

Tomasz Lipka

*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

## Badania temperaturowe gazomierzy – metody chłodzenia strumienia gazu

W artykule omówiono zagadnienia związane z badaniem odporności gazomierzy na ujemne temperatury. Opisano krótko wymagania norm oraz specyfikacji zharmonizowanych z dyrektywą MID, a także przebieg testów temperaturowych, jakie powinien przejść gazomierz przed wprowadzeniem na rynek. W dalszej części przedstawiono wyniki przeprowadzonych testów systemów chłodzenia, umożliwiających doprowadzenie do badanego gazomierza powietrza o wymaganej temperaturze.

Słowa kluczowe: dyrektywa MID, normy zharmonizowane, przemysłowe gazomierze miechowe, chłodzenie gazu, temperatura gazu.

### Temperature measurements of gas meters – methods of cooling the gas stream

The article discusses issues related to the testing of gas meters resistance to negative temperatures. The requirements of standards and specifications harmonized with the MID Directive have been briefly described, as well as the temperature tests to be carried out by the gas meter before being placed on the market. In the following part, are presented, the results of the tests of cooling systems which enable air of the required temperature to be brought to the tested gas meter.

Key words: MID Directive, harmonized standards, industrial diaphragm gas meters, gas cooling, temperature tests, temperature of gas.

### Wprowadzenie

Badania temperaturowe gazomierzy wykonuje się na potrzeby oceny zgodności z dyrektywą metrologiczną 2014/32/UE [6] (w skrócie MID – *Measuring Instruments Directive*). Jest to przyjęty sposób postępowania oraz proces poprzedzający wprowadzenie przez producenta wyrobu do obrotu. Oceny zgodności dokonuje się na wniosek przedstawiciela lub producenta wyrobu. Ocenę mogą przeprowadzić tylko jednostki notyfikowane, jaką jest między innymi Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy, z numerem identyfikacyjnym 1450. Ocena urządzeń oraz systemów z funkcjami pomiarowymi powinna odbywać się zgodnie z przepisami dyrektywy MID.

W krajach Unii Europejskiej nie ma obowiązku stosowania przepisów tej dyrektywy i dlatego różne kraje UE praktykują różne podejścia do oceny zgodności. W przypadku gazomierzy najłatwiejszym sposobem wykazania ich zgodności z wymaganiami dyrektywy MID jest uzyskanie potwierdzenia zgodności z dokumentem zharmonizowanym z dyrektywą. Dokumenty zharmonizowane określają m.in. wymagania oraz badania właściwości metrologicznych, a także definiują zakresy temperatur zarówno dla otoczenia, jak i gazu. Dyrektywa MID dopuszcza minimalny zakres temperatury otoczenia i gazu wynoszący od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$  [2, 4].

### Wymagania dla gazomierzy turbinowych – norma PN-EN 12261:2005 + A1:2008

Norma PN-EN 12261:2005 + A1:2008 [7] odnosi się do gazomierzy turbinowych i określa wymagania w zakresie ich właściwości metrologicznych oraz bezpieczeństwa gazomierzy turbinowych współpracujących z mechanicznymi liczydłami. Zgodnie z wymaganiami powyższej normy producent powinien określić zakres temperatury gazu o rozpiętości co naj-

mniej  $40^{\circ}\text{C}$  oraz  $50^{\circ}\text{C}$  dla temperatury otoczenia gazomierza. Zakres ten powinien być tak dobrany, aby mógł on poprawnie działać, spełniając jednocześnie wymagania metrologiczne. Dodatkowo powinien on wynosić co najmniej od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$  dla temperatury gazu i otoczenia. Wytwórca może zadeklarować szerszy zakres temperatur, stosując minimalną

temperaturę wynoszącą:  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$  lub  $-40^{\circ}\text{C}$  oraz dla górnego zakresu:  $+40^{\circ}\text{C}$ ,  $+55^{\circ}\text{C}$  lub  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Niezwykle istotnym badaniem jest punkt 5.2.7 (wyznaczenie błędów gazomierzy w deklarowanym zakresie temperatury) powyższej normy. W badaniu tym poza weryfikacją materiałów oraz badaniem samego urządzenia wskazującego należy poddać sprawdzeniu kompletny gazomierz. Polega to na wyznaczeniu jego błędów wskazań dla co najmniej dwóch wartości temperatury gazu. Jedno sprawdzenie należy wykonać dla temperatury gazu wyższej o minimum  $15^{\circ}\text{C}$  od temperatury gazu w pierwotnym badaniu błędów wskazań tego gazo-

