

Komputeryzacja wzorca podstawowego wilgotności – generatora temperatury punktu rosy

Rafał Jarosz, Krzysztof Flakiewicz

Podstawową wielkością w pomiarach wilgotności powietrza jest temperatura punktu rosy, która określa temperaturę powietrza, w której zawarta w nim para wodna osiąga stan nasycenia. Do wzorcowania przyrządów do pomiaru wilgotności powietrza w Laboratorium Wilgotności Głównego Urzędu Miar przeznaczone są trzy stanowiska pomiarowe; dwa dla temperatury punktu rosy i jedno dla wilgotności względnej. Generator temperatury punktu rosy stanowi główny element wzorca podstawowego wilgotności powietrza, przy wykorzystaniu którego wzorcowane są wzorcowe higrometry punktu rosy z chłodzonym lustrem.

W obliczeniach higrometrycznych zasadnicze znaczenie mają zależności ciśnienia cząstkowego nasyconej pary wodnej p_w i p_i od temperatury (w fazie czystej, nad płaską powierzchnią wody). Gdy temperatura wyrażana jest w kelwinach (wg skali temperatur ITS 90), a obliczane ciśnienia cząstkowe mają być wyrażane w paskalach, zależności te mają następującą postać [1], [2]:

dla wody:

$$\ln p_w(T) = -6096,9385 \cdot T^{-1} + 21,2409642 - 2,711193 \cdot 10^{-2} \cdot T + 1,673952 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 2,433502 \cdot \ln T$$

dla lodu:

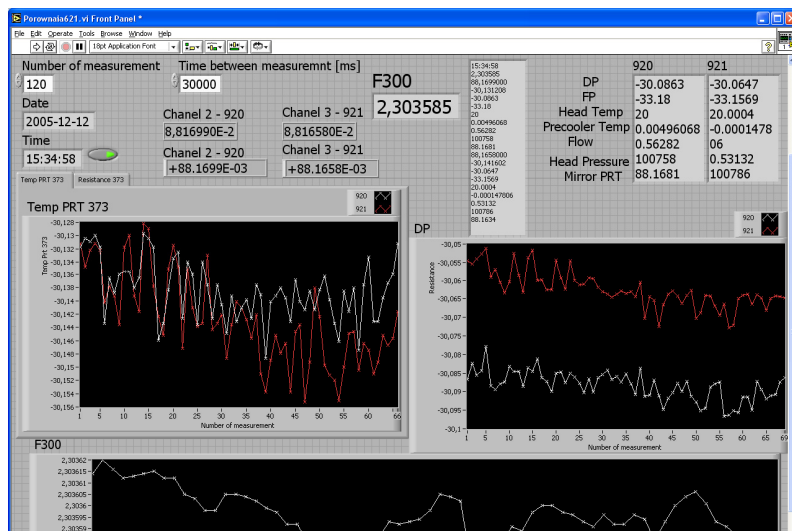
$$\ln p_i(T) = -6024,5282 \cdot T^{-1} + 29,32707 + 1,0613868 \cdot 10^{-2} \cdot T + 1,3198825 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 0,49382577 \cdot \ln T$$

gdzie: p_w, p_i – ciśnienia cząstkowe nasyconej pary wodnej dla wody i lodu, T – temperatura.

Zakres przeprowadzanych wzorcowań obejmuje przedział od -80 °C do $+95$ °C temperatury punktu rosy. Wyróżniamy dwie wersje generatora temperatury punktu rosy DPG1: od -80 °C do około $+20$ °C (dew point generator) oraz DPG2: od $+10$ °C do $+95$ °C [3, 4]. Generator temperatury punktu rosy jest jedynym podstawowym wzorcem wilgotności w Polsce. Walidacja wzorca podstawowego została przeprowadzona poprzez międzynarodowe, kluczowe porównania wielostronne EUROMET P621 oraz P717. Wynikiem końcowym porównań jest zaakceptowana w tabelach CMC wartość niepewności rozszerzonej w przedziale od $0,03$ °C do $0,3$ °C w zależności od zakresu (dla $k = 2$ przy poziomie ufności 95 %).

Podczas przeprowadzania wzorcowań oraz badań z udziałem generatora temperatury punktu rosy rejestrowanych jest wiele wielkości pomiarowych. Są to m.in. rezystancja czujnika SPRT, stosunek wartości oporu czujnika SPRT i opornika wzorcowego, temperatura punktu rosy lub szronu higrometru, ciśnienie atmosferyczne, ciśnienie głowicy pomiarowej higrometru, przepływ, temperatura systemu wspomagającego chłodzenie lustra higrome-

tru, warunki otoczenia (temperatura, ciśnienie, wilgotność względna). Ze względu na potrzebę rejestracji dużej liczby danych zostały stworzone aplikacje w środowisku LabView. Zapewniona została możliwość łączenia pojedynczych modułów w większe aplikacje w zależności od potrzeb.



Rys. 1. Aplikacja wykorzystana do rejestracji danych podczas porównania EURAMET P621

W pracy przedstawiono budowę i zasadę działania obydwu wersji generatora temperatury punktu rosy, strukturę układów pomiarowych, w których wykorzystano różne typy interfejsów pomiędzy elementami systemu pomiarowego. W dalszej części omówiono wykorzystanie środowiska programowalnego LabView podczas rejestracji charakterystyk metrologicznych stanowiska wzorcującego oraz wzorcowych higrometrów punktu rosy z chłodzonym lustrem.

Literatura

1. Sonntag D.: *Important New values of the physical constants of 1986, vapour pressure formulations based on the ITS-90, and psychrometr formulae*, Zeitschrift fur Metrologie, (1990), 340-344.
2. A Guide to the Measurement of Humidity, Published by the Institute of Measurement and Control, London (1996), 53-54.
3. Flakiewicz F.: *Improvement of the primary humidity standard in GUM, 8th International Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science*, TEMPMEKO. Berlin, (2001).
4. Flakiewicz K.: *Instrukcja wzorcowania wzorcowych higrometrów punktu rosy z chłodzonym lustrem w odniesieniu do wzorca podstawowego – generatora temperatury punktu rosy*, Instrukcja systemowa, 5th edition, (2010).