

**Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie**  
**INSTYTUT INŻYNIERII CHEMICZNEJ I PROCESÓW**  
**OCHRONY ŚRODOWISKA**

**Zakład Inżynierii Procesowej, Informatyki Procesowej**  
**i Ochrony Atmosfery**

**LABORATORIUM**  
**TERMODYNAMIKI PROCESOWEJ**

**„Parametry powietrza wilgotnego”**

**Opracował:**

**dr inż. Konrad Witkiewicz**

**Szczecin 2015**



## I. Podstawy teoretyczne

**Wilgotność objętościowa**  $\rho$  – masa pary cieczy odniesiona do objętości powietrza wilgotnego:

$$\rho = \frac{m_w}{V_{wp}} \left[ \frac{\text{kg pary wodnej}}{\text{m}^3 \text{ wilg. pow.}} \right]$$

**Wilgotność względna powietrza**  $\phi$  – stosunek wilgotności bezwzględnej objętościowej rzeczywistej do maksymalnej w danej temperaturze:

$$\phi = \left( \frac{\rho_w}{\rho_{w \max}} \right)_T$$

Wilgotność względna określa stopień nasycenia gazu wilgocią:  $\phi=1$  oznacza gaz nasycony.

Dla niewysokich ciśnień, wilgotność względna powietrza jest równa stosunkowi prężności pary do prężności pary nasyconej w danej temperaturze:

$$\phi = \left( \frac{p_w}{p_{w \text{ nas}}} \right)_T$$

**Wilgotność bezwzględna (masowa)**  $Y$  – zwana też wilgotnością absolutną lub zawartością wilgoci, oznacza masę pary wodnej przypadającej na 1 kg suchego powietrza:

$$Y = \frac{m_w}{m_{sp}} \left[ \frac{\text{kg pary wodnej}}{\text{kg such. pow.}} \right]$$

$$Y = 0,622 \frac{\phi p_{w \text{ nas}}}{P - \phi p_{w \text{ nas}}}$$

**Temperatura termometru suchego**  $T_s$  – temperatura roztworu gazowego gaz–para cieczy.

**Temperatura termometru wilgotnego**  $T_w$  – temperatura dynamiczna równowagi osiągnięta na powierzchni cieczy w przypadku, gdy dopływający do niej konwekcyjny strumień ciepła jest równy strumieniowi masy odpływającemu z tej powierzchni.

**Temperatura punktu rosy**  $T_{rs}$  – temperatura uzyskiwana po ochłodzeniu gazu wilgotnego do stanu nasycenia.

**Temperatura adiabatycznego nasycania**  $T_{sn}$  – temperatura, jaką osiąga gaz, opuszczający układ, w którym kontaktował się z nią w warunkach adiabatycznych.

**Entalpia powietrza wilgotnego** – suma entalpii powietrza suchego oraz entalpii zawartej w nim wilgoci:

$$i = i_{sp} + Y i_w \quad [\text{kJ} / \text{kg}]$$

**Wykres Molliera–Ramzina** – wykres zależności  $i=f(Y)$ , linie  $i$ ,  $Y$ ,  $T$ ,  $\phi=\text{const.}$  stanowią podstawową siatkę wykresu, często uzupełnioną o linie  $T_w$ ,  $T_{sn} = \text{const.}$

**Psychrometr aspiracyjny Assmanna** – przyrząd do pomiaru wilgotności względnej powietrza, jego zasada działania polega na wykorzystaniu tzw. efektu psychrometrycznego polegającego na obniżeniu temperatury czujnika termometru wilgotnego w wyniku adiabaticznego odparowania wilgoci z jego powierzchni.

## II. Instrukcja wykonania ćwiczenia

- a) Wyjąć probówkę do zwilżania koszulki termometru i napełnić ją wodą destylowaną.. Włożyć na kilkanaście sekund napełnioną probówkę do wewnętrznej tulejki izolacyjnej termometru na głębokość rozszerzenia środkowej części probówki.
- b) Pozostawić psychrometr na kilka do kilkunastu minut po zwilżeniu koszulki, w celu ustalenia się równowagi cieplnej między przyrządem a mierzonym powietrzem.
- c) Uruchomić wentylator.
- d) Po upływie 3 – 4 minut (tj. po ustaleniu się temperatur) odczytać wskazania termometrów z dokładnością do  $0,1^{\circ}\text{C}$ . W czasie odczytu wentylator musi pracować. Przy wykonywaniu odczytu nie zbliżać się zbyt do psychrometru i nie dotykać tulejek izolacyjnych.
- e) Znajdą temperaturę termometru suchego i wilgotnego, odczytać z wykresu  $i$ - $Y$ : entalpię powietrza, wilgotność względną i bezwzględną, ciśnienie cząstkowe pary wodnej w powietrzu oraz temperaturę punktu rosy.