

Dobór pojemności akumulacyjnej instalacji gazowej zasilającej dużych odbiorców

Selection of the accumulation capacity of the gas installation supplying large consumers

Andrzej Barczyński^{*}

Słowa kluczowe: instalacja gazowa, pojemność akumulacyjna, bufor gazowy, dobór średnic rurociągów, instalacja przemysłowa

Streszczenie

W przypadku gwałtownego włączenia palnika o dużej mocy, może dojść do nagłego zwiększenia lub zmniejszenia ciśnienia w instalacji gazowej, która posiada pewną bezwładność. Może prowadzić to do zakłóceń w pracy urządzenia energetycznego. Dlatego w tym przypadku ważny jest odpowiedni dobór pojemności akumulacyjnej instalacji gazowej. W artykule podano wzory na obliczenie pojemności akumulacyjnej instalacji gazowej, przy założeniu, że instalacja została prawidłowo zaprojektowana i sprawdzona pod względem statycznym.

Keywords: gas installation, storage capacity, gas buffer, selection of pipeline diameters, industrial installation

Abstract

In the event of a sudden switch-on of a high-power burner, a sudden increase or decrease in pressure in the gas installation, which has a certain inertia, may occur. This may lead to disruptions in the operation of the power device. Therefore, in this case, it is important to select the appropriate storage capacity of the gas installation. The article provides formulas for calculating the storage capacity of the gas installation, assuming that the installation has been properly designed and checked in terms of statics.

Uwagi wstępne

Obliczanie instalacji (dobór średnic rurociągów) przeprowadza się najczęściej w sposób statyczny, co wymaga:

- wyznaczenia zapotrzebowania gazu (bilans gazu),
- obliczenia spadków ciśnienia (Δp) na poszczególnych odcinkach instalacji:
 - a) jednostkowe straty liniowe ciśnienia,
 - b) miejscowe straty ciśnienia,
 - c) odzysk (strata) ciśnienia dla odcinków pionowych instalacji,
 - d) sprawdzenie dopuszczalnego spadku ciśnienia w instalacji.

Jednak w pewnych przypadkach, gdy mamy do czynienia z dużym poborem gazu przez urządzenie energetyczne (odbiorca przemysłowy), należy uwzględnić dynamikę przepływającego gazu przez układ zasilający. W tym celu należy sprawdzić jaka jest pojemność akumulacyjna instalacji gazowej. Parametr ten często jest również określany jako bufor gazu. Definiuje on całkowitą pojemność instalacji gazowej. W przypadku gwałtownego włączenia palnika o dużej mocy, może dojść do nagłego zwiększenia lub zmniejszenia ciśnienia w pewnych częściach instalacji. Jeżeli tylko zmiany tego ciśnienia będą większe niż nastawa danych zaworów szybkozamykających, wówczas elementy te odetną dopływ gazu do poszczególnych palników. W efekcie nastąpi wyłączenie danego urządzenia. Podobnie reduktor ma pewną bezwładność pracy, co może prowadzić do podobnych zakłóceń w pracy urządzenia energetycznego.

1. Ogólne informacje dotyczące instalacji gazowej

Definicja instalacji gazowej została zapisana w dwóch rozporządzeniach:

- w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [8]: „Instalację gazową zasilaną z sieci gazowej stanowi układ przewodów za kurkiem głównym, prowadzonych na zewnątrz i wewnątrz budynku, wraz z armaturą, kształtkami i innym wyposażeniem, a także urządzeniami do pomiaru zużycia gazu, urządzeniami gazowymi oraz przewodami spalinowymi lub powietrzno-spalinowymi, jeżeli są one elementem wyposażenia urządzeń gazowych”,
- w Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych [9]: „Instalacja gazowa – układ przewodów gazowych w budynku wraz z armaturą, wyposażeniem i urządzeniami gazowymi, mający początek w miejscu połączenia przewodu z kurkiem głównym gazowym odcinającym tę instalację od przyłącza, a zakończenie na urządzeniach gazowych wraz z tymi urządzeniami”.

