



Investice do rozvoje vzdělávání

VLHKÝ VZDUCH

Doc. Ing. Eva Janotková, CSc.

Obsah

1. Fyzikální základy vlhkého vzduchu
2. Vyjádření vlhkosti vzduchu
3. Entalpie vlhkého vzduchu a $h-x$ diagram vlhkého vzduchu
4. Izobarické změny stavu vlhkého vzduchu
 - 4.1 Ohřev a suché ochlazování vlhkého vzduchu
 - 4.2 Ochlazování vlhkého vzduchu s kondenzací páry
 - 4.3 Adiabatické míšení dvou a více proudů vlhkého vzduchu
 - 4.4 Vlhčení vzduchu
 - 4.5 Adiabatické odpařování vody a teplota mokrého teploměru

1. FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY VLHKÉHO VZDUCHU

Atmosférický vzduch je směs suchého vzduchu a jistého množství vody ve formě vodní páry (ve stavu sytém, nebo přehřátém), případně i ve formě mlhy. Tato směs se nazývá vlhký vzduch. Rozeznáváme vlhký vzduch:

- Nenasycený vlhkostí – obsahuje vodu ve formě přehřáté páry.
- Nasycený vlhkostí - obsahuje vodu ve formě syté páry - *je v něm obsaženo maximální možné množství vlhkosti ve formě páry*.
- Mlhový vzduch - vzduch přesycený vlhkostí – obsahuje větší množství vlhkosti, než odpovídá nasycenému vzduchu (nadbytečná vlhkost je vysrážena ve formě mlhy).

Při teplotě $t \geq 0$ °C je vzduch přesycený mlhou ve formě kapiček.

Při $t \leq 0$ °C je vzduch přesycený ledovou mlhou ve formě ledových krystalků či jinovatky.

Při $t = 0$ °C může mlhový vzduch obsahovat mlhu ve formě kapiček i ledovou mlhu.

Základní veličiny jednotlivých složek vlhkého vzduchu budeme rozlišovat indexy:

v - suchý vzduch,	k - voda ve skupenství kapalném,
p - přehřátá vodní pára,	t - voda ve skupenství tuhém,
p'' - sytá vodní pára,	bez indexu - vlhký vzduch.

Při tlacích blízkých atmosférickému (od 50 do 150 kPa), je možné jak suchý vzduch, který je směsí inertních plynů (obj. složení 78,1 % N₂, 21 % O₂, 0,9 % Ar, 0,03 % CO₂ a stopově Ne, He, Kr, H₂, Xe, O₃ aj.), tak vodní páru považovat za nedokonalé plyny, tzn. řídí se stavovou rovnicí pro ideální plyn.

Pro vlhký vzduch pak platí:

a) **Hmotnost vlhkého vzduchu m**

$$m = m_v + m_p + m_k + m_t \text{ [kg]}. \quad (1)$$

b) **Objem suchého vzduchu V_v i vodní páry V_p je roven objemu vlhkého vzduchu V (objem vodních kapiček a ledových krystalků je zanedbatelný)**

$$V_v = V_p = V \text{ [m}^3\text{]}. \quad (2)$$

c) Daltonův zákon – celkový tlak vlhkého vzduchu p se rovná součtu parciálních tlaků suchého vzduchu p_v a vodní páry p_p

$$p = p_v + p_p \text{ [Pa]}. \quad (3)$$

d) Stavová rovnice suchého vzduchu $p_v V = m_v r_v T \Rightarrow p_v , \quad (4)$

stavová rovnice vodní páry $p_p V = m_p r_p T \Rightarrow p_p , \quad (5)$

kde $r_v = 287 \text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ měrná plynová konstanta suchého vzduchu,
 $r_p = 462 \text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ měrná plynová konstanta vodní páry,
 $T \text{ [K]}$ teplota.

e) Měrné tepelné kapacity při stálém tlaku pro suchý vzduch i vodní páru jsou závislé na teplotě, ale pro široký rozsah teplot je můžeme nahradit konstantami.

Pro technické výpočty lze použít střední hodnoty měrné tepelné kapacity při konstantním tlaku:

Pro suchý vzduch - $\bar{c}_{pv} = 1,01 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ pro teploty -30 až 100 °C,

Pro vodní páru - $\bar{c}_{pp} = 1,84 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ do teploty 100 °C a do tlaku 10 kPa.

2. VYJÁDŘENÍ VLHKOSTI VZDUCHU

Pro určení stavu vlhkého vzduchu jsou nutné dvě základní stavové veličiny (např. tlak a teplota vlhkého vzduchu) a jedna veličina určující složení směsi, tj. veličina určující vlhkost vzduchu. Používá se:

Absolutní vlhkost vzduchu Φ - tj. hmotnost vodní páry, případně kapalné vody a ledu v objemové jednotce vlhkého vzduchu

$$\Phi = \frac{m_p + m_k + m_t}{V} \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}]. \quad (6)$$

V nenasyceném a nasyceném vlhkém vzduchu je $m_k = m_t = 0$ a z rovnice (2) $V = V_p$, a tedy po úpravě rovnice (6) dostáváme rovnici

$$\Phi = \frac{m_p}{V} = \frac{m_p}{V_p} = \rho_p \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}]. \quad (7)$$

Z této rovnice vyplývá, že **absolutní vlhkost** nenasyceného a nasyceného vzduchu je rovna hustotě vodní páry.

