

Příklady úloh měření vlhkosti plynů (část 1)

Přihlédne-li se k rozsahu použití technických plynů, medicinálních plynů a rovněž stlačeného vzduchu, lze konstatovat, že projektanti a technologové v daném oboru to nemají jednoduché. Jednak mnohdy není technické zadání měření vlhkosti plynu plně podloženo zadáním požadovaných hygrometrických parametrů a jednak se často objevuje nepochopení vhodnosti použití jednotlivých hygrometrických veličin. Tento příspěvek k dané problematice si klade za cíl popsat některé příklady z praxe a zásady v oboru měření vlhkosti plynů.

Oblasti měření vlhkosti plynů

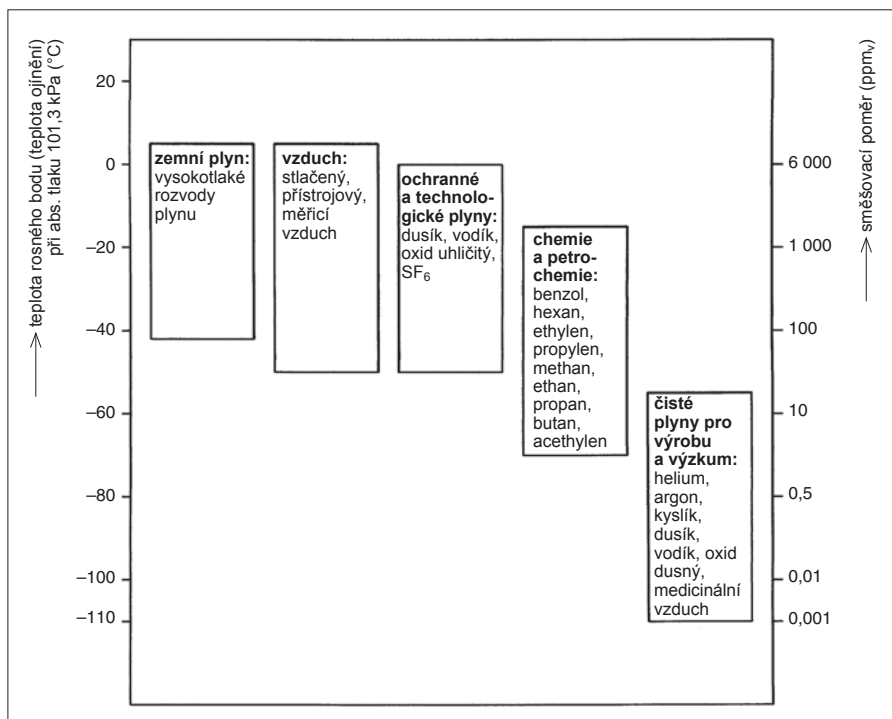
Rozsah oblastí měření vlhkosti plynů ukazuje obr. 1. Z uvedených hodnot teploty rosného bodu (bodů ojinění) a jim odpovídajících koncentrací vodní páry udaných směšovací poměrem (ppm_v) daných specifickými požadavky technologického procesu je zřejmé, že každá zde uvedená oblast klade jiné kvalitativní požadavky na vlastní měřicí systém a s tím související měřicí trakt.

Mnohdy není ani exaktně známo, ve které části oboru měření vlhkosti se daný technologický proces bude pohybovat. Buď jde o údaje v projektu neuvedené, nebo teprve budou měření v daném technologickém zařízení zjištěny. Potom nezbyvá, než vyvinout úsilí k získání hygrometrických hodnot technologického procesu, které umožní zvolit vhodný měřicí rozsah a také rozhodnout, jaký měřicí systém bude dané úloze vyhovovat, a to jak po stránce přesnosti měření, tak z hlediska nákladů na pořízení a údržbu.