mierza (typowo około  $20^{\circ}\text{C}$ ). Drugie badanie powinno zostać przeprowadzone dla temperatury gazu niższej o co najmniej  $15^{\circ}\text{C}$  od temperatury gazu w pierwotnym wyznaczeniu błędów wskazań. Konieczne jest również zapewnienie stabilności temperatury gazomierza badanego w temperaturze, w której prowadzone są badania. Sprawdzenie wykonuje się w dwóch strumieniach gazu. W zależności od tego, który ze strumieni jest większy ( $Q_{\min}$  lub  $0,05 Q_{\max}$ ), wykonuje się badanie dla  $Q_{\min}$  lub  $0,05 Q_{\max}$  oraz przy natężeniu przepływu  $0,40 Q_{\max}$ . Badanie przeprowadza się przy ciśnieniu zbliżonym do aktualnego ciśnienia atmosferycznego [1].

### Wymagania dla gazomierzy rotorowych – norma PN-EN 12480:2005 + A1:2008

Norma PN-EN 12480:2005 + A1:2008 [8] odnosi się do gazomierzy rotorowych i określa wymagania w zakresie ich właściwości metrologicznych, a także wymagania dla deklarowanego zakresu temperatury otoczenia, gazu oraz przechowywania gazomierza. Dopuszczalne są zakresy dla temperatur ujemnych:  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$  lub  $-40^{\circ}\text{C}$ , a dla temperatur dodatnich:  $+40^{\circ}\text{C}$ ,  $+55^{\circ}\text{C}$  lub  $+70^{\circ}\text{C}$  i szersze. Podczas sprawdzenia gazomierz powinien spełniać wymagania dla wszystkich zadeklarowanych zakresów temperatur.

Sprawdzenie należy wykonać na gazomierzu reprezentatywnym pod względem typu oraz konstrukcji. Najpierw badanie przeprowadza się w normalnych warunkach otoczenia zarówno dla temperatury gazu, jak i otoczenia gazomierza, zwykle około  $+20^{\circ}\text{C}$ . Następnie wyznacza się błędy wskazań urządzenia przy strumieniu gazu  $0,25 Q_{\max}$  w temperaturze co najmniej o  $15^{\circ}\text{C}$

niższej od temperatury, w której odbywało się wcześniejsze sprawdzenie, oraz w temperaturze co najmniej o  $10^{\circ}\text{C}$  wyższej.

Sprawdzenie gazomierza dla granicznych wartości temperatury użytkowania odbywa się poprzez umieszczenie go w minimalnej/maksymalnej temperaturze użytkowania do czasu stabilizacji. Następnie uruchamia się przepływ gazu  $Q_{\min}$  w temperaturze otoczenia i sprawdza, czy nastąpił ruch rotorów gazomierza.

W przypadku sprawdzania gazomierza pod kątem odporności na graniczne wartości temperatury składowania należy schłodzić/ogrzać go do maksymalnej/minimalnej temperatury składowania, aż do stabilizacji, a następnie umieścić gazomierz w komorze o temperaturze otoczenia – również do czasu osiągnięcia stabilizacji. Po wyznaczeniu błędów należy przeprowadzić dodatkową kontrolę wizualną.

### Wymagania dla gazomierzy miechowych – norma PN-EN 1359:2004 + A1:2006

Norma PN-EN 1359:2004 + A1:2006 [9] odnosi się do gazomierzy miechowych i określa wymagania w zakresie ich właściwości metrologicznych. Również w tej normie stawiane są wymogi dla przedziału temperatury otoczenia, magazynowania i temperatury gazu. Minimalny zakres temperatury otoczenia powinien wynosić co najmniej od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$  oraz dla magazynowania co najmniej od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ . Minimalna rozpiętość zakresu dla temperatury gazu powinna wynosić  $40^{\circ}\text{C}$  i mieścić powinien on się w zakresie temperatury otoczenia. Norma 1359:2004 + A1:2006 dopuszcza możliwość, aby producent zadeklarował szersze zakresy temperatur, stosując przedział od jednej z dolnych granic:  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$  lub  $-40^{\circ}\text{C}$  do jednej z górnej granic:  $+40^{\circ}\text{C}$ ,  $+55^{\circ}\text{C}$  lub  $+70^{\circ}\text{C}$ . Podobnie jak w dwóch wcześniej opisanych normach tutaj także gazomierz powinien spełniać określone wymagania w całym zadeklarowanym zakresie.