Relativní vlhkost φ - tj. poměr absolutní vlhkosti nenasyceného vzduchu a absolutní vlhkosti vzduchu nasyceného při téže teplotě. Je také rovna poměru parciálního tlaku vodních par ve vzduchu p_p k tlaku syté vodní páry při téže teplotě p_p'' .

$$\varphi = \frac{\rho_p}{\rho_p''} = \frac{p_p}{p_p''} . \quad (8)$$

Relativní vlhkost suchého vzduchu $\varphi = 0$ a nasyceného vzduchu $\varphi = 1$.

Měrná vlhkost x – tj. hmotnost vodní páry, případně i vody ve skupenství kapalném a tuhém, obsažená ve vlhkém vzduchu, jehož suchá část má hmotnost 1 kg

$$x = \frac{m_p + m_k + m_t}{m_v} \text{ [kg/kg s.v.] } . \quad (9)$$

Vztahy pro výpočet měrné vlhkosti závisí na stavu vlhkého vzduchu. Pro nenasycený vlhký vzduch platí vztah

$$x = \frac{m_p}{m_v} = 0,622 \frac{\varphi p_p''}{p - \varphi p_p''} \text{ [kg/kg s.v.] } . \quad (10)$$

Teplota rosného bodu vzduchu t_r – tj. teplota, při níž je vzduch při ochlazování vodními parami právě nasycen.

Teplota mokrého teploměru t_m – tj. teplota, kterou má v rovnovážném stavu teploměr nuceně obtékaný vlhkým vzduchem, jehož čidlo je obaleno mokrou punčoškou a dostatečně chráněno proti tepelnému záření.

Parciální tlak vodních par ve vzduchu p_p – tj. tlak, který je vázán s absolutní vlhkostí ρ_p stavovou rovnicí vodní páry (5).

Stanovuje se nejčastěji pomocí měření teploty vzduchu suchým a mokrým teploměrem. Pro výpočet je v praxi použitelná rovnice

$$p_p = p_{p,m}'' - A p (t - t_m), \quad (11)$$

kde $p_{p,m}''$ [Pa] je tlak sytých vodních par při teplotě t_m a A je psychrometrický součinitel (pro teploty $t_m \leq 30$ °C je $A = 662 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$).

3. ENTALPIE VLHKÉHO VZDUCHU A h - x DIAGRAM VLHKÉHO VZDUCHU

Entalpie vlhkého vzduchu h je důležitou veličinou pro tepelné výpočty. Vztahuje se podobně jako měrná vlhkost na 1 kg suchého vzduchu. Výpočtové vztahy závisí na stavu vlhkého vzduchu. Pro nenasycený a nasycený vlhký vzduch platí vztah

$$h = h_v + x h_p = \bar{c}_{pv} t + x (\bar{c}_{pp} t + l_{(23)0}) = 1,01t + x (1,84t + 2500)$$

$$[\text{kJ/kg s.v.}], \quad (12)$$

kde \bar{c}_{pv} a \bar{c}_{pp} jsou střední měrné tepelné kapacity při konstantním tlaku suchého vzduchu a vodní páry,

$\bar{c}_{pv} = 1,01 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ lze použít pro teploty -30 až 100 °C,

$\bar{c}_{pp} = 1,84 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ lze použít do teploty 100 °C a do tlaku 10 kPa,

t [°C] – teplota,

$l_{(23)0}$ – měrné výparné teplo vody při teplotě 0 °C.

