

doi:10.15199/48.2017.10.25

Badanie rozkładów przestrzennych w komorach klimatycznych

Streszczenie. Ujednolicenie i zharmonizowanie podejścia podczas badania rozkładów przestrzennych w komorach klimatycznych dotyczące potwierdzenia kompetencji laboratoriów wzorcujących i badawczych w dziedzinie termometrii i wilgotności względnej.

Abstract. Harmonize the approach in the study of spatial distribution in climate chambers on the confirmation of the competence of calibration laboratories and research in the field of thermometry and relative humidity. **Investigations of the spatial distribution in climate chambers**

Słowa kluczowe: komora klimatyczna, wilgotność względna, temperatura powietrza, niepewność pomiaru.

Keywords: climatic chamber, relative humidity, air temperature, measurement uncertainty.

Wprowadzenie

Obserwowany w ostatnim dziesięcioleciu rozwój laboratoriów wzorcujących oraz badawczych w Polsce jak i wzrost zapotrzebowania na pomiary wilgotności przez przemysł doprowadził do wprowadzenia nowej poddyscypliny komory klimatyczne w poddziedzinie 14.02 wilgotność względna. Poniżej przedstawiono w tabeli wykaz poddziedzin wzorcowań dla wilgotności ustalonych przez Polskie Centrum Akredytacji i auditorów technicznych.

Tabela 1. Podział poddziedzin dla wilgotności w laboratoriach akredytowanych

Numer dziedziny/ poddziedziny	Nazwa dziedziny/ poddziedziny	Nazwy przyrządów wzorcowanych
14	Wilgotność	
14.01	temperatura punktu rosy	higrometry przetworniki
14.02	wilgotność względna	higrometry termohigrometry psychrometry przetworniki komory klimatyczne

Wilgotność względna powietrza jest obok temperatury i ciśnienia ważnym parametrem, który służy do określania warunków środowiskowych. Jest to także istotny parametr uczestniczący w wielu procesach technologicznych. Dla oznaczania wilgotności względnej powszechnie stosowany jest skrót *rh* (z ang. relative humidity).

Wilgotność względna odniesienia wyliczana jest z zależności:

$$(1) \quad RH = \frac{p_s(t_{dp})}{p_s(t)} \cdot 100 \%$$

gdzie: *RH* – wilgotność względna, $p_s(t_{dp})$ – ciśnienie cząstkowe nasyconej pary wodnej w temperaturze t_{dp} , mierzonej przez higrometr punktu rosy, $p_s(t)$ – ciśnienie cząstkowe nasyconej pary wodnej w temperaturze t , mierzonej przez termometr wzorcowy.

W Pracowni Wilgotności przekazywana jest spójność pomiarowa dla przyrządów elektronicznych do pomiaru wilgotności względnej i temperatury powietrza m.in. termohigrometrów, higrometrów elektronicznych, psychrometrów. Do ich wzorcowania wykorzystywane są komory klimatyczne, higrometry wzorcowe oraz m.in. termometr kwarcowy. W celu zwiększenia dokładności pomiaru oraz pełniejszego udokumentowania charakterystyk metrologicznych stanowiska pomiarowego wzorca odniesienia wilgotności względnej zostały przeprowadzone badania rozkładów temperatury w komorach klimatycznych: CTS i Heraus. Pojemność

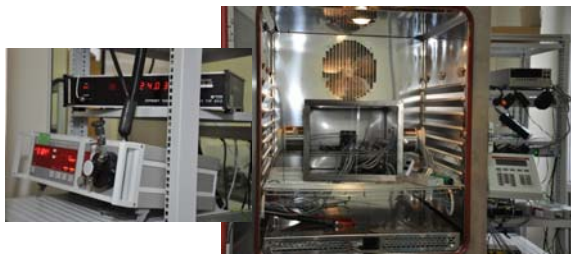
całkowita komór waha się od 350 litrów do 500. Znajomość rozkładu temperatury jest źródłem danych, niezbędnych do oszacowania istotnych składowych niepewności w budżecie dla wilgotności względnej. Zgodnie z założeniami zawartymi w przewodnikach [4], [5] wzorcowaniu odnośnie wilgotności względnej mogą podlegać komory w własnym wymuszonym systemem cyrkulacji powietrza.

