

## Ćwiczenie 2

### POMIAR WILGOTNOŚCI POWIETRZA PSYCHROMETREM ASSMANA

#### 2.1. Podstawy teoretyczne

Zawartość pary wodnej w jednostce objętości wilgotnego powietrza może być różna, nie może jednak przekraczać pewnej ściśle określonej ilości maksymalnej, zależnej od ciśnienia i temperatury.

Im temperatura powietrza jest wyższa, a ciśnienie niższe, tym większa staje się maksymalna zawartość pary wodnej w powietrzu. Jeżeli przy danym ciśnieniu i temperaturze powietrze zawiera maksymalną ilość pary wodnej, mówimy, że jest ono nasycone. W innych przypadkach mamy do czynienia z powietrzem nie nasyconym.

W powietrzu nasyconym para wodna znajduje się w stanie suchym nasyconym, w powietrzu nienasyconym – w stanie przegrzania. Wynika stąd, że w powietrzu nasyconym o temperaturze niższej od 100°C cząstkowe ciśnienie pary wodnej jest równe ciśnieniu nasycenia odpowiadającemu temperaturze powietrza. W powietrzu nie nasyconym cząstkowe ciśnienie pary wodnej jest mniejsze od ciśnienia pary nasyconej przy danej temperaturze powietrza.

Stopień wilgotności powietrza może być wyrażony w różnej formie: przez wilgotność bezwzględną lub przez wilgotność względną. Wilgotnością bezwzględną powietrza nazywa się masę pary wodnej wyrażoną w kilogramach lub gramach zawartą w 1 m<sup>3</sup> wilgotnego powietrza. Wilgotność bezwzględna jest wielkością identyczną z gęstością pary wodnej przy jej danym ciśnieniu cząstkowym i danej temperaturze powietrza.

Wilgotność względną powietrza jest to stosunek jego wilgotności bezwzględnej do wilgotności bezwzględnej powietrza nasyconego przy tej samej temperaturze. Wilgotność względną stanowi tym samym stosunek ciśnienia cząstkowego pary wodnej do ciśnienia stanu nasycenia w tej samej temperaturze

$$\varphi = \frac{p_v}{p_v^s} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

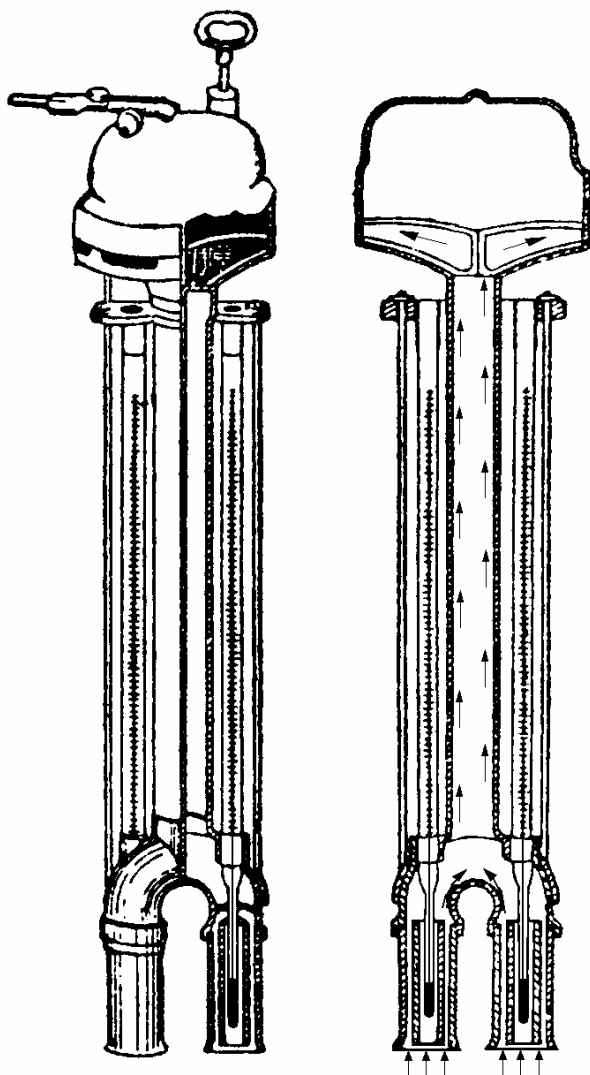
gdzie:  $\varphi$  – wilgotność względna powietrza, [%],

$p_v$  – ciśnienie cząstkowe pary wodnej, [Pa],

$p_v^s$  – ciśnienie pary wodnej nasyconej w danej temperaturze, [Pa].