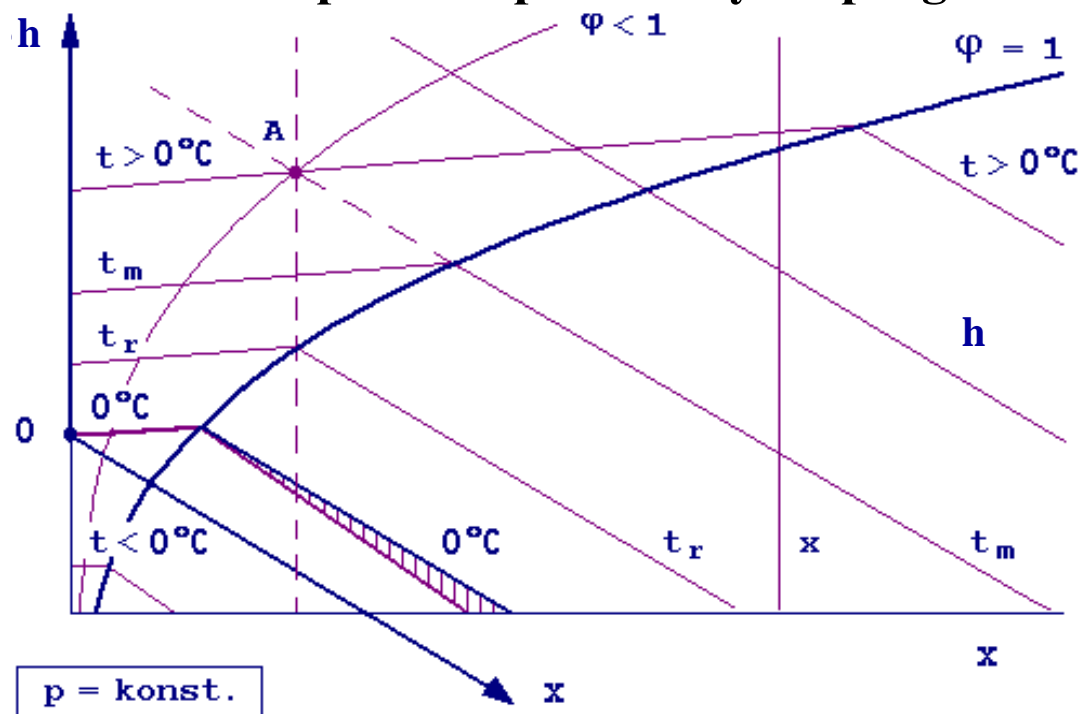
Stavy vlhkého vzduchu můžeme určovat pomocí počítačových programů. Některé veličiny můžeme stanovit i z tabulek. Převážně se však pro znázornění a výpočty izobarických změn stavu vlhkého vzduchu používá [h-x diagram vlhkého vzduchu podle Molliera](#) (obr. 1).

Diagram je konstruovaný pro určitý celkový tlak p vlhkého vzduchu. Vyjadřuje závislost základních stavových veličin h , x , t , φ , p_p . Z důvodu přehlednosti je $h-x$ diagram konstruován v kosoúhlé souřadné síti, nejčastěji s úhlem souřadnic 135° .

Na okraji $h-x$ diagramu bývá uvedeno tzv. **směrové měřítko** δ dané poměrem

$$\delta = \Delta h / \Delta x \text{ [kJ.kg}^{-1}\text{]}, \quad (13)$$

kde Δh a Δx jsou vzdálenosti dvou bodů ležících na přímce, která má směrnici δ .



Obr. 1 $h-x$ diagram vlhkého vzduchu

V $h-x$ diagramu jsou také někdy kresleny **čáry konstantních hustot vlhkého vzduchu** ρ . Hustota vlhkého vzduchu

$$\rho = \rho_v + \rho_p, \quad (14)$$

kde ρ_v , ρ_p jsou hustoty suchého vzduchu a vodní páry při jejich parciálních tlacích.

Po dosazení za hustoty ρ_v a ρ_p vyjádřené ze stavových rovnic (4) a (5) a následné úpravě dostaneme $\rho = f(p, T, p_p)$

$$\rho = \frac{1}{287 T} (p - 0,378 p_p). \quad (15)$$

Můžeme také vyjádřit $\rho = f(p, T, x)$, a to vztahem

$$\rho = \frac{p}{T r_p} \frac{x + 1}{x + 0,622}. \quad (16)$$

V horní části diagramu je někdy také vyneseno **směrové měřítko**, označované jako **faktor citelného tepla** \mathcal{G} . Je to měřítko definované poměrem citelného tepla Q_c k celkovému teple Q potřebnému k uskutečnění příslušné izobarické změny stavu vzduchu 1-2

$$\mathcal{G} = \frac{Q_c}{Q} . \quad (17)$$

Citelné teplo je teplo, které způsobuje zvýšení teploty

$$Q_c = m_v \bar{c}_{pv} (t_2 - t_1) = m_v \bar{c}_{pv} \Delta t . \quad (18)$$

Celkové teplo je součet tepla citelného a tepla vázaného Q_v a můžeme ho vyjádřit rozdílem entalpií dvou bodů ležících na přímce, která má směrnici \mathcal{G}

$$Q = Q_c + Q_v = m_v (h_2 - h_1) = m_v \Delta h . \quad (19)$$

Dosazením do rovnice (17) za Q_c a Q z rovnic (18) a (19) dostaneme

$$\mathcal{G} = \bar{c}_{pv} \frac{\Delta t}{\Delta h} . \quad (20)$$

Obě směrová měřítka δ i \mathcal{G} mají společný pól.

Počítačové programy pro výpočty vlhkého vzduchu

Počítačový program vytvořený na odboru termomechaniky a techniky prostředí, který najdete na adrese <http://otp.fme.vutbr.cz/~pavelek/vzduch-3.zip> umožňuje výpočet stavů vlhkého vzduchu, ale také výpočet izobarických dějů včetně zobrazení v $h-x$ diagramu, a to v rozsahu celkových tlaků od 50 do 150 kPa.

Další počítačový program vytvořený na odboru termomechaniky a techniky prostředí, který je přístupný na adrese <http://otp.fme.vutbr.cz/~pavelek/mollier.zip> slouží pro vykreslení $h-x$ diagramu v rozsahu celkových tlaků od 50 do 150 kPa.