Rozkład przestrzenny komory klimatycznej

Komory klimatyczne wykorzystywane są jako przyrządy pomiarowe m.in. w przemyśle motoryzacyjnym lub laboratoriach badawczych o charakterze medycznym, farmaceutycznym lub środowiskowym. W laboratoriach wzorcujących komory klimatyczne wykorzystuje się jako generatory określonych warunków temperatury i wilgotności względnej przy ciśnieniu zbliżonym do atmosferycznego. Wartości odniesienia wilgotności względnej obliczane są najczęściej za pomocą dwóch wielkości mierzonych bezpośrednio temperatury punktu rosy i temperatury powietrza.

W komorze klimatycznej występują strugi powietrza o różnej temperaturze i wilgotności, ponieważ wewnątrz znajdują się elementy o różnej temperaturze - grzałka, parownik i nawilżacz, a powietrze przepływające nie zdąży się wystarczająco wymieszać. Powodowałoby to dosyć duże niepewności wzorcowania, z uwagi na wielkość przedziałów zmienności temperatury i wilgotności. Niewielkie prace adaptacyjne dokonane w komorze klimatycznej pozwalają na uzyskanie parametrów metrologicznych wystarczających by wykorzystać ją do zbudowania wzorca odniesienia wilgotności względnej. Udoskonalenia polegały na stworzeniu obudowanej mniejszej przestrzeni pomiarowej z własnym obiegiem powietrza tzw. kasety pomiarowej.

Badania charakterystyk zostały przeprowadzone na stanowisku pomiarowym w Pracowni Wilgotności, przeznaczonym do przekazywania spójności pomiarowej dla higrometrów, termohigrometrów i psychrometrów. Pomiary wykonano w komorze klimatycznej CTS oraz w Heraus. Wykorzystano wzorce odniesienia: wzorzec temperatury punktu rosy – higrometr DP30-BCS-K2 z chłodzonym lustrem o niepewności rozszerzonej pomiaru temperatury punktu rosy równej 0,04°C i termometr kwarcowy 511E o niepewności rozszerzonej pomiaru temperatury równej 0,03 °C. Procedura wzorcowania była zgodna z opracowaną przez Pracownię Wilgotności instrukcją wzorcowania [1], w której jest opisana szczegółowo metodyka pomiaru, sposób postępowania oraz modele pomiaru i szacowania niepewności, które są zgodnie z wymaganiami [2]. Poniższy rysunek prezentuje wzorzec odniesienia wilgotności względnej.



Rys. 1. Wzorzec odniesienia wilgotności względnej w Pracowni Wilgotności

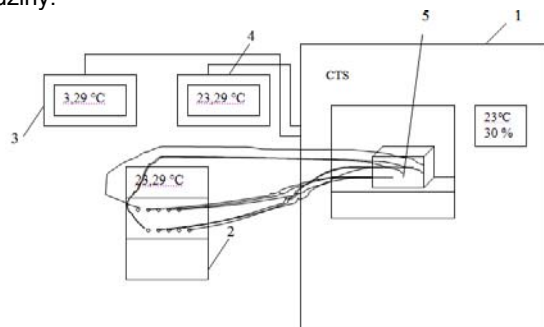
Podczas pomiaru, a także pełniejszego udokumentowania charakterystyk metrologicznych wzorca odniesienia wilgotności względnej wykorzystano mostek termometryczny F600 ze skanerem 10 kanałowym i kompletem 10 czujników Pt100 typu T100-200-1, przystosowanych konstrukcyjnie do badania rozkładów temperatury w komorach klimatycznych.

W celu uzyskania jak najmniejszych niepewności podczas badania rozkładów przestrzennych wewnątrz komór klimatycznych CTS i Heraus umieszczona została kasetka pomiarowa, wyposażona we własny wentylator, w której można uzyskać znacznie lepszą jednorodność termodynamiczną, a w konsekwencji mniejsze niepewności wzorcowania niż w całej przestrzeni komory. Z przeprowadzonych wcześniej badań wynikało że gradient przestrzenny kasetki dla temperatury jest o rząd wielkości mniejszy od gradientu w całej przestrzeni komory klimatycznej.

Pomiary wykonane były dla różnych temperatur w następujących punktach:

- 40 °C, - 30 °C, - 20 °C, - 10 °C, 0 °C, + 10 °C, + 23 °C, + 35 °C, + 40 °C, + 50 °C, + 60 °C, + 70 °C, + 80 °C, + 90 °C, + 95 °C.