#### 2.2. Przebieg badania

Metody psychrometryczne polegają na wykorzystaniu zjawiska obniżenia temperatury spowodowanego odparowaniem wody z wilgotnej powierzchni, którą otacza powietrze nienasycone. Podstawową część każdego psychrometru stanowią dwa jednakowe termometry, tzw. termometr suchy i mokry. Czujnik termometru mokrego owinięty jest koszulką z gazy lub batystu, zwilżoną wodą destylowaną. Przepływ powietrza nienasyconego w otoczeniu czujników termometrów wymuszony jest za pomocą wentylatora. W warstwie powietrza graniczącej bezpośrednio z czujnikiem termometru mokrego ustali się stan nasycenia. Podczas przepływu powietrza badanego o wilgotności względnej niższej od 100% woda, na skutek różnic ciśnień cząstkowych pary wodnej, odparowuje z koszulki czujnika termometru mokrego i ochładza go poniżej temperatury powietrza nienasyconego. Po osiągnięciu stanu równowagi wymiana ciepła i masy między powietrzem a zwilżoną koszulką ustali się i można dokonać odczytu temperatur na termometrze suchym oraz mokrym. Różnica wskazań tych termometrów tzw. różnica psychrometryczna, zależy od wilgotności badanego powietrza; jest ona tym większa im bardziej suche jest powietrze. W powietrzu nasyconym wskazania obydwu termometrów są jednakowe. Można przyjąć, że proces na powierzchni czujnika termometru mokrego przebiega adiabatycznie, to znaczy bez wymiany ciepła z otoczeniem, wówczas gdy zostanie wyeliminowany wpływ przewodności cieplnej oraz promieniowania. Im prędkość powietrza w pobliżu psychrometru jest większa, tym parowanie wody z tkaniny staje się intensywniejsze, a wpływ ubocznych czynników na temperaturę termometru mokrego zmniejsza się.



Rys. 2.1. Psychrometr Assmana.

Wilgotność powietrza można mierzyć między innymi psychrometrem Assmana. Składa się on z dwóch dokładnie atestowanych termometrów:

