

8 VLASTNOSTI VZDUCHU

CIEĽ LABORATÓRNEHO CVIČENIA

Cieľom laboratórneho cvičenia je oboznámiť sa so základnými problémami spojenými s meraním vlhkosti vzduchu, s fyzikálnymi veličinami súvisiacimi s vlhkosťou a základnými princípmi merania vlhkosti vzduchu.

ÚLOHY LABORATÓRNEHO CVIČENIA

- Meranie veličín potrebných na určenie vlastností vzduchu

TEORETICKÝ ÚVOD

Vlhkosť vzduchu je dôležitým parametrom v takmer každom z priemyselných odvetví. Medzi ne patria prevádzky potravinárskej a farmaceutickej výroby, drevospracujúce a papierenské podniky, sklady sypkých látok a taktiež procesy riadenia klimatizačných jednotiek. Množstvo vlhkosti má vplyv na kvalitu technologických procesov, preto je dôležité jej presné meranie. Na stanovenie vlhkosti vzduchu je nutné poznať dve stavové veličiny, teplotu a tlak a jednu veličinu, ktorá vyjadruje vlhkosť. Touto veličinou môže byť absolútna alebo relatívna vlhkosť, či rosný bod.

Absolútna vlhkosť – je definovaná ako hmotnosť vody vo forme vodnej pary, ktorá sa nachádza v danom objeme vzduchu.

$$H_{\text{abs}} = \frac{m_v}{V} \quad (8.1)$$

kde

H_{abs}	- absolútna vlhkosť	(g·m ⁻³)
m_v	- hmotnosť vody	(g)
V	- objem vzduchu	(m ³)

Saturačná vlhkosť – je definovaná ako maximálne množstvo vody, obsiahnuté v danom objeme vzduchu pri určitej teplote T a tlaku p .

$$H_{\text{sat}}(T) = \frac{m_{\text{max}}(T)}{V} \quad (8.2)$$

kde

$H_{\text{sat}}(T)$	- saturačná vlhkosť pri danej teplote	(g·m ⁻³)
$m_{\text{max}}(T)$	- maximálna hmotnosť vody	(g)
V	- objem vzduchu	(m ³)

Saturačná vlhkosť býva obvykle daná vo forme tabuľky, alebo ju možno vypočítať podľa Mangusovho vzťahu, pre tlak nasýtených pár pri danej teplote T platí

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

$$E(T) = 6,1 \cdot 10^{\frac{7,45 \cdot T}{235 + T}} \quad (8.3)$$

kde

$$E(T) \quad - \quad \text{tlak nasýtených pár} \quad (\text{hPa})$$

A potom pre saturačnú vlhkosť platí vzťah

$$H_{\text{sat}} = \frac{217,6}{273,15 + T} \cdot E(T) \quad (8.4)$$

Relatívna vlhkosť (RH) – je definovaná ako podiel z maximálneho možného množstva vody obsiahnutého v danom objeme vzduchu

$$H_{\text{rel}} = \frac{H_{\text{abs}}}{H_{\text{sat}}(T)} \cdot 100\% \quad (8.5)$$

kde

$$H_{\text{rel}} \quad - \quad \text{relatívna vlhkosť vzduchu} \quad (\%)$$

Suchý vzduch má $H_{\text{rel}} = 0\%$, a vzduch nasýtený vodnou parou $H_{\text{rel}} = 100\%$.

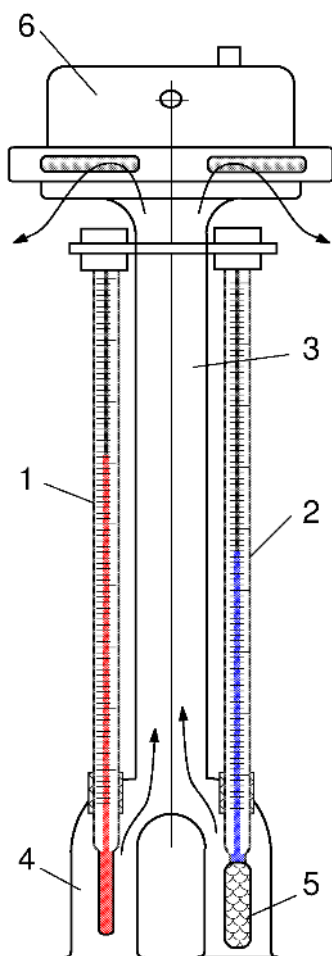
Rosný bod – je definovaný ako teplota, pri ktorej absolútna vlhkosť predstavuje nasýtenú vlhkosť ($H_{\text{rel}} = 100\%$). Pri teplote pod rosným bodom začne prebytočná voda kondenzovať a tvoriť rosu.