Czas potrzebny do stabilizacji wynosił około 2 godzin. Przyjęto, że układ ustabilizował się, gdy zmiany temperatury nie były większe niż $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ w czasie 0,5 godziny.

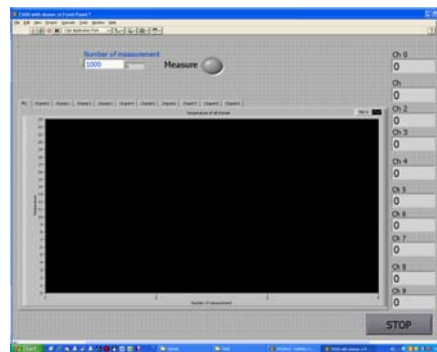


Rys. 2. Wzorzec odniesienia wilgotności względnej w Pracowni Wilgotności

Opis rys. 2:

- 1 – komora klimatyczna,
- 2 – mostek termometryczny ze skanerem i kompletem 10 czujników Pt100,
- 3 – higrometr punktu rosy z chłodzonym lustrem typ DP30-BCS-K2,
- 4 – termometr kwarcowy typ 511E,
- 5 – kasetka pomiarowa.

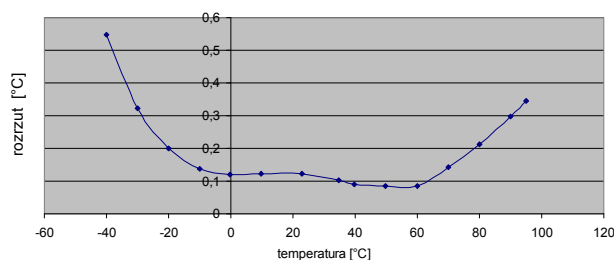
W celu prowadzenia ciągłych pomiarów rozkładu temperatury w komorze klimatycznej wykonano aplikację w środowisku programowym LabView.



Rys. 3. APLIKACJA LabView – „Rozkład temperatury.vi”

Wyniki

Badanie rozkładu temperatury polegało na określeniu stopnia jednorodności i jednocześnie stabilności temperatury wewnątrz komór klimatycznych. Zarówno jednorodność jak i stabilność w czasie [5] są elementami niezbędnymi do wzorcowania komór klimatycznych.



Rys. 4. Badanie rozkładu temperatury w komorach klimatycznych CTS oraz Heraus

Z powyższego wykresu wynika, że maksymalny rozrzut wartości średniej 10 czujników dla zakresu w przedziale temperatur od -20 °C do + 60 °C jest w przedziale od 0,14 °C do 0,08 °C.

Wnioski i podsumowanie

Dzięki zmodyfikowanemu układowi pomiarowemu możliwe było przebadanie rozkładów temperatury w komorach klimatycznych. Doprowadziło to do zwiększenia dokładności i pełniejszego udokumentowania charakterystyk metrologicznych oraz porównania rozkładów temperatur przeprowadzonych w komorach klimatycznych stanowiska wzorca odniesienia wilgotności względnej.

Otrzymane wyniki wskazują na potrzebę dalszego udoskonalenia wzorca odniesienia wilgotności względnej, gdzie komora klimatyczna jest głównym generatorem.

Autorzy: mgr Iwona Wiśniewska, Główny Urząd Miar, Samodzielne Laboratorium Termometrii, ul. Elekoralna 2, 00-139 Warszawa, E-mail: i.wisniewska@gum.gov.pl.

LITERATURA

- [1] Instrukcja wzorcowania przyrządów elektronicznych do pomiaru wilgotności względnej i temperatury powietrza przy zastosowaniu komory klimatycznej IW3-T.H. Dokument systemowy Głównego Urzędu Miar, wydanie 6, 2015 r.
- [2] Guide to the Expression on Uncertainty in Measurement, ISO 1993, Tłumaczenie polskie: Główny Urząd Miar, 1999.
- [3] Flakiewicz K., Jarosz R., Metody pomiarowe i szacowanie niepewności w pomiarach higrometrycznych, Główny Urząd Miar, 2011.
- [4] EURAMET cg-20, Calibration of temperature and/or Humidity Controlled Enclosures, Version 4.0 (02/2015)
- [5] DKD-R 5-7: Calibration of Climatic Chambers.(2004) English Translation (2007)