Z powyższych zapisów wynika, że **instalacja gazowa zaczyna się od kurka głównego i kończy się na urządzeniach gazowych wraz z tymi urządzeniami** i stanowi integralną część urządzenia technicznego, związanego z obiektem budowlanym, zapewniającego możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem.

^{*} **Andrzej Barczyński**, dr hab., emerytowany pracownik GK PGNiG, nauczyciel akademicki; jest autorem i współautorem kilku patentów, wielu prac wdrożeniowych, ekspertyz i opinii oraz ponad 150 publikacji naukowych, w tym książek o charakterze monograficznym z zakresu gazownictwa.

Zwraca się uwagę, że brak rozporządzeń dotyczących instalacji przemysłowych.

Instalacja gazowa może być zasilana bezpośrednio z sieci dystrybucyjnej lub przesyłowej gazu ziemnego lub ze zbiornika gazu płynnego (LPG) [1].

Instalację gazową można podzielić na (rys. 3):

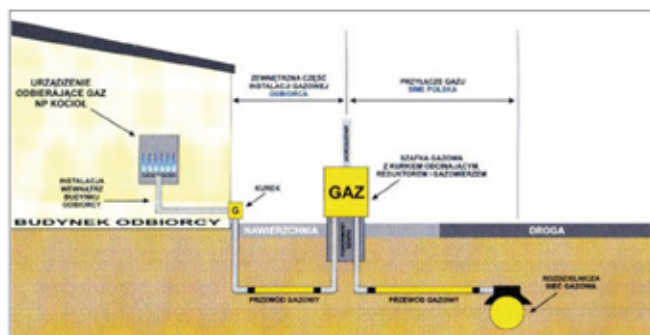
- instalację wewnętrzną,
- instalację zewnętrzną.

Zgodnie z aktualnymi przepisami [8] instalacje gazowe wewnętrzne wykonuje się z rur stalowych łączyonych na gwint lub spawanie lub miedzianych łączyonych za pomocą lutu twardego lub złączy zaciskowych.

Zwraca się uwagę, że lutowanie twarde to lutowanie za pomocą tzw. lutów twardych, to znaczy spoiw lutowniczych o temperaturze topnienia powyżej 450°C. Aby spełnić wymagania ppoż., przy montażu wewnętrznych instalacji gazowych (nie dopuszczenie do wybuchu w przypadku rozszczelnienia się instalacji w czasie np. pożaru pomieszczenia) lut powinien się „wytopić” dopiero po przekroczeniu temperatury samozapłonu gazu, który wynosi dla:

- gazu płynnego 3650 C dla butanu 470°C dla propanu (wg karty charakterystyki PGNiG [4]), a więc należy przyjąć lut twarde o temperaturze topnienia min. 4700 C,
- gazu ziemnego 480 do 6300 C (wg karty charakterystyki PGNiG [6]), a więc należy przyjąć lut twarde o temperaturze topnienia min. 6300 C.

Natomiast do budowy zewnętrznej instalacji gazowej można stosować również rury z polietylenu.



Rys. Schemat instalacji gazowej wewnętrznej i zewnętrznej

Fig. Internal and external gas installation diagram

Simepolska – dystrybucja i sprzedaż gazu ziemnego, <http://www.simepolska.pl> – 2.04.2015)

Zgodnie art. 29 ust 3 pkt 3 lit. d znowelizowanego Prawa Budowlanego [10] dla instalacji gazowych wykonywanych wewnątrz i na zewnątrz użytkowanego budynku nie wymaga się pozwolenia na budowę, ale wymaga się zgłoszenia wykonywania robót budowlanych organowi administracji architektoniczno-budowlanej.

Instalacja gazowa budynku zasilanego z sieci gazowej powinna mieć zainstalowany na przyłączy kurek główny, umożliwiający odcięcie dopływu gazu (Kurek główny – urządzenie do zamykania i otwierania przepływu gazu z przyłącza do instalacji gazowej odbiorcy gazu stanowiące element sieci gazowej oraz granicę oddzielającą sieć gazową od instalacji).