Psychrometrický diagram v anglosaské literatuře

V anglosaské literatuře se používá psychrometrický diagram vlhkého vzduchu, který je rovněž konstruován v souřadnicích $h-x$, ale od Mollierova diagramu se liší otočenými souřadnými osami.

4. IZOBARICKÉ ZMĚNY STAVU VLHKÉHO VZDUCHU

4.1 Ohřev a suché ochlazování vlhkého vzduchu

Ohřev a ochlazování vlhkého vzduchu se obvykle provádí ve výměnících tepla. Aby při ochlazování vzduchu nenastala kondenzace páry, aby probíhalo suché ochlazování, musí být teplota povrchu chladiče vyšší než teplota rosného bodu vzduchu t_r . Při ohřevu vzduchu a při ochlazování vzduchu bez kondenzace páry se hmotnost vodní páry ve vzduchu nemění, a tedy tyto změny probíhají při $x = \text{konst}$ (obr. 3).

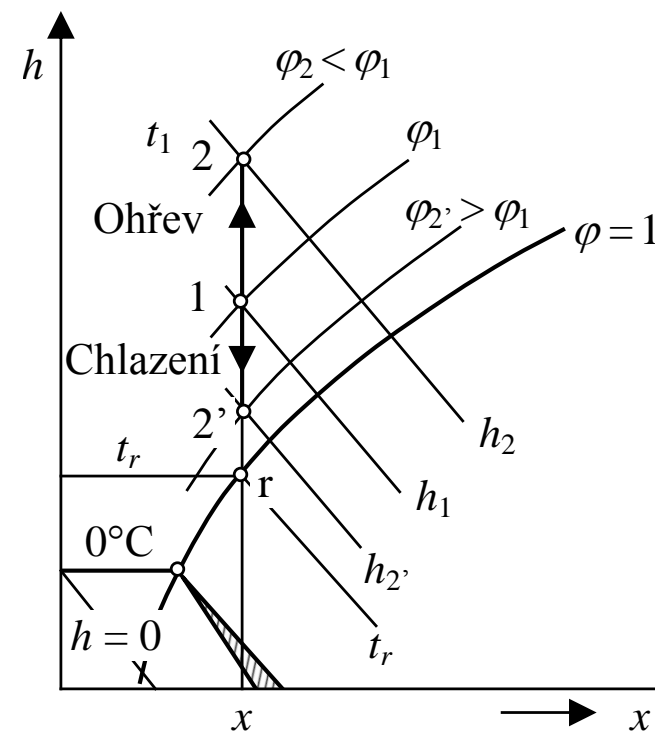
Při ohřevu vzduchu (1-2) jeho relativní vlhkost klesá, při ochlazování (1-2') se zvyšuje.

Tepelný tok přivedený vzduchu při ohřevu 1-2

$$\dot{Q}_{12} = \dot{m}_v (h_2 - h_1) \quad (21)$$

a tepelný tok odvedený při ochlazování 1-2' je

$$\dot{Q}_{12'} = \dot{m}_v (h_2' - h_1). \quad (22)$$



Obr. 3 Ohřev a ochlazování vlhkého vzduchu bez kondenzace páry

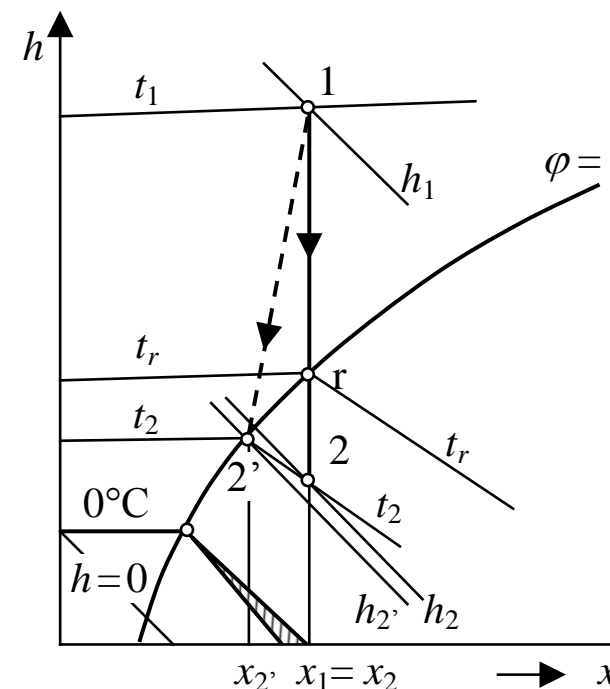
4.2 Chlazení vzduchu s kondenzací páry

Ochlazujeme-li vzduch daný stavem 1 (obr. 4) v chladiči, jehož povrchová teplota t_2 je nižší než teplota rosného bodu vzduchu t_r , zvětšuje se relativní vlhkost vzduchu, až v bodě r je vzduch vlhkostí nasycen. Při dalším ochlazování dojde ke kondenzaci nadbytečné vlhkosti na teplosměnném povrchu chladiče. Konečný stav vzduchu po ochlazení je dán bodem 2.

