferycznych na pracę reduktora nie jest znaczący. W trakcie badań typu reduktory są badane w granicznych temperaturach (dodatnich i ujemnych) zadeklarowanych przez producenta oraz poddawane próbie trwałości. Oględziny części wewnętrznych badanych urządzeń nie wykazywały zużycia materiałów wskutek starzenia.

Przeprowadzone badania objęły niewielką ilość (10 sztuk, trzech producentów) zainstalowanych w Polsce reduktorów. Reduktory do badań zostały pobrane losowo z grupy kilkadziesięciu takich urządzeń przeznaczonych na złomowanie. Wyniki uzyskane w trakcie tej pracy mogą stać się wskazówką do dalszych prac nad polepszeniem trwałości reduktorów średniego ciśnienia.

## Wnioski

Badania reduktorów na stanowiskach badawczych w Instytucie Nafty i Gazu wykazały, że główną przyczyną awarii tych urządzeń po dłuższym czasie ich eksploatacji jest brak zadziałania zaworu szybkozamykającego, co świadczy o tym, że w czasie kilkuletniego użytkowania zawór uległ uszkodzeniu. Sytuacja ta jest bardzo niebezpieczna, gdyż w przypadku jego uszkodzenia i uszkodzenia reduktora może nastąpić wzrost ciśnienia w instalacji gazowej. W skrajnym przypadku istnieje prawdopodobieństwo rozszczelnienia instalacji, uszkodzenia odbiorników i wybuchu gazu.

Przeprowadzone badania należy potraktować jako sondażowe, pokazujące stan techniczny reduktorów średniego ciśnienia po latach eksploatacji w jednym regionie Polski. Aby uwiarygodnić wyniki i wysnuć głębsze wnioski, nale-

żałoby przeprowadzić dalsze badania, o większym zasięgu terytorialnym, obejmujące większą liczbę producentów, a wyniki zróżnicować pod względem miejsca i sposobu zainstalowania urządzenia.

Reduktory powinny być sprawdzane okresowo, co powinno zostać odnotowane w księdze obiektu budowlanego. Taki przegląd wymagany jest szczególnie po okresie zimowej eksploatacji, w czasie której zmiany temperatury i wilgotności mogą prowadzić do zakłóceń w pracy reduktora.

Okres eksploatacji reduktorów nie może być bezterminowy. Wprowadzenie określonego okresu eksploatacji (np. 10 lat) powinno zostać poprzedzone wnikliwą analizą wyników badań reduktorów, pobranych z wszystkich regionów kraju.



## Literatura

- [1] *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. 1055).
- [2] *Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych* (Dz.U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881).
- [3] *Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie zgodności* (Dz.U. z 2004 r. Nr 204, poz. 2087).
- [4] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym* (Dz.U. z 2004 r. Nr 198, poz. 2041).
- [5] PN-M-34511:1994 *Gazociągi i instalacje gazownicze – Reduktory o przepustowości do 60 m<sup>3</sup>/h na ciśnienie średnie – Wymagania i badania.*
- [6] *Reduktory (regulatory) średniego ciśnienia. Kryteria techniczne.* KT-28-96, wyd. 6.
- [7] Wiśniowicz A.: *Wpływ czynników środowiskowych i oddziaływania gazu na funkcjonowanie reduktorów średniego ciśnienia.* Praca statutowa INiG.



Mgr inż. Andrzej WIŚNIEWICZ – absolwent Wydziału Wiertniczo-Naftowego Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Starszy specjalista w Laboratorium Badań Armatury Gazowniczej Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie. Zajmuje się tematyką związaną z badaniem armatury gazowniczej i sanitarnej.

## ZAKŁAD PRZESYŁANIA I DYSTRYBUCJI GAZU

Zakres działania:

- badania laboratoryjne rur, kształtek, armatury z tworzyw sztucznych oraz armatury metalowej i powłok antykorozyjnych, prowadzone dla potrzeb certyfikacji i aprobat technicznych;
- ocena stopnia zagrożenia korozyjnego gazociągów stalowych oraz ocena stanu technicznego izolacji gazociągów stalowych metodami bezwykopowymi;
- ocena efektywności metod rekonstrukcji sieci dystrybucyjnych gazu;
- opracowanie projektów przepisów związanych z budową i użytkowaniem sieci gazowych;
- opracowanie lub opiniowanie 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 z polietylenu;
- wspomaganie przemysłu we wdrażaniu nowych rozwiązań technicznych oraz opracowywanie ekspertyz i analiz;
- badania laboratoryjne metalowej armatury odcinającej do systemów i instalacji wodociągowych oraz baterii mechanicznych, natrysków i przewodów natryskowych.

**Kierownik:** mgr inż. Janusz Neider

**Telefon:** 12 653-25-12 w. 142

**Adres:** ul. Bagrowa 1, 30-733 Kraków

**Faks:** 12 653-16-65

**E-mail:** janusz.neider@inig.pl