Zgodnie z prawem budowlanym art. 42 ust.1 pkt 2 lit. b i c [10] wymóg powołania kierownika budowy (robót) dotyczy: instalacje wewnątrz i na zewnątrz użytkowanego budynku.

Wg art.18 prawa budowlanego [10] inwestor ma pozostawioną dowolność w zakresie ustanowienia inspektora nadzoru inwestorskiego. Inwestor może ustanowić inspektora nadzoru inwestorskiego na budowie, przy czym głównym powodem jest zazwyczaj stopień skomplikowania danej inwestycji lub troska inwestora o prawidłowe wykonanie wszystkich prac (np. skomplikowana przemysłowa instalacja gazowa).

W art. 29 ust. 4 pkt 1 lit d oraz pkt 2 lit. b prawa budowlanego [10] zapisano, że wykonywanie robót budowlanych polegających na przebudowie lub remoncie urządzeń budowlanych (zatem również wewnętrznych i zewnętrznych instalacji gazowych) **nie wymaga ani pozwolenia na budowę, ani zgłoszenia** [2].

Krajowe przepisy nie nadążają za wprowadzanymi w Polsce normami europejskimi [3]. W związku z tym, że wyższego rzędu aktami prawnymi są ustawy, rozporządzenia Rady Ministrów, resortowych ministrów, wiele zapisów technicznych zawartych w przyjętych przez Polskę normach europejskich nie może być stosowanych w budownictwie przy zasilaniu urządzeń paliwem gazowym. Hamuje to nie tylko rozwój techniczny, ale może prowadzić do rezygnacji potencjalnych dużych odbiorców ze stosowania gazu jako źródła energii (utrata rynku gazu).

Przykładem niespójności przepisów krajowych z europejskimi jest maksymalne ciśnienie gazu w budynkach.

Zgodnie z zapisami zawartymi w § 157 pkt 2. rozporządzenia [8]: „Instalacja gazowa w budynku np. hotel, powinna zapewniać doprowadzenie paliwa gazowego w ilości odpowiadającej potrzebom użytkowemu oraz odpowiednią wartość ciśnienia przed urządzeniami gazowymi, zależną od rodzaju paliwa gazowego zastosowanego do zasilania budynku, określona polską normą dotyczącą paliw gazowych, przy czym ciśnienie to nie powinno być wyższe niż 5 kPa (50 mbar)”.

Tymczasem – zgodnie z pkt. 6.1 normy PN-EN 12279 [6]: „maksymalne ciśnienie robocze wejściowe w instalacji redukcji ciśnienia gazu wewnątrz budynku, którego właścicielem jest strona trzecia, nie powinno przekraczać 5 bar. Ciśnienie to może być wyższe (nawet do 1,6 MPa), jeżeli użytkowanie instalacji prowadzone jest przez osoby wykwalifikowane”.

Podobnie w PN-EN 1775 [7] w pkt. 1 zakres normy: „*niniejsza norma jest stosowana do instalacji w budynkach mieszkalnych, komercyjnych i obiektach użyteczności publicznej o maksymalnym ciśnieniu roboczym (MOP) równym 5 bar lub mniejszym*”.

Obowiązujący zapis w rozporządzeniu [7] nie pozwala np. na wprowadzenie do budynków urządzeń energetycznych wymagających ciśnienia zasilania większych niż 5 kPa, np. agregatów kogeneracyjnych, które wymagają ciśnień co najmniej 10 kPa.

Reasumując stwierdza się, że w Polsce nie ma rozporządzeń dotyczących instalacji przemysłowych zasilanych zarówno gazem ziemnym, jak i LPG.

W związku z tym w instalacjach przemysłowych, za zgodą zarządu danego zakładu, można podnieść ciśnienie do średniego, a nawet wysokiego (turbiny gazowe), jeżeli spełnione są następujące warunki gwarantujące ich bezpieczne użytkowanie:

- instalacja powinna być wykonana zgodnie z zasadami bhp i ppoż. (uzgodnienie z rzeczoznawcą ppoż.).
- określona jest możliwość powstania atmosfery wybuchowej w pomieszczeniach, w których zamontowane są urządzenia zasilane gazem.
- wyznaczona została strefa zagrożona wybuchem w pomieszczeniu technologicznym, w którym są zamontowane urządzenia zasilane gazem, jeżeli pomieszczenie jest zagrożone wybuchem.
- zastosowano dodatkowe zabezpieczenie pomieszczenia technologicznego przed powstaniem atmosfery wybuchowej w przypadku zaistnienia awarii instalacji gazowej.