Badania temperaturowe gazomierzy wykonuje się w przedziale temperatur zadeklarowanym przez wytwórcę, przy

strumieniach objętości od  $0,1 Q_{\max}$  do  $Q_{\max}$ . Podczas badania gazomierz należy umieścić w komorze i doprowadzić do niego osuszone powietrze (punkt rosy przynajmniej o  $10^{\circ}\text{C}$  niższy niż temperatura badawcza) o temperaturze takiej samej jak temperatura gazomierza. Komorę należy zaprogramować na graniczną wartość zakresu zadeklarowanego przez producenta i doprowadzić gaz o takiej samej temperaturze z dokładnością do  $-0/+1^{\circ}\text{C}$  dla dolnego zakresu i  $-1/+0^{\circ}\text{C}$  dla górnego. Nie wolno przekroczyć granicznych wartości temperatury. Po upewnieniu się, że warunki temperaturowe uległy stabilizacji, wyznacza się błędy gazomierza. Tak pracujący układ należy pozostawić na okres 22 godzin i wykonać sprawdzenie w ustawionych warunkach temperaturowych.

Dokładnie taką samą procedurę stosuje się podczas badań w temperaturach dodatnich. Jedyna różnica polega na tym, że nie jest wymagane powietrze osuszone, gdyż nie ma możliwości jego zamarznięcia.

Międzynarodowe zalecenia OIML R 137-1 & 2:2012, Amendment 2014

Dokument OIML R 137-1 & 2:2012 [10] są to międzynarodowe zalecenia obejmujące wszystkie typy gazomierzy. Zalecenia te mają uniwersalny charakter i pozwalają na prowadzenie badań gazomierzy dokonujących pomiaru ilości gazu na jakiegokolwiek zasadzie, dlatego też producenci wykorzystują to w sytuacji, gdy ich nietypowe rozwiązania nie zostały przewidziane w normach europejskich zharmonizowanych z dyrektywą MID. W OIML określone są tylko najbardziej podstawowe parametry pracy gazomierza, między innymi zakres temperaturowy pracy. Rozpiętość zakresu temperaturowego powinna wynosić 50°C i obejmować dolną temperaturę spośród: -40°C, -25°C, -10°C lub +5°C i górną z: +30°C, +40°C, +55°C lub +70°C. W zaleceniach nie są ujęte wymagania odnośnie do minimalnego zakresu dla temperatury gazu. Gazomierz powinien spełniać wymagania w całym zadeklarowanym zakresie temperaturowym.

Sprawdzenie gazomierza wykonuje się w przedziale zadeklarowanych temperatur przy natężeniu przepływu od  $Q_T$  do

$Q_{max}$  i temperaturze gazu równej temperaturze otoczenia (odchyłka -0/+5°C lub -5/+0°C) – kolejno dla temperatury otoczenia równej:

- temperaturze odniesienia,
- maksymalnej temperaturze otoczenia,
- minimalnej temperaturze otoczenia,
- temperaturze odniesienia.

W przypadku gdy gazomierz ma wbudowane urządzenie do konwersji objętości i podaje ją w warunkach normalnych, należy przeprowadzić sprawdzenie przy temperaturze gazu różnej od temperatury otoczenia. Gazomierz utrzymywany jest w temperaturze otoczenia równej temperaturze odniesienia, natomiast temperatura gazu powinna wynosić +40°C oraz 0°C. Błędy wyznacza się w  $Q_T$  i  $Q_{max}$ . Alternatywnie można wykonać sprawdzenie gazomierza przy temperaturze gazu równej +20°C, natomiast temperatura otoczenia gazomierza powinna wynosić +40°C oraz 0°C [3].

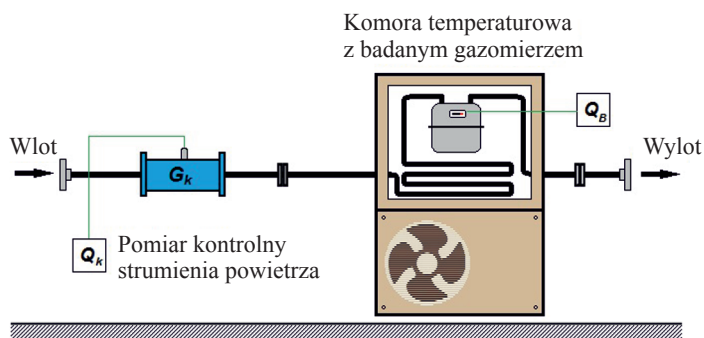
Tablica 1. Zakresy temperaturowe według dokumentów zharmonizowanych z dyrektywą MID