PSYCHROMETRICKÁ METÓDA

Pri tejto metóde sa vlhkosť vzduchu stanovuje pomocou psychrometrickej depresie, ktorá predstavuje rozdiel teplôt dvoch teplomerov. Zariadenie je zobrazené na obrázku 8.1. Suchý teplomer (1) slúži na meranie teploty vzduchu, mokrý teplomer (2) je trvalo vlhčený prostredníctvom savej textílie (punčošky (6)). Z povrchu vlhkého teplomera sa voda odparuje, čím tento teplomer ochladzuje. Rozdiel medzi nameranými údajmi z oboch teplomerov je tým väčší, čím je menšia relatívna vlhkosť, z dôvodu intenzívnejšieho odparovania. Vyhodnotenie rozdielu sa uskutočňuje tabuľkou

Tabuľka 8.1 Psychrometrická tabuľka

T_{such} (°C)	ΔT (°C)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20,0	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21,0	100	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26
22,0	100	92	84	76	68	61	53	47	40	34	28
23,0	100	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30
24,0	100	92	84	77	70	63	56	49	43	37	31



Obr 8.1 Assmanov psychrometer

alebo výpočtom podľa vzťahu

$$H_{\text{rel}} = \frac{E_{(T_m)} - A \cdot p \cdot (T_s - T_m)}{E_{T_s}} \quad (8.6)$$

kde

E	- tlak nasýtených pár pri danej teplote	(hPa)
p	- atmosférický tlak	(hPa)
A	- psychrometrická konštanta	(1)
T_s	- teplota suchého teplomera	(°C)
T_m	- teplota mokrého teplomera	(°C)

Rozdiel teplôt závisí od vlhkosti vzduchu, tlaku p a v značnej miere od rýchlosti prúdenia vzduchu okolo vlhkého teplomera. Assmanov psychrometer je vybavený vrtulou s pohonom (6), ktorej úlohou je zabezpečiť stabilné prúdenie rýchlosťou väčšou ako $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Svetová meteorologická organizácia stanovila hodnotu psychrometrickej konštanty pre vzduch $A = 0,00066$. Pre iné plyny ako vzduch je táto konštanta odlišná. So stúpajúcou nadmorskou výškou sa mení aj hodnota atmosférického tlaku, ktorá sa pri bežnejších meraniach zanedbáva, avšak pri vyšších požiadavkách na presnosť je nutné túto zmenu zohľadniť. Presnosť merania psychrometrickou metódou býva 1 – 2%.

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

HYGROSKOPICKÁ METÓDA

Patrí k najstarším spôsobom merania vlhkosti, ktorá využíva vlastnosti organických materiálov, ktoré pohlcovaním vlhkosti menia svoje fyzikálno-chemické vlastnosti. Najstarším používaným sorpčným materiálom je ľudský vlas, ktorý mení svoju dĺžku v závislosti od relatívnej vlhkosti až o 2,5%, pričom táto zmena nie je lineárna, ale približne logaritmická.

LABORATÓRNE CVIČENIE

PSYCHROMETRICKÁ METÓDA

Stanovte vlhkosť vzduchu použitím Assmanovho psychrometra na začiatku a na konci merania v priestoroch laboratória.

Meranie vlastností vzduchu psychrometrickou metódou:

Použitý materiál:

- voda
- vzduch

Prístroje a pomôcky:

- Assmanov psychrometer

Postup práce:

Navlhčíte punčošku Assmanovho psychrometra a skontrolujte či je dostatočne vlhká. Natiahnite mechanicky pružinu zariadenia a počkajte, kým sa obe teploty ustália. Čas potrebný na ustálenie je v rozsahu 3 až 5 min. Po odčítaní hodnôt teploty suchého a mokrého teplomera stanovte relatívnu vlhkosť vzduchu pomocou tabuľky a taktiež výpočtom. Výsledky porovnajte s hodnotou relatívnej vlhkosti odčítanej z digitálneho vlhkomera.

MERANIE ZMENY VLHKOSTI V SUŠIARNI

Stanovte zmenu relatívnej vlhkosti v komorovej sušiarne a úbytok kvapaliny pri vystavení kvapaliny prúdu teplého vzduchu.

Meranie vlastností vzduchu psychrometrickou metódou:

Použitý materiál:

- voda
- vzduch

Prístroje a pomôcky:

- Komorová sušiareň

Postup práce:

Do tácky v komorovej sušiarne nalejte vodu a odvážte jej množstvo. Z displeju odčítajte vstupné parametre sušiarne t.j. teplotu a relatívnu vlhkosť. Zapnite ventilátor a ohrev sušiarne. Do tabuľky si zaznamenávajú zmenu relatívnej vlhkosti, čas

LABORATÓRNE CVIČENIA Z VLASTNOSTÍ LÁTOK

merania, teplotu a úbytok kvapaliny. Údaje zaznamenávajúte každých 5 minút a vykonajte 7 meraní. Z nameraných údajov vytvorte grafickú závislosť úbytku vody za čas, a závislosť relatívnej vlhkosti v sušiarňi od času. Namerané údaje naznačte do Molierovho diagramu a odčítajte hodnotu entalpie vlhkého vzduchu pred a po zvlhčovaní.

ZÁVER