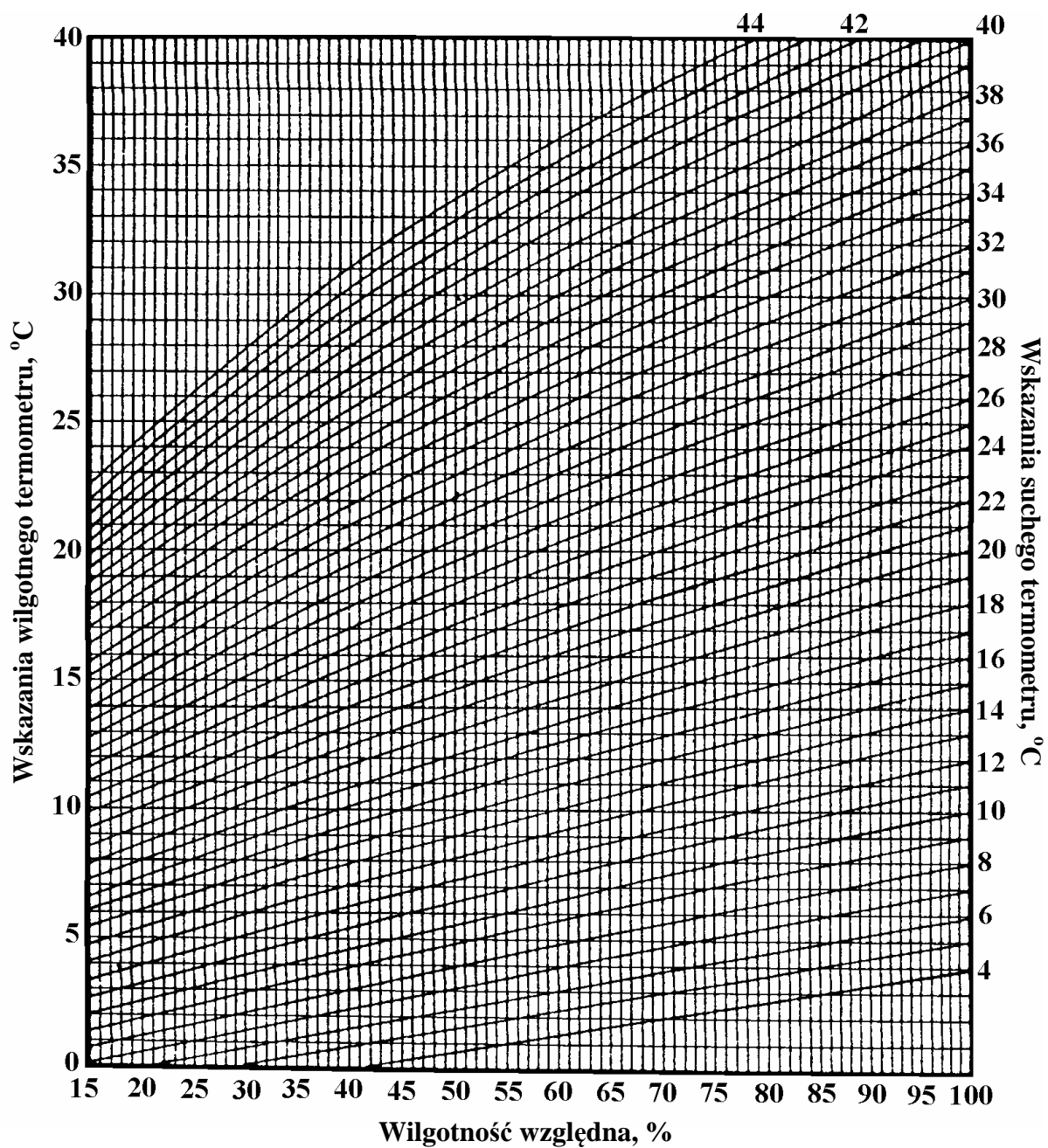
- suchego wskazującego temperaturę badanego powietrza,
- mokrego wskazującego temperaturę niższą wskutek odparowywania wilgoci z jego powierzchni.

Czujniki obu termometrów mają kształt cylindryczny o średnicy 4-4,5 mm i długości 8-12 mm. Termometry osadzone są w obudowie psychrometru w taki sposób, aby czujniki mogły być umieszczone w podwójnych osłonach metalowych obustronnie niklowanych. Powietrze przepływające wokół czujników w kanałach zasysane jest przez wentylator ze stałą prędkością 2-2,5 m/s. Koszulkę termometru mokrego należy każdorazowo przed pomiarem nawilżyć wodą destylowaną (gdy powietrze jest suche, czynność tę powtarza się kilkakrotnie w czasie pomiaru).

### 2.3. Opracowanie wyników

Na podstawie odczytanych wartości termometru mokrego i suchego można ustalić wilgotność względną powietrza posługując się wykresami przedstawionymi na rysunku 2.2.

Za pomocą psychrometrów można mierzyć wilgotność względną powietrza w zakresie 5-100% przy zmianach temperatury powietrza 0-50°C. Dokładność pomiaru wynosi  $\pm 3\%$ . W przypadku pomiarów wilgotności powietrza w temperaturach niższych od 0°C (ale niezbyt niskich) koszulkę termometru mokrego można zwilżać 3% roztworem wodnym formaldehydu. Zamiast termometrów cieczowych rozszerzalnościowych w psychrometrach można zastosować termometry manometryczne, elektryczne oporowe lub termopary.



Rys. 2.2. Wykresy dla psychrometru Assmana (przy  $v = 2,5 \text{ m/s}$ ).