Dokument	Temperatury minimalne [°C]	Zakres badania dolny   górny [°C]	Temperatury maksymalne [°C]
PN-EN 12261:2005 + A1:2008	-10 -25 -40	temperatura odn. +20°C +5   +35	+40 +55 +70
PN-EN 12480:2005 + A1:2008	-10 -25 -40	temperatura odn. +20°C +5   +35	+40 +55 +70
PN-EN 1359:2004 + A1:2006	-10 -25 -40	(-10 ÷ -9)   (+39 ÷ +40) (-25 ÷ -24)   (+54 ÷ +55) (-40 ÷ -39)   (+69 ÷ +70)	+40 +55 +70
OIML R 137-1 & 2:2012	+5 -10 -25 -40	(+5 ÷ +10)   (+25 ÷ +30) (-10 ÷ -5)   (+35 ÷ +40) (-25 ÷ -20)   (+50 ÷ +55) (-40 ÷ -35)   (+65 ÷ +70)	+30 +40 +55 +70

Testowanie systemów chłodzenia

Dyrektywa MID dopuszcza minimalny zakres temperatury otoczenia i gazu wynoszący od -10°C do +40°C. W niektórych krajach, między innymi w Polsce, dopuszcza się montaż gazomierzy na zewnątrz, gdzie podczas okresu zimowego temperatury potrafią dochodzić nawet do -40°C. Wniosek z tego jest taki, że minimalny zakres wymagany przez dyrektywę MID jest zbyt wąski. Na szczęście dla użytkowników zdecydowana większość producentów gazomierzy deklaruje w swoich produktach najbardziej optymalny zakres temperatury otoczenia i gazu, wynoszący od -25°C do +55°C, zapewniając jednocześnie stabilność metrologiczną gazomierza [5].

Taki zakres wymaga od laboratoriów konieczności stosowania dodatkowych układów chłodzenia oraz dogrzewania strumienia powietrza podczas prowadzenia badań temperaturowych gazomierzy. W Zakładzie Metrologii Przepływów przeprowadzono szereg testów różnych układów chłodzenia, których zadaniem było schłodzenie przepływającego strumienia powietrza z temperatury otoczenia około +22°C do temperatury -25°C. Dla domowych gazomierzy miechowych propozycja układu chłodzenia została krótko opisana w normie PN-EN 1359. Zaproponowano użycie do tego celu komory temperaturowej wraz z umieszczoną wewnątrz węzownicą



Rys. 1. Schemat systemu chłodzenia strumieni 30 m<sup>3</sup>/h i mniejszych

(rysunek 1). Jest to sposób chłodzenia wykorzystywany przez zdecydowaną większość laboratoriów prowadzących badania domowych gazomierzy miechowych.

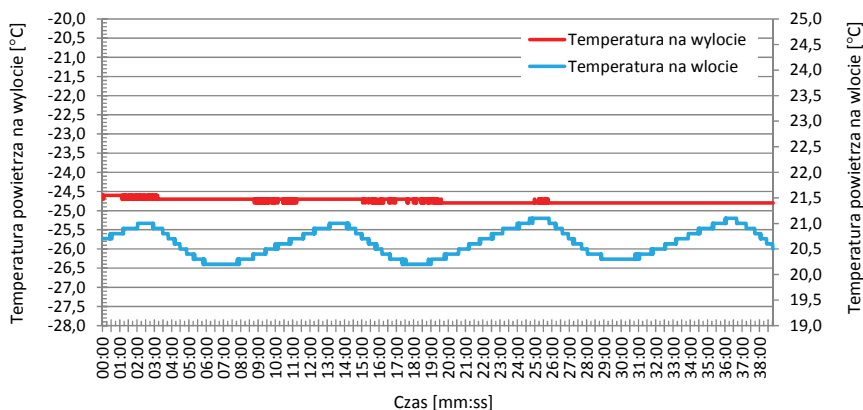
Przeprowadzone sprawdzenie potwierdziło słuszność stosowania takiej konfiguracji. Podczas testowania wprowadzono strumień powietrza o temperaturze około +21°C i natężeniu 15 m<sup>3</sup>/h. Mierzono temperaturę na wlocie oraz na wylocie z komory. Stabilizację temperatury powietrza wylotowego uzyskano na poziomie -24,5°C. Jest to wynik jak najbardziej satysfakcjonujący i pozwala prowadzić badania zarówno według PN-EN 1359:2004 + A1:2006, jak i OIML R 137-1 & 2:2012. Ze względu na to, że badania domowych gazomierzy miechowych wykonuje się również w zdecydowanie niższych strumieniach, przeprowadzono sprawdzenie przy natężeniu powietrza 6 m<sup>3</sup>/h. W takiej konfiguracji otrzymano temperaturę powietrza wylotowego na poziomie -24,8°C.