Odvodem zkondenzované vlhkosti z povrchu chladiče dostáváme u mokré teplosměnné plochy chladiče nasycený vzduch o teplotě t_2 charakterizovaný stavem 2'.

Děj probíhající v chladiči vzduchu s kondenzací páry je možné v h - x diagramu znázornit přímkou spojující stav 1, který odpovídá stavu vzduchu na vstupu do chladiče se stavem 2'.

Chlazením vzduchu s kondenzací páry vzduch nejen chladíme, ale také odvlhčujeme.

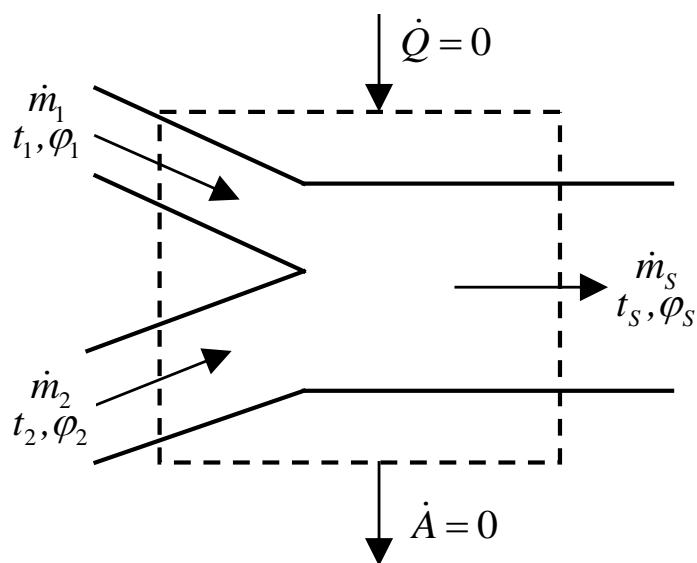


Obr. 4 Průběh chlazení vlhkého vzduchu s kondenzací páry

4.3 Adiabatické míšení dvou a více proudů vlhkého vzduchu

Ve vzduchotechnických zařízeních často dochází k míšení dvou proudů vzduchu o různých stavech, např. směšuje se vzduch venkovní se vzduchem cirkulačním, který se částečně vrací do oběhu po odsátí z místnosti.

Smísí-li se adiabaticky při stejném celkovém tlaku proud vlhkého vzduchu o stavu 1 a hmotnostním toku \dot{m}_1 s proudem vlhkého vzduchu o stavu 2 a hmotnostním toku \dot{m}_2 , vznikne směs o stavu S (obr. 5) a hmotnostním toku \dot{m}_S .



Obr. 5 Adiabatické míšení dvou proudů vlhkého vzduchu

Stav směsi se určuje z rovnice tepelné a vlhkostní bilance míšení.

Tepelná bilance má tvar

$$\dot{m}_{vS} h_S = \dot{m}_{v1} h_1 + \dot{m}_{v2} h_2 \Rightarrow h_S, \quad (23)$$

kde

$$\dot{m}_{v1} = \frac{\dot{m}_1}{1 + x_1}, \quad \dot{m}_{v2} = \frac{\dot{m}_2}{1 + x_2},$$

$$\dot{m}_{vS} = \dot{m}_{v1} + \dot{m}_{v2}.$$

Vlhkostní bilance je vyjádřena vztahem

$$\dot{m}_{vS} x_s = \dot{m}_{v1} x_1 + \dot{m}_{v2} x_2 \Rightarrow x_s . \quad (24)$$

Stav směsi S je určen h_s a x_s , které vypočítáme z rovnice (23) a (24).

Úpravou a vydělením bilančních rovnic (23) a (24) dostaneme

$$\frac{h_2 - h_s}{h_s - h_1} = \frac{x_2 - x_s}{x_s - x_1}$$

a odtud

$$\frac{h_2 - h_s}{x_2 - x_s} = \frac{h_s - h_1}{x_s - x_1} = \delta . \quad (25)$$

Z bilančních rovnic (23) a (24) také dostaneme

$$\frac{\dot{m}_{v1}}{\dot{m}_{v2}} = \frac{h_2 - h_s}{h_s - h_1} = \frac{x_2 - x_s}{x_s - x_1} . \quad (26)$$

Z rovnic (25) a (26) pak vyplývá, že v $h-x$ diagramu (obr. 6) leží stav směsi S na přímce spojující body 1 a 2 - na tzv. směšovací úsečce, a to ve vzdálenosti nepřímo úměrné hmotnostním tokům míšených proudů (\dot{m}_{v1} a \dot{m}_{v2}).

