

# Měření vlhkosti plynů v extrémních podmínkách - příklady z praxe (1. část)

V technické praxi se vyskytují případy, kdy je nutné měřit vlhkost plynů v extrémních podmínkách. Pro získání správných výsledků je třeba uplatnit zcela specifický přístup. Jednou z takových oblastí je měření vlhkosti velmi vlhkých a agresivních plynů. Druhým extrémem je měření vlhkosti suchých až ultrasuchých technických plynů. Pro porovnání používaných postupů se autor bude postupně ve dvou částech článku zabývat oběma extrémy.

## Měření vlhkosti extrémně vlhkých a horkých plynů

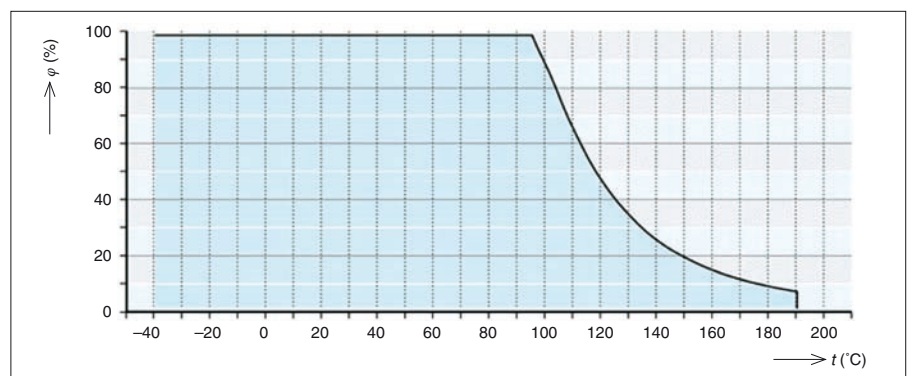
Vlhkost extrémně vlhkých a horkých plynů je třeba měřit např. v průběžných sušárnách textilu a vláken nebo v průběžných sušárnách keramických hmot. Obdobné podmínky panují při měření vlhkosti spalin. Je třeba předeslat, že ve většině případů jde o měření za atmosférického tlaku, popř. za mírného podtlaku či mírného přetlaku. Teplota, při níž se měří vlhkost v sušárnách, je až 180 °C, při měření vlhkosti spalin je teplota až 400 °C, navíc s možností výskytu agresivních zplodin.

Zde je nutné si uvědomit technická omezení daných pracovních oblastí v diagramu závislosti maximální přípustné relativní vlhkosti měřeného plynu na jeho teplotě pro daný typ senzoru. Tuto závislost by měl každý projektant měření znát a porovnat ji s podmínkami daného měření.

Příklad pracovního diagramu průmyslového polymerního kapacitního senzoru re-

lativní vlhkosti ukazuje *obr. 1*. Pracovní bod senzoru se musí pohybovat uvnitř vymezené pracovní oblasti.

Pro návrh měřicího systému vlhkosti je nutné znát alespoň přibližně podmínky měření, tedy vlhkost, teplotu a tlak. Ideální je, jestliže je známa i chemická zátěž, tj. koncentrace jednotlivých škodlivých látek v měřeném plynu. V praxi se však lze setkat s tím, že věrohodné informace nejsou k dispozici. Potom



*Obr. 1.* Pracovní diagram průmyslového polymerního kapacitního senzoru relativní vlhkosti;  $\varphi$  - relativní vlhkost (%),  $t$  - teplota (°C)

*Tab. 1.* Maximální povolené koncentrace vybraných agresivních látek (N - údaj neuveden)