W badaniach temperaturowych gazomierzy przemysłowych wymagane jest nieco inne podejście do problemu chłodzenia powietrza. Podczas sprawdzeń generowane są zdecydowanie większe przepływy niż w przypadku domowych gazomierzy miechowych, co wymaga również znacznie mocniejszych systemów chłodzenia. Przeprowadzone testy nakreśliły skalę problemu, z jakim należało się zmierzyć. Podczas badań sprawdzano układy chłodzenia zbudowane z:

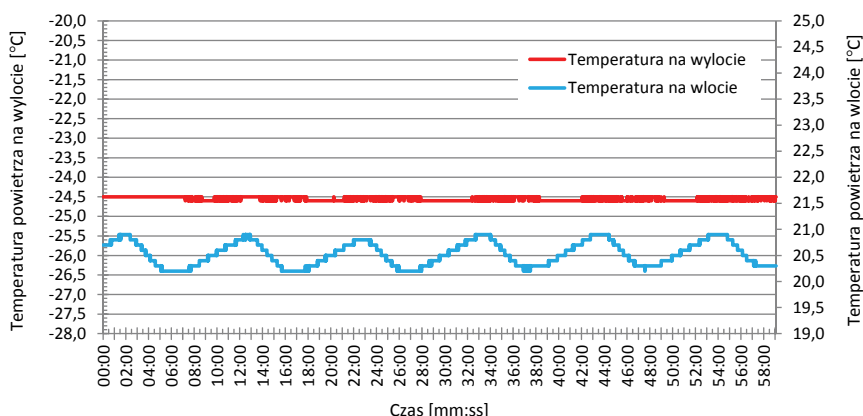
- komory temperaturowej z wężownicą,
- komory temperaturowej z obudowami gazomierzy,
- wymiennika płaszczowo-rurowego chłodzonego lodem w kostkach oraz suchym lodem,
- agregatu z chłodnicą kanałową.

Niestety na żadnym z powyższych układów chłodzenia nie udało się nawet zbliżyć do granicy -40°C. Prawdopodobnie

jedyną słuszną metodą pozwalającą na schłodzenie wysokiego strumienia powietrza do temperatury rzędu -40°C jest zastosowanie systemu chłodzenia opartego na chłodzeniu ciekłym azotem. Mając na uwadze, że większość producentów deklaruje dolny zakres temperatury od -25°C, zaniechano dążenia do uzyskania temperatury powietrza o temperaturze -40°C i skupiono się na jego schłodzeniu do -25°C. Zaobserwowano, że spośród wszystkich sprawdzonych układów najkrótszy czas stabilizacji uzyskano dla agregatu z chłodnicą kanałową, jednak jego moc była zdecydowanie zbyt niska, żeby mógł on schłodzić powietrze do temperatury -25°C. Mógłby on znaleźć zastosowanie podczas badań zgodnie z normami PN-EN 12261:2005 + A1:2008 oraz PN-EN 12480:2005 + A1:2008, a także OIML R 137-1 & 2:2012 pod warunkiem, że producent zadeklarował najniższy możliwy dolny zakres, tj. +5°C. Użycie chłodnicy umieszczonej bezpośrednio w kanale powoduje bardzo szybkie obniżanie



Rys. 2. Przebiegi temperatury uzyskiwane przy strumieniu 6 m<sup>3</sup>/h



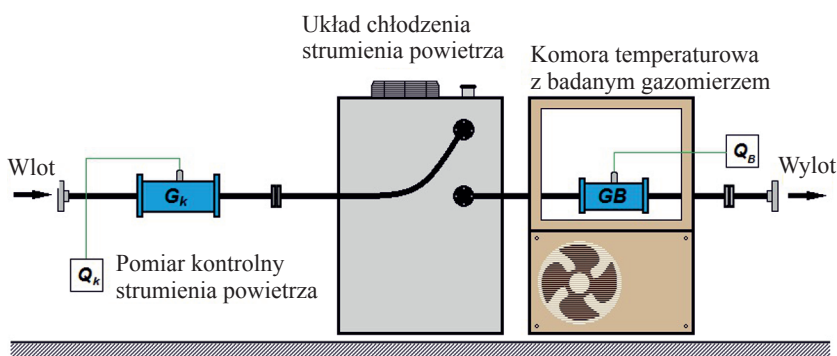
Rys. 3. Przebiegi temperatury uzyskiwane przy strumieniu 15 m<sup>3</sup>/h

Tablica 2. Uzyskane temperatury powietrza na wylocie z wężownicy

Strumień powietrza [m <sup>3</sup> /h]	Temperatura powietrza na wylocie [°C]
6	-24,8
15	-24,5

Tablica 3. Uzyskane temperatury powietrza na wylocie z testowanych układów chłodzenia