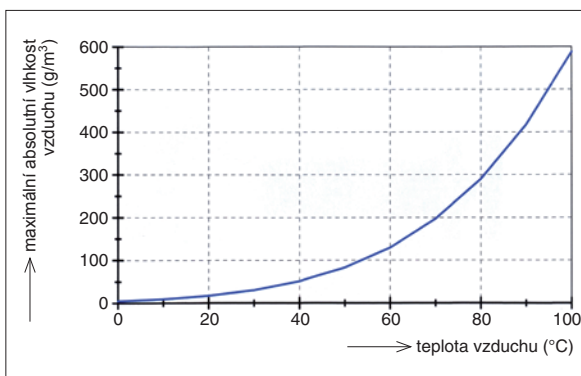
Pro první orientaci může dobře posloužit závislost maximální absolutní vlhkosti (g/m³) vztažené k maximální hodnotě teploty, která se v dané technologii může vyskytnout – viz obr. 2. Například v sušárně cihelných výrobků při provozní teplotě +80 °C bude v průběhu sušení ve vzduchu vždy méně než 291 g/m³ vodní páry. Nebo při nasávání vzduchu zvenčí do zařízení pro jeho vysoušení nemůže být obsah vodní páry za letních teplot zhruba +35 °C a po bouřce při přibližně 90% relativní vlhkosti větší než asi 35 g/m³. V tom případě stačí zvolit rozsah měření teploty plynu do +50 °C a teploty rosného bodu do +40 °C, to vše vztaženo k atmosférickému tlaku 101,3 kPa.

Příklady z praxe

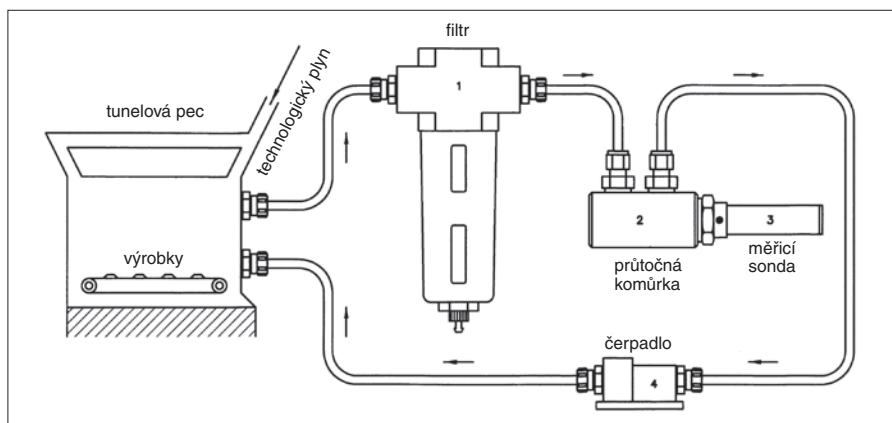
Mnoho úloh je komplikováno tím, že se v daném zařízení nevyskytuje takový přetlak plynu, který by umožnil jeho dopravu k mě-