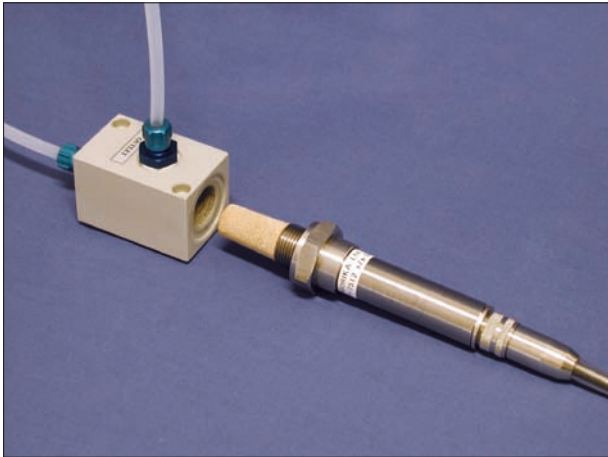
Druh agresivní látky	Senzor rosného bodu s oxidovým dielektrikem (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		Průmyslový senzor relativní vlhkosti s polymerním dielektrikem	
	max. objemová koncentrace (ppm)	max. povolený rosný bod (°C)	max. objemová koncentrace (ppm)	max. rel. vlhkost (%)
N <sub>2</sub> O	bez omezení	-20		N
NO <sub>2</sub>		N	20	bez omezení
SO <sub>2</sub>	bez omezení		100	bez omezení
SO <sub>3</sub>	bez omezení	-20		N
CO	bez omezení		400	bez omezení
CO <sub>2</sub>	bez omezení		10 000	bez omezení
CH <sub>4</sub>	bez omezení		5 000	bez omezení
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	bez omezení			N
zemní plyn	bez omezení			N
petrolej, kerosin	bez omezení			N
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	bez omezení		bez omezení	
aromatické alkoholy	bez omezení			N
NH <sub>3</sub>	1 000	-20	500	40
HNO <sub>3</sub>	10			N
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10			N
HF	1 000	-20		N
Cl <sub>2</sub>		N	20	bez omezení
O <sub>3</sub>		N	6	bez omezení
H <sub>2</sub> S	bez omezení		50	bez omezení
SF <sub>6</sub>	bez omezení			N
CCl <sub>4</sub>	bez omezení			N
COCl <sub>2</sub>	bez omezení			N
CF <sub>4</sub>	bez omezení	-20		N
freon	bez omezení			N
stlačený vzduch	bez omezení			N

nezbývá než experimentovat na místě. To se mnohdy neobejde bez velkých překvapení. Většinou jsou v projektu udávány nadnesené hodnoty teploty a vlhkosti, a to z neznalosti nebo pro značně uvažované rezervy.

Jestliže je v zařízení nedostatečný tlak plynu pro odběr vzorku, je nutné pro měřicí trakt zajistit potřebný přetlak.

Měřicí trakt je obvykle vytvořen z vhodného potrubí nebo hadičky přivádějící měřený plyn přes filtr pevných částic do průtočné komůrky s instalovanou měřicí sondou – *obr. 2*. Signály ze sondy jsou potom zpracovány v převodníku či hygrometru.

Do vstupu měřicího traktu je nejlépe vzorek plynu přivést chemicky a teplotně odolným membránovým čerpadlem. Zůstává úkol vypořádat se s problémem případně vysoké teploty vzorku plynu přivedeného k membránovému čerpadlu a dále s případnou kondenzací vodní páry v jednotlivých komponentách měřicího traktu. Pro to, aby plyn v čerpadle a dalších částech traktu nekondenzoval, je nutné zajistit, aby teplota těchto komponent neklesla pod teplotu rosného bodu. To znamená ve většině případů potrubí tepelně izolovat a použít membránové čerpadlo s termostaticky vyhřívanou hlavou. Potom lze dosáhnout dobrých výsledků měření vlhkosti. Pro snížení teploty lze použít tepelný výměník plyn-vzduch,



Obr. 2. Pohled na průtočnou komůrku s měřicí sondou vlhkosti a teploty

opět s vyloučením možnosti kondenzace vodní páry z měřeného plynu v konstrukci výměníku.

### Měření vlhkosti agresivních plynů

Jestliže se ve vzorku plynu vyskytují koncentrace agresivních látek nebezpečné pro senzor vlhkosti, nastávají problémy s dlouhodobou kalibrační stálostí použitých senzorů.