Układ chłodzenia [°C]	Strumień [m <sup>3</sup> /h]						
	15	30	50	75	100	150	200
Komora + węzownica	-28,4	-23,6	-	-	-	-	-
Komora + obudowy	-26,6	-19,7	-15,5	-7,2	-2,0	-	-
JAD	-	8,0	9,6	-	12,3	-	-
JAD + komora	-	-27,7	-20,4	-	-10,0	-	-
JAD + suchy lód	-	-16,1	-5,7	-	-1,4	-	-
JAD + suchy lód + komora	-	-31,5	-25,8	-	-17,7	-	-
Chłodnica kanałowa	-	-	-5,7	3,0	4,9	5,6	6,8
Komora + chłodnica	-	-	-21,0	-17,3	-10,8	-	-



Rys. 4. Schemat systemu chłodzenia strumieni 200 m<sup>3</sup>/h i mniejszych

Tablica 4. Uzyskane temperatury powietrza na wylocie z układu chłodzenia – chillera

Strumień [m <sup>3</sup> /h]	Temperatura powietrza na wylocie [°C]
50	-27,1
100	-26,3
150	-24,7
200	-23,8

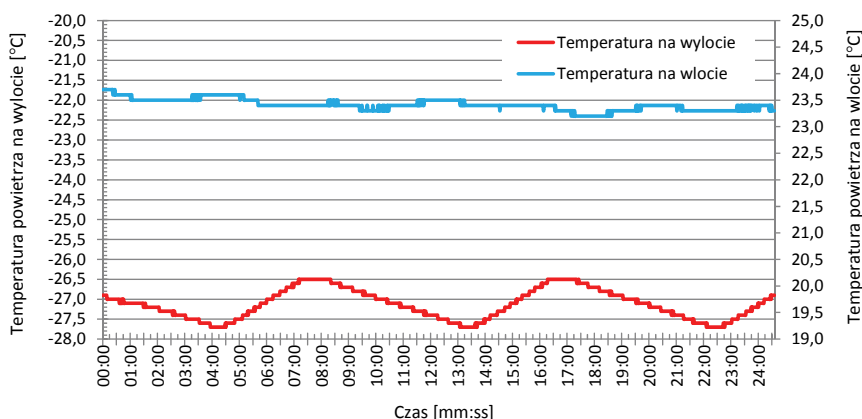
temperatury, ale niestety wpływa to również negatywnie na działanie gazomierza. Szybkie zmiany temperatury powodują powstawanie histerezy układu z odchyłką rzędu ±6°C, co dyskwalifikuje urządzenie.

W przypadku pozostałych układów chłodzenia najlepsze wyniki otrzymano dla systemu chłodzenia wykorzystującego wymiennik płaszczowo-rurowy połączony szeregowo z komorą temperaturową z obudowami gazomierzy. Wymiennik został zasypany kostkami lodu, a dodatkowym czynnikiem chłodniczym było powietrze chłodzone suchym lodem. W takiej konfiguracji można uzyskać krótkotrwałą temperaturę powietrza na wylocie z układu rzędu -25°C przy strumieniu