Obr. 1. Oblasti měření vlhkosti plynů

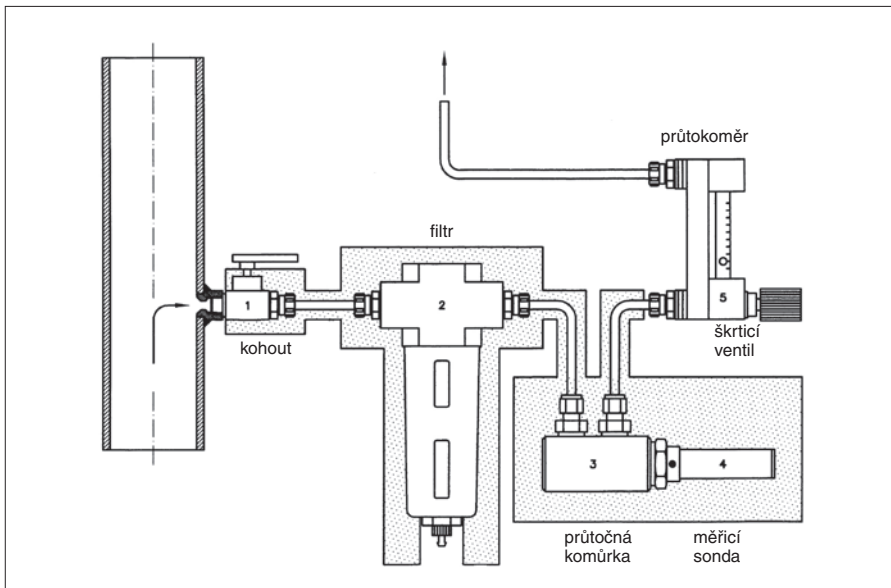


Obr. 2. Graf závislosti nasycení vzduchu vodní parou při dané teplotě

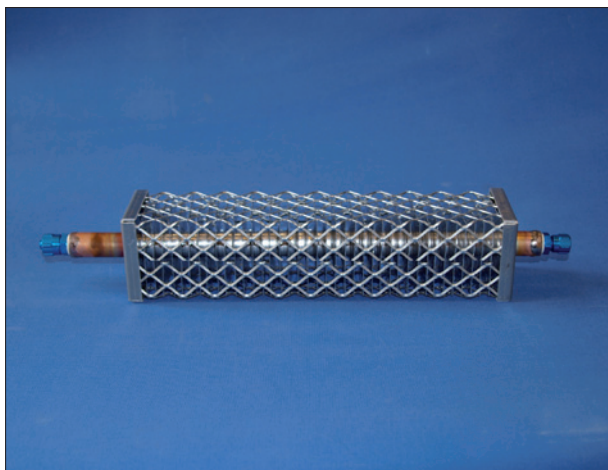


Obr. 3. Měření vlhkosti pevné atmosféry

řicímu systému. Tedy nezbyvá, než si pomoci vhodným čerpadlem. Na obr. 3 je schematicky znázorněna pec, do které je vháněna směs plynů určených k úpravě výrobků. Požadavkem technologického procesu je určitá vlhkost plynů v peci. Pro její změření a udržování je nutné pecní atmosféru kontinuálně „odtahovat“ přes filtr pevných částic do průtočné komůrky s našroubovanou měřicí sondou



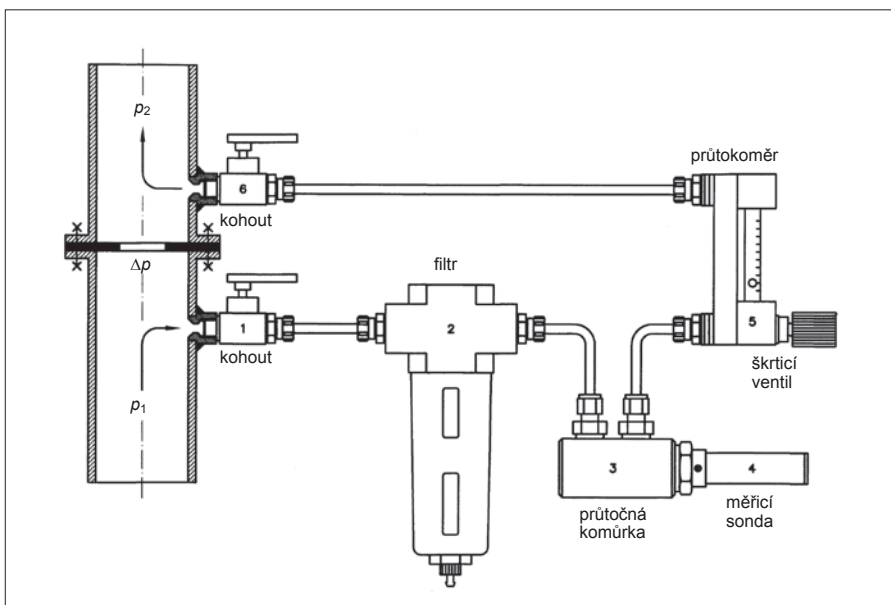
Obr. 4. Měření vlhkosti bioplynu



Obr. 5. Tepelný výměník plyn-vzduch pro ochlazení měřeného plynu

a membránovým čerpadlem ji vracet zpět.

Komplikace nastává také v případě plynu teplého a velmi vlhkého. U něj vznikají problémy s kondenzací vodní páry v něm obsažené. Jde např. o měření vlhkosti bioplynu. Bioplyn může mít teplotu do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplota okolí, a tím také teplota součástí měřicího traktu, bývá nižší, takže vodní pára obsažená v plynu má ideální podmínky pro kondenzaci, která může měření znemožnit.



Obr. 6. Měření vlhkosti plynu v obtoku hlavního potrubí

● Řešíte problematiku měření a regulace vlhkosti v technologických procesech?

● Máte problémy s kalibrací svých měřicích přístrojů pro měření vlhkosti?