Przemysłowe instalacje gazowe mogą być usytuowane na terenie zakładu pod ziemią lub na estakadach oraz wewnątrz hali.

2. Wyznaczenie pojemności akumulacyjnej instalacji gazowej

Prawidłowe zaprojektowanie instalacji gazowej pozwala na uniknięcie wielu problemów przy eksploatacji urządzeń energetycznych zasilanych z tej instalacji.

Jednym z istotnych zagadnień jest odpowiedni dobór pojemności akumulacyjnej instalacji gazowej. Reduktor gazu zasilający daną instalację posiada pewną bezwładność w czasie jego włączenia, stąd zarówno po nagłym włączeniu lub wyłączeniu się urządzenia energetycznego (np. palnika) może dojść (przy zbyt małej pojemności akumulacyjnej instalacji) do [11]:

- wzrostu ciśnienia gazu w instalacji przekraczającego wartość maksymalnej nastawy zaworu szybkozamykającego lub nastawy urządzeń kontrolno-sterujących pracą palnika gazowego,
- spadku ciśnienia gazu w instalacji poniżej minimalnej nastawy zaworu szybkozamykającego lub nastawy urządzeń kontrolno-sterujących pracą palnika gazowego.

W tym przypadku istotny jest właściwy dobór pojemności instalacji gazowej (przy założeniu, że instalacja została prawidłowo zaprojektowana i sprawdzona pod względem hydraulicznym).

Generalnie przyjmuje się zasadę, by reduktor był nieco przewymiarowany i miał maksymalną przepustowość wyższą przynajmniej o 15% w stosunku do zapotrzebowania odbiornika gazu. Zbyt duże przewymiarowanie reduktora jest niekorzystne przede wszystkim ze względów ekonomicznych. Pojemność akumulacyjna instalacji gazowej powinna być obliczana indywidualnie dla każdego urządzenia, uwzględniając odcinek od reduktora ciśnienia do palnika (odbiornika gazu).

Natomiast pojemność akumulacyjna instalacji powinna spełniać następujący warunek (wg doświadczeń firm produkujących urządzenia redukcyjne):

$$V_i^3 (0,03\% , 0,05\%) Q_n$$

gdzie:

Q_n – nominalna przepustowość odbiornika gazu (im wyższa przepustowość reduktora w stosunku do zapotrzebowania odbiornika tym niższą wartość współczynnika można przyjąć).

Niektóre firmy produkujące reduktory podają minimalną wymaganą pojemność instalacji w zależności od przepustowości reduktora i tak, np.: jeden z producentów urządzeń gazowych podaje następujące zależności:

Ciśnienie za reduktorem	Wymagana pojemność instalacji m ³
50 hPa < p < 400 hPa	$Q_r/1000$
$P < 50$ hPa	$Q_r/500$

gdzie: Q_r – przepustowość w m³/h

Pojemność akumulacyjną instalacji można poprawić poprzez:

- podniesienie ciśnienia w istniejącej instalacji,
- zwiększenie średnicy gazociągu,

Uwaga: Zasadą jest, aby nie zwiększać pojemności poprzez wydłużenie instalacji, ale poprzez zwiększenie średnicy rurociągu

- zastosowanie zbiornika akumulacyjnego (bufora).

W pierwszym przypadku ciśnienie gazu w instalacji można podwyższyć tylko do pewnego stopnia. Instalacja jest zbudowana na określone ciśnienia MOP (maksymalne ciśnienie robocze), które w normalnych warunkach nie może być przekroczone. Natomiast chwilowe ciśnienie w instalacji nie powinno być wyższe o MIP (maksymalne ciśnienie przypadkowe), które z kolei nie może przekroczyć wartości, na jakie została wykonana próba ciśnieniowa (STP).