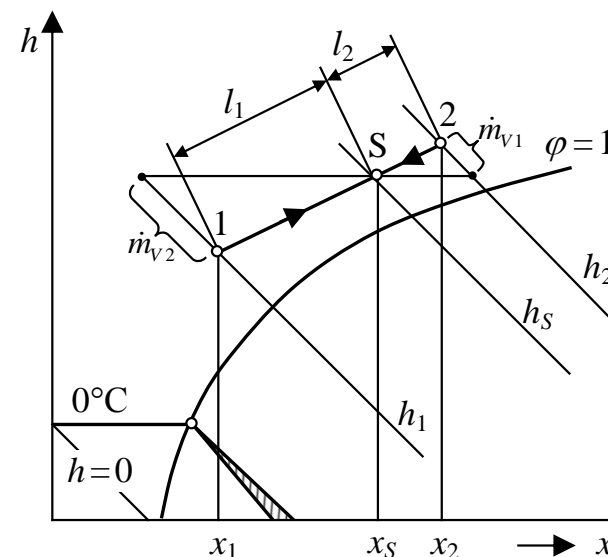
V praxi lze obvykle použít $\dot{m}_{v1} \approx \dot{m}_1$ a $\dot{m}_{v2} \approx \dot{m}_2$.

Po označení úseku $\overline{IS} \equiv l_1$ a úseku $\overline{S2} \equiv l_2$

můžeme psát

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{\dot{m}_{v1}}{\dot{m}_{v2}} \approx \frac{\dot{m}_1}{\dot{m}_2}.$$

Při míšení 3 a více proudů vlhkého vzduchu se nejnázne určí stav směsi výpočtem z tepelné a vlhkostní rovnice míšení, ze kterých vypočítáme entalpii směsi h_s a měrnou vlhkost směsi x_s . Další veličiny směsi pak můžeme např. odečíst z $h-x$ diagramu.



Obr. 6 Zobrazení adiabatické míšení dvou proudů vlhkého vzduchu v $h-x$ diagramu

4.4 Vlhčení vzduchu

Vlhčení vzduchu je v podstatě zvláštním případem směšování. Přivádíme-li vlhkému vzduchu o stavu 1 a hmotnosti suché složky m_v , vodu nebo vodní páru o hmotnosti m_w a měrné entalpii h_w , dostaneme vzduch o stavu 2. Entalpii a měrnou vlhkost tohoto vzduchu lze určit z rovnic pro tepelnou a vlhkostní bilanci vlhčení

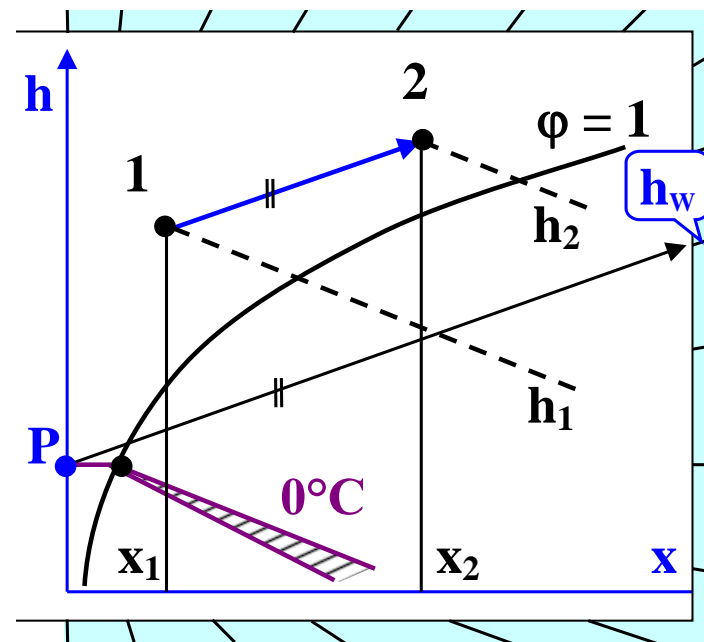
$$m_v h_2 = m_v h_1 + m_w h_w \Rightarrow h_2, \quad (27)$$

$$a \quad m_v x_2 = m_v x_1 + m_w \Rightarrow x_2. \quad (28)$$

Úpravou a vydělením rovnic (27) a (28) dostaneme

$$\delta = h_w = \frac{h_2 - h_1}{x_2 - x_1}. \quad (29)$$

Z této rovnice vyplývá, že **směr určující změnu stavu vzduchu v h - x diagramu je dán měrnou entalpií přídavné vlhkosti h_w** . Konečný stav vzduchu 2 (obr. 7) leží pak v průsečíku čáry o směru δ , vedené počátečním stavem 1, a čáry měrné vlhkosti x_2 , kterou určíme z rovnice (28).



Obr. 7 Vlhčení vzduchu

Vlhčení vzduchu v klimatizačních zařízeních

V klimatizačních zařízeních se provádí vlhčení vzduchu buď vodou, nebo parou.

Při vlhčení vzduchu vodou je směrnice vlhčení přibližně čára $h = \text{konst.}$, poněvadž směr děje se může pohybovat v rozmezí $\delta = 0$ až 418 kJ.kg^{-1} , což je měrná entalpie vody o teplotě (0 až 100) °C. Teplota vzduchu při vlhčení vodou klesá až na křivku nasycení a potom se mění již jen nepatrně.