Odbornou pomoc Vám nabízí vývojově-výrobní společnost:

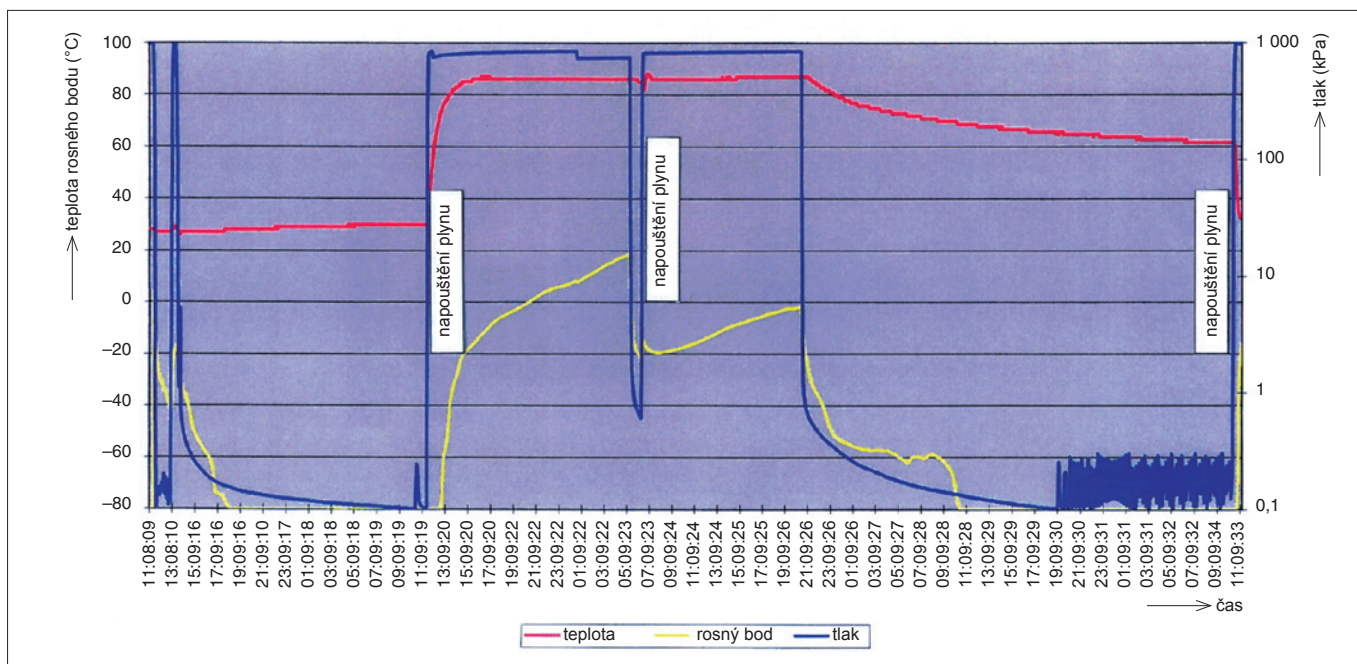


Dodáme vám následující prvky sensorového systému HUMISTAR se zajištěním jejich odborného servisu a kalibrace:

- Měřicí sondy rel. vlhkosti a teploty nebo rosného bodu a teploty s frekvenčním výstupem v provedení atmosférickém, tlakovém a pro HVAC.
- Inteligentní převodníky vlhkosti a teploty řady A, H a S v kabelovém, nástěnném a kanálovém provedení. Aktivní výstupy 0/4...20 mA a 0...5/10 V s galvanickým oddělením signálů od napájení 9 až 40 V DC. Alternativní napájení 230 V AC nebo 24 V AC.
- Laboratorní a provozní hygrometry s rozsahy -80 až $+20\text{ }^{\circ}\text{C DP}$ nebo -40 až $+60\text{ }^{\circ}\text{C DP}$. Aktivní výstupy 0/4...20 mA nebo 0...10 V. Datová komunikace.
- Laboratorní a provozní analyzátoři vlhkosti s rozsahem -100 až $+20\text{ }^{\circ}\text{C DP}$ a 0 až 1 000 ppmV.
- Přístroje pro měření vlhkosti a teploty plynů pro Ex prostředí.
- Měřicí skříně vlhkosti suchých a ultrasuchých technických plynů.
- Měřicí skříně vlhkosti horkých a vlhkých plynů.
- Aplikační příslušenství.