Przy doborze MIP należy uwzględnić dokładność regulacji urządzeń zabezpieczających na ciągu redukcyjnym.

W przypadku, gdy podniesienie ciśnienia w instalacji nie da spodziewanego rezultatu, należy dobudować odpowiedni zbiornik kompensacyjny lub zwiększyć średnicę rur danej instalacji.

Wskazówki dotyczące doboru pojemności akumulacyjnej instalacji można uzyskać również bezpośrednio od producentów reduktorów. Przykładem jest zależność podana przez jedną z firm produkujących reduktory, która jako zalecenie dla doboru pojemności akumulacyjnej instalacji podała następujący wzór:

$$V_{\rho} = \frac{Q_n}{575(1 + \frac{p_z}{10000})}$$

gdzie:

V_r – objętość instalacji, m³

Q_n – przepustowość reduktora, m³/h,

p_z – ciśnienie gazu po redukcji, bar.

Po rozruchu instalacji ważne są również nastawy urządzeń zabezpieczających przy uwzględnieniu dokładności regulacji reduktora (grupa regulacji RG, grupa zamknięcia SG), aby w przypadkach skrajnych parametry pracy reduktora nie przekraczały wartości nastaw urządzeń zabezpieczających.

Na działanie instalacji gazowej może mieć również wpływ urządzenie pomiarowe. Przykładem może być przypadek zamiany gazomierza miechowego na gazomierz rotorowy, co spowodowało obniżenie pojemności akumulacyjnej instalacji i zakłócenie pracy urządzeń gazowych (gazomierz miechowy spełnia funkcję zbiornika akumulacyjnego).

Reasumując można stwierdzić, iż prawidłowe zaprojektowanie instalacji gazowej, zasilającej urządzenia energetyczne wymaga dużego doświadczenia i umiejętności nie tylko od projektantów, ale również od ekip prowadzących rozruch instalacji (dobór parametrów ciśnienia i nastaw armatury zabezpieczającej).

LITERATURA

- [1] Barczyński Andrzej, Henryk Grabowski.2021. „Wymagania techniczno – prawne dotyczące instalacji zasilanych gazem ziemnym” – *Wiadomości Naftowe i Gazownicze* Nr 11-12(276): 9 – 13.
- [2] Barczyński A., H. Grabowski.2024. „Przebudowa lub remont instalacji gazowej w świetle aktualnych przepisów” – *Wiadomości Naftowe i Gazownicze*, 8 (306): 4 – 68.
- [3] Barczyński Andrzej.2014. „Niespójność krajowych przepisów z normami europejskimi – przykłady” – *Wiadomości Naftowe i Gazownicze*, Nr 6 (194): 16-17.
- [4] Karta charakterystyki dla gazu ziemnego – PGNiG – Wersja: 2.1/PL, Data aktualizacji: 07.11.2022 r.
- [5] Karta charakterystyki dla LPG (Propan – butan) – PGNiG – wersja 1.6, Data aktualizacji 03.07.2023 r.
- [6] PN-EN 12279: Systemy dostawy gazu. Instalacje redukcji ciśnienia gazu na przyłączach. Wymagania funkcjonalne .
- [7] PN-EN 1775: Dostawa gazu. Przewody gazowe do budynków. Maksymalne ciśnienie robocze równe 5 bar lub mniejsze. Zalecenia funkcjonalne.
- [8] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 26.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015 r. poz.1422 tekst jedn. z późn.zm.).
- [9] Rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji z 16 sierpnia 1999 roku w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych (Dz.U. z 1999, nr 74, poz. 836).
- [10] Ustawa z 7 lipca 1994 roku „Prawo budowlane” (Dz. U. z 2010, nr 243, poz. 1623 tj.).
- [11] Vademecum gazownika, tom III (A. Barczyński – współautor), SITPNiG, Kraków 2013, ISBN 978-83-934374-3-6 rozdział 1 pt. „Instalacje gazowe ze stali i miedzi”: 21–210.