Při vlhčení vzduchu sytou, nebo mírně přehřátou parou je teplota vzduchu až do stavu nasycení konstantní, nebo velmi mírně stoupá – v praxi nahrazujeme tento děj směrnicí $t = \text{konst.}$ Po nasycení vzduchu nastává rychlý vzrůst jeho teploty, neboť se uvolňuje kondenzační teplo.

4.5 Adiabatické odpařování vody a teplota mokrého teploměru

Stýká-li se nenasycený vlhký vzduch s vodní hladinou či mokrým povrchem, dochází k přenosu tepla a vlhkosti (k vypařování nebo kondenzaci) mezi vzduchem a vodní hladinou.

K vypařování dochází při teplotě hladiny vyšší, než je teplota rosného bodu vzduchu, ke kondenzaci v opačném případě.

Pokud uvažujeme adiabatické odpařování vody z vodní hladiny je veškeré teplo potřebné pro změnu skupenství dodáváno pouze konvekcí ze vzduchu a žádné teplo se nepřenáší zářením z okolního prostředí (povrchů).

Dle obr. 8, proudící vzduch o stavu 1 se stýká s vodní hladinou o teplotě t_h , tzn. se vzduchem nasyceným o téže teplotě, který je nad hladinou (stav h). Dochází k míšení vzduchu o stavu 1 se vzduchem o stavu h. Míšením vzniká směs, daná stavem S na směšovací úsečce 1-h.

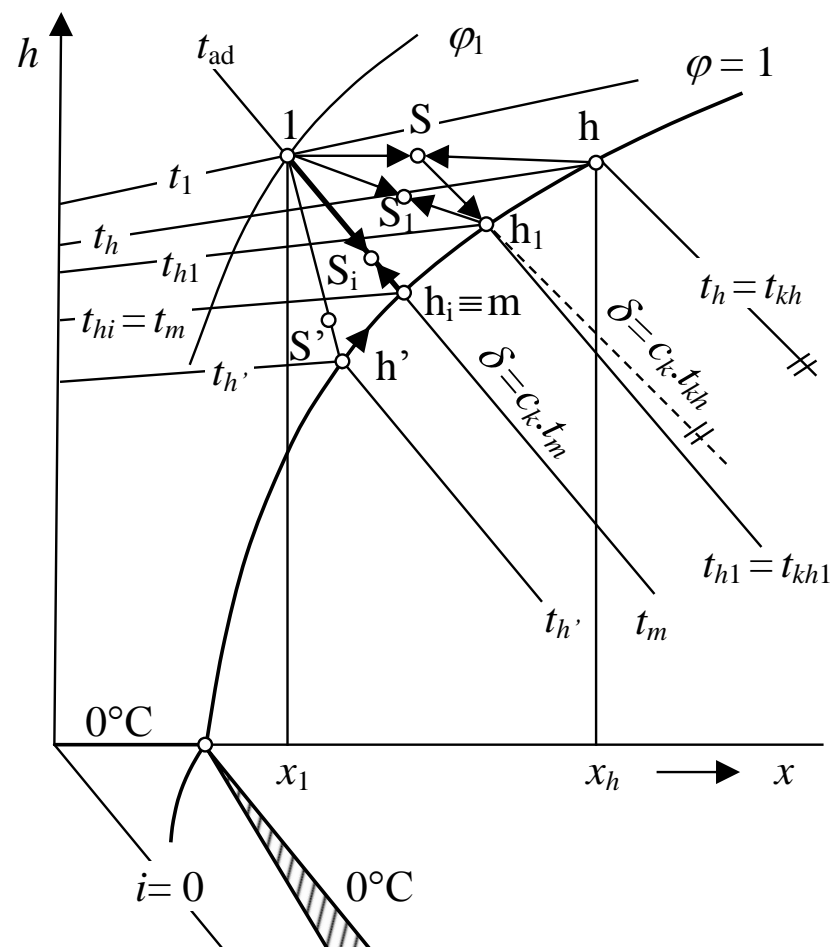
Tato směs proudí k vodní hladině, kde se nasytí vlhkostí vzniklou odpařením vody. Vlhčení probíhá ve směru

$$\delta = \Delta h / \Delta x = c_k t_h. \quad (30)$$

Nasyčenému vzduchu pak odpovídá stav daný bodem h_1 a tím i teplota vodní hladiny klesne na t_{h1} .

Za předpokladu, že probíhá adiabatické odpařování, klesá teplota vodní hladiny během opakovaného vlhčení směsi o stavu S až S_i tak dlouho, dokud se směšovací úsečka $1-h_i$ neshoduje se směrnici izotermy t_m z oblasti mlhového vzduchu.

Tzn., teprve tehdy, až padne bod h_i do bodu m (obr. 8), zůstane teplota vodní hladiny (teplota mokrého povrchu) stálá. Pak také směr změny stavu vzduchu (míšení a vlhčení) je stálý a probíhá po přímce spojující vzduch o stavu 1 se vzduchem nasyceným o teplotě vodní hladiny t_m , tj. se vzduchem o stavu m .