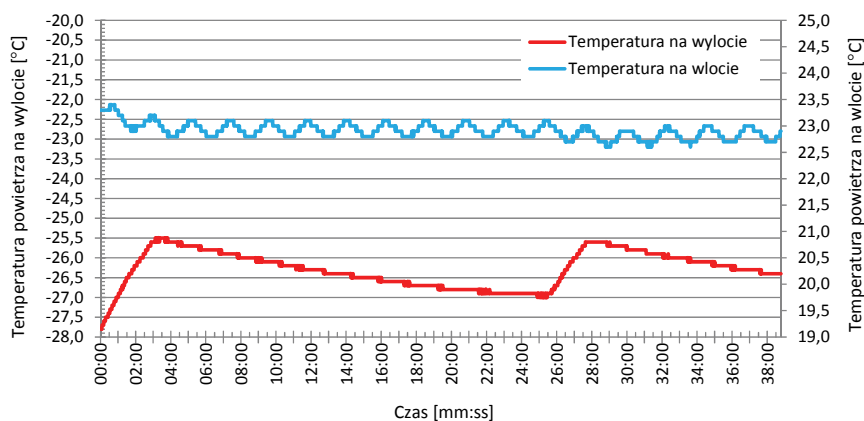
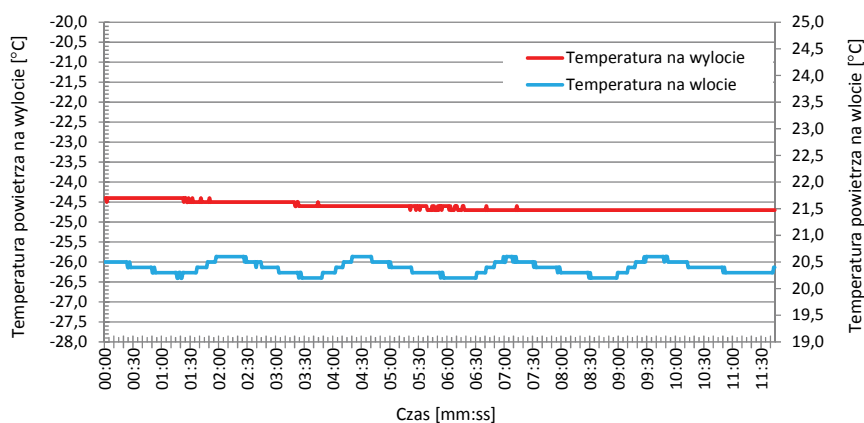
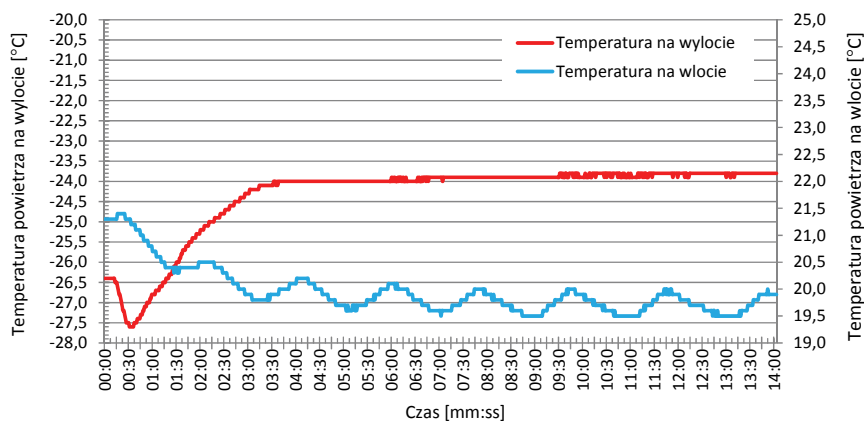
powietrza 100 m<sup>3</sup>/h i mniejszym. Podczas dłuższych testów temperatura ustabilizowała się na poziomie -17,7°C. Korzystając z uzyskanych wyników pomiarów oraz zebranych wniosków i doświadczeń, postanowiono wykonać prototypowe urządzenie pozwalające na schłodzenie i utrzymanie temperatury powietrza na poziomie -25°C przy maksymalnym natężeniu 200 m<sup>3</sup>/h. Urządzenie zbudowane jest na bazie agregatu chłodniczego, co pozwala uzyskiwać krótkie czasy stabilizacji. Zastosowanie płynnego czynnika chłodniczego (glikol) w ilości 45 litrów umożliwia utrzymanie stabilnej temperatury na wylocie. Do wymiany ciepła pomiędzy zimnym glikolem a ciepłym powietrzem wykorzystano wymiennik płytowy. Urządzenie zamknięte jest w kompaktowej obudowie chroniącej przed uszkodzeniami i tworzącej zwartą konstrukcję.

Testy zbudowanego urządzenia wykonano w strumieniach powietrza: 50 m<sup>3</sup>/h, 100 m<sup>3</sup>/h, 150 m<sup>3</sup>/h i 200 m<sup>3</sup>/h. Już podczas pierwszego uruchomienia urządzenia pojawiły się optymistyczne symptomy. Temperatura glikolu w bardzo szybkim tempie obniżała się, by już po ok. 1 godzinie osiągnąć minimalną

temperaturę, ale niestety wpływa to również negatywnie na działanie gazomierza. Szybkie zmiany temperatury powodują powstawanie histerezy układu z odchyłką rzędu ±6°C, co dyskwalifikuje urządzenie.



Rys. 5. Przebiegi temperatury uzyskiwane przy strumieniu 50 m<sup>3</sup>/h

Rys. 6. Przebiegi temperatury uzyskiwane przy strumieniu 100 m<sup>3</sup>/hRys. 7. Przebiegi temperatury uzyskiwane przy strumieniu 150 m<sup>3</sup>/hRys. 8. Przebiegi temperatury uzyskiwane przy strumieniu 200 m<sup>3</sup>/h

temperaturę rzędu  $-31^{\circ}\text{C}$ . Kolejne testy potwierdzały skuteczność działania zbudowanego prototypu. W całym testowanym zakresie strumieni powietrza system chłodzenia utrzymywał temperaturę na wylocie zbliżoną do  $-25^{\circ}\text{C}$ . Najmniejszy korzystny wynik temperatury wylotowej powietrza,  $-23,8^{\circ}\text{C}$ , otrzymano

przy maksymalnym natężeniu 200 m<sup>3</sup>/h. Pomimo niewielkiego braku mocy chłodniczej urządzenia może być ono wykorzystywane do chłodzenia gazu podczas temperaturowych badań gazomierzy zgodnie z większością opisanych wcześniej dokumentów – poza zadeklarowanym zakresem  $-40^{\circ}\text{C}$ .