SENSORIKA s. r. o.
měřicí a regulační systémy
V Zátíší 74/4,
147 00 Praha 4 – Hodkovičky,
tel./fax: 241 727 122,
GSM brána: 605 239 594
e-mail: sensorika@volny.cz,
<http://www.sensorika.cz>



Obr. 7. Záznam měření vlhkosti prostředí vakuové pece

V takovém případě, jak ukazuje obr. 4, je nutné přistoupit k tepelné izolaci měřicího traktu. Tam, kde izolace sama o sobě nestačí, je nutné teplotu traktu zvýšit jeho dodatečným elektrickým ohřevem.

Opačný problém nastává, jestliže je např. suchý vzduch o vysoké teplotě, přibližně +120 °C, použit k sušení granulátu v plastikařské výrobě. Tehdy je nutné vzduch proudící k měřicí sondě ochladit výměníkem typu plyn-vzduch (na obr. 5), popř. s ofukováním lamel. Zde zpravidla nebezpečí kondenzace vodní páry nehrozí, protože vzduch bývá vysušen na teplotu bodu ojínění nižší než -40 °C.

Měření vlhkosti stačeného plynu v obtoku (by-pass) je častou úlohou u velkých potrubí s velkými průtoky plynu. Tehdy je vhodné pro zaručení nepřetržité dodávky plynu zajistit, aby bylo možné měřicí sondu vyjmout ke kalibraci bez nutnosti uzavřít hlavní průtok. Průtok plynu měřicím traktem zajišťuje rozdíl tlaků Δp , jak je schematicky uvedeno na obr. 6, jehož se docílí vloženou clonou, lamelou apod.

Velmi složitou úlohou je měření vlhkosti prostředí ve vakuové peci čerpané rotační vývěvou. Požadavky na měřicí systém jsou značné. Především musí být schopen stabilně pracovat v širokém rozmezí teplot rosného



Obr. 8. Průtočná komůrka MK 2015N s měřicí sondou HTP-7512 teploty rosného bodu a teploty plynu

ného bodu (bodu ojínění). V uvedeném záznamu měření vlhkosti, teploty a tlaku na obr. 7 se hodnoty teploty bodu ojínění pohybují v rozmezí hodnot nižších než -80 °C při evakuaci prostoru až do hodnot vyšších než +20 °C teploty rosného bodu při napouštění pasivačního plynu. Měřicí sonda v tomto případě musí být umístěna tam, kam nemají přístup výpary ze vsázky, které se mohou usa-

zovat na propustné elektrodě senzoru měřicí sondy. Tento ideální stav je v praxi nedosažitelný, a tak je třeba počítat s častější údržbou a rekalicací senzoru sondy.

Literatura:

- [1] AMBERG, J.: *Feuchte in Druckluft unter Kontrolle*. Sensor Report, 2/2003.
- [2] KLASNA, M.: *Měření stopové vlhkosti plynů – 1. část*. Automa, č. 3/2006.
- [3] KLASNA, M.: *Měření stopové vlhkosti plynů – 2. část*. Automa, č. 4/2006.
- [4] KLASNA, M.: *Technika měření vlhkosti plynů – měření v prostředí s nebezpečím výbuchu*. Automa, č. 3/2007.
- [5] KLASNA, M.: *Měření vlhkosti plynů v extrémních podmínkách – 1. část*. Automa, č. 12/2007.
- [6] KLASNA, M.: *Měření vlhkosti plynů v extrémních podmínkách – 2. část*. Automa, č. 3/2008.
- [7] KLASNA, M.: *Měření vlhkosti stlačeného vzduchu*. Automa, č. 11/2008.
- [8] KLASNA, M.: *Teplotní součinitel při měření relativní vlhkosti plynů*. Automa, č. 3/2009.
- [9] KLASNA, M.: *Experimentální porovnání metod měření vlhkosti medicínálních plynů*. Automa, č. 8-9/2010.

Ing. Miloš Klasna, CSc.,
Ing. Pavel Lázníčka,
SENSORIKA, s. r. o. Praha