Ideálním případem je, jsou-li koncentrace známy a lze je přímo konfrontovat s mezními koncentracemi, při nichž výrobce senzoru garantuje jeho dlouhodobou odolnost. V tab. 1 jsou uvedeny maximální povolené koncentrace vybraných agresivních látek pro dva druhy senzorů.

Příklad konstrukce měřicí sestavy vlhkosti spalin respektující popsané provozní požadavky uvádějí obr. 3 a obr. 4. Jde o sestavu čerpací jednotky (vstupní filtr a vyhřívání membránové čerpadlo) čerpající vzorek ply-

nu z komínu přes tepelný výměník a externí mohutný filtr prachových částic (obr. 3) a o vlastní měřicí skříň (vstupní filtr, průtočná komůrka, měřicí sonda, průtokoměr a hygrometr; obr. 4).

Naměřené hodnoty vlhkosti spalin mohou být kontinuálně předávány do řídicího centra v podobě analogových signálů 4 až 20 mA (relativní vlhkost, teplota, teplota rosného bodu, absolutní vlhkost, měrná vlhkost) nebo prostřednictvím komunikace RS-485.



Obr. 3. Čerpací jednotka horkých a vlhkých plynů z míst s podtlakem



Obr. 4. Měřicí skříň se zařízením pro měření vlhkosti spalin

### Literatura:

- [1] KLASNA, M.: *Měření stopové vlhkosti plynů*. Automa, 2006, č. 3. Dostupné na <<http://www.odbornecasopisy.cz/automa/2006/au030634.htm>>
- [2] KLASNA, M.: *Měření stopové vlhkosti plynů – 2. část*. Automa, 2006, č. 4. Dostupné na <<http://www.odbornecasopisy.cz/automa/2006/au040620.htm>>
- [3] KLASNA, M.: *Technika měření vlhkosti plynů – měření v prostředí s nebezpečím výbuchu*. Automa, 2007, č. 3. Dostupné na <<http://www.odbornecasopisy.cz/automa/2007/au030760.htm>>

Ing. Miloš Klasna, CSc.,  
Sensorika, s. r. o., Praha

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:**



**SENSORIKA**

SENSORIKA s. r. o. měřicí a regulační systémy

V Zátíši 74/4, 147 00 Praha 4 – Hodkovičky, tel./fax: 241 727 122, GSM brána : 605 239 594  
e-mail: [sensorika@volny.cz](mailto:sensorika@volny.cz), <http://www.sensorika.cz>

**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
- ◆ Převodníky vlhkosti a teploty řady H v kabelovém, nástěnném a kanálovém provedení. Aktivní výstupy 0/4...20mA a 0...5/10V s galvanickým oddělením od napájení 9 ÷ 40V DC
- ◆ Inteligentní převodníky vlhkosti a teploty řady S v kabelovém, nástěnném a kanálovém provedení. Aktivní výstupy 0/4...20mA a 0...5/10V s galvanickým oddělením od napájení 9 ÷ 40V DC. Komunikace RS 232C nebo RS 485.
- ◆ Inteligentní převodníky vlhkosti a teploty řady A v kabelovém, nástěnném a kanálovém provedení. Aktivní výstupy 0/4...20mA , napájení 230V AC.
- ◆ Laboratorní a technologické hygrometry s rozsahy -80 ÷ +20°C DP nebo -40 ÷ +60°C DP. Výstupy 0/4...20mA nebo 0...10V. Komunikace RS 232C nebo RS 485
- ◆ Laboratorní a technologické analyzátoři vlhkosti s rozsahem -100 ÷ +20°C DP.
- ◆ Přístroje pro měření vlhkosti a teploty plynů v prostředí s nebezpečím výbuchu
- ◆ Měřicí skříně vlhkosti suchých a ultrasuchých technických plynů
- ◆ Měřicí skříně vlhkosti horkých a vlhkých plynů
- ◆ Aplikační příslušenství