### Podsumowanie

Badania temperaturowe gazomierzy są procesem kłopotliwym zarówno dla producenta, który musi zapewnić prawili-

we działanie swojego wyrobu w całym zadeklarowanym zakresie temperatur, jak i dla laboratoriów prowadzących

takie badania. Laboratorium musi po swojej stronie zapewnić jak najbardziej stabilne warunki doprowadzonego medium, na którym wykonuje się sprawdzenie. Omówione w niniejszym artykule doświadczenie pokazało, że budowa systemów chłodzenia powietrza do tak niskich temperatur jest procesem trudnym, ale nie niemożliwym. Udało się wykonać urządzenie pozwalające na schłodzenie temperatury gazu do poziomu  $-25^{\circ}\text{C}$  w zakresie strumienia powietrza  $150\text{ m}^3/\text{h}$

i mniejszym, natomiast dla wyższych strumieni – do poziomu około  $-24^{\circ}\text{C}$ . Pomimo problemów mogących wystąpić podczas badań temperaturowych gazomierzy nie należy ich zaprzestawać, lecz dążyć do doskonalenia metod pozwalających na odzwierciedlenie warunków mogących powstać podczas normalnej pracy gazomierza u użytkownika celem zagwarantowania poprawności działania stosowanych metod rozliczeniowych.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2018, nr 2, s. 106–112, DOI: 10.18668/NG.2018.02.04

Artykuł nadesłano do Redakcji 29.11.2017 r. Zatwierdzono do druku 18.01.2018 r.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Zbadanie możliwości wykorzystania alternatywnych metod chłodzenia gazu w badaniach temperaturowych gazomierzy* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 0073/GM/17, nr archiwalny: DK-4100-60/17.

### Literatura

- [1] Gacek Z.: *Ocena gazomierzy turbinowych na potrzeby wykazania zgodności z dyrektywą 2004/22/WE*. Nafta-Gaz 2012, nr 12, s. 1196–1200.
- [2] Gacek Z.: *Ocena zgodności przyrządów pomiarowych na podstawie specyfikacji zharmonizowanych (normy EN i zalecenia OIML) oraz innych dokumentów*. Nafta-Gaz 2016, nr 4, s. 262–270.
- [3] Gacek Z.: *Różne drogi do osiągnięcia tego samego celu. Ocena zgodności gazomierzy na podstawie wymagań norm europejskich i zaleceń OIML*. Nafta-Gaz 2014, nr 12, s. 952–960.
- [4] Gacek Z.: *Wymagania dyrektywy 2004/22/EC (MID) w zakresie oceny zgodności gazomierzy turbinowych*. Nafta-Gaz 2010, nr 12, s. 1150–1155.
- [5] Jaworski J.: *Certyfikacja gazomierzy miechowych na znak bezpieczeństwa i jakości „B” – potwierdzenie spełnienia specyficznych wymogów polskiego rynku*. Nafta-Gaz 2010, nr 12, s. 1144–1149.
- [7] PN-EN 12261:2005 wraz z aktualizacją PN-EN 12261:2005/A1:2008 *Gazomierze. Gazomierze turbinowe*.
- [8] PN-EN 12480:2005 wraz z aktualizacją PN-EN 12480:2005/A1:2008 *Gazomierze. Gazomierze rotorowe*.
- [9] PN-EN 1359:2004 wraz z aktualizacją PN-EN 1359:2004/A1:2006 *Gazomierze. Gazomierze miechowe*.
- [10] Zalecenia Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej OIML R 137-1 & 2, Amendment 2014, Edition 2012, *Gas meters. Part 1: Metrological and technical requirements. Part 2: Metrological controls and performance test*.

### Akty prawne i normatywne

- [6] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/32/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku przyrządów (Dz.U. UE L 96 z 29.03.2014).



Mgr inż. Tomasz LIPKA  
 Specjalista inżynierjno-techniczny w Zakładzie Metrologii Przepływów  
 Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
 ul. Lubicz 25 A  
 31-503 Kraków  
 E-mail: [tomasz.lipka@inig.pl](mailto:tomasz.lipka@inig.pl)