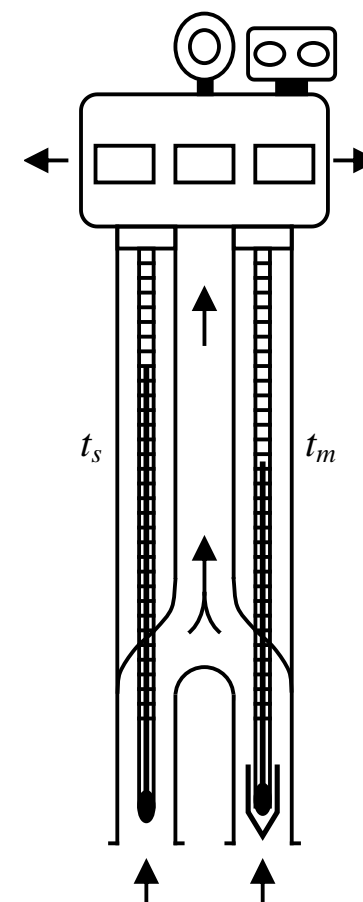
Obr. 8 Adiabatické odpařování vody z vodní hladiny

Teplota vodní hladiny t_m je taková teplota, při níž všechno teplo potřebné k adiabatickému odpaření vody z hladiny je dodáno ze vzduchu. Tato teplota se proto také označuje jako teplota mezního adiabatického ochlazení t_{ad} .

Izotermy mezního adiabatického ochlazení, které někdy bývají zakresleny v h - x diagramu vlhkého vzduchu, mají stejný směr jako izotermy v oblasti přesyceného vzduchu, ale probíhají nad křivkou nasycení.

V případě, že teplota vodní hladiny je nižší než teplota mezního adiabatického ochlazení, ($t_h < t_{ad}$ v obr. 8), pak probíhá tento děj opačně, tzn., teplota hladiny při adiabatickém odpařování vzrůstá až do rovnovážného stavu daného teplotou t_{ad} .

Uvedeného jevu ochlazování mokrého povrchu při styku s proudícím vzduchem je využito při **měření vlhkosti vzduchu aspiračním psychrometrem**, který se skládá ze dvou teploměrů, suchého a mokrého. Mokrý teploměr má teploměrnou jímku vlhčenou. Malý ventilátor zajišťuje proudění vzduchu kolem obou teploměrů.



Obr. 9
Assmannův
aspirační
psychrometr

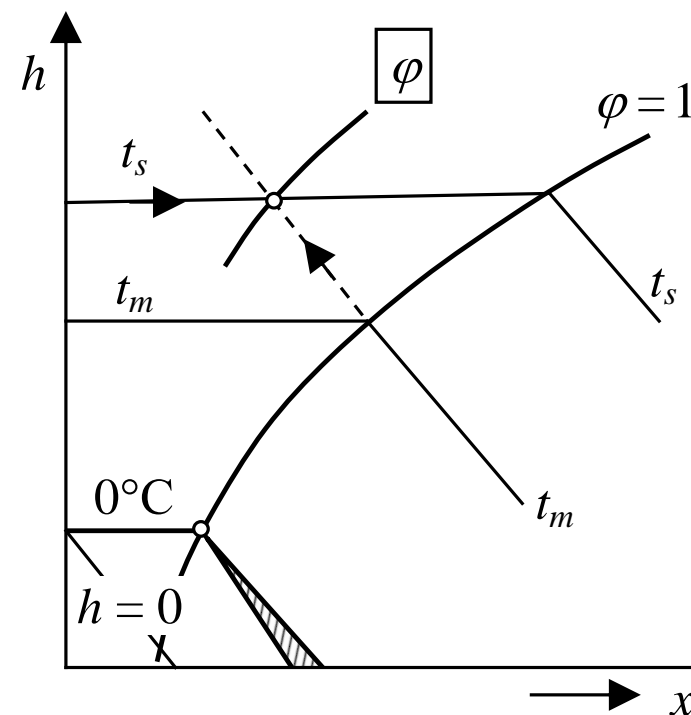
Při proudění vzduchu kolem mokrého teploměru nastává odpařování vody a ta se ochladí až na teplotu t_m – **teplotu mokrého teploměru**. Druhým teploměrem (suchým) měříme teplotu t_s – **teplotu suchého teploměru**.

Teorie psychrometru se zakládá na předpokladu, že teplota mokrého teploměru t_m se shoduje s teplotou mezního adiabatického ochlazení t_{ad} .

Stav vzduchu, a tedy i jeho relativní vlhkost φ , lze stanovit z diagramu $h-x$ pro celkový tlak vzduchu p odpovídající tlaku v měřeném vzduchu (obr. 10).

Bod určující stav vzduchu leží v průsečíku izotermy t_s a izotermy mezního adiabatického ochlazení t_{ad} .

Pokud nejsou izotermy t_{ad} v $h-x$ diagramu zakresleny pak leží v průsečíku izotermy t_s s izotermou t_m prodlouženou z oblasti přesyceného vzduchu do oblasti nenasyceného vzduchu.



Obr. 10 Určení relativní vlhkosti vzduchu z teploty suchého a mokrého teploměru