

Měření vlhkosti stlačeného vzduchu

Úvod

V průmyslové praxi je mnoho úloh, kde se využívá stlačený vzduch, zejména:

- pneumatické prvky jako akční členy pro průmyslovou automatizaci,
- vodárenské technologie – úprava vody ozonizováním,
- medicína, farmaceutická výroba, výroba polovodičových součástek, optických prvků a další výrobní postupy uskutečňované v čistých prostorech,
- plastikářská výroba atd.

Důležitým parametrem kvality stlačeného vzduchu je jeho vlhkost. Požadavky na vlhkost, a tedy i na její měření, přímo souvisí s tím, v kterém oboru se stlačený vzduch využívá.

Vysoušení stlačeného vzduchu

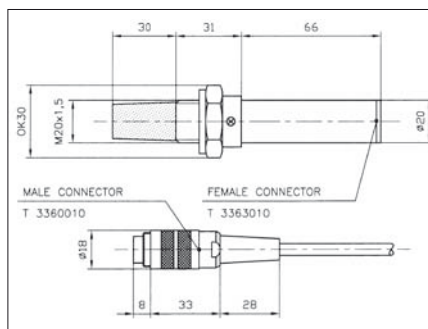
Je mnoho způsobů, jak dosáhnout snížení množství vodních par v plynu, avšak ne všechny se v technické praxi používají.

Obecně platí, že vzduch stlačený kompresním zařízením je po filtraci přiveden do sušičky. Princip sušičky se volí podle toho, k jakému účelu bude vzduch používán.

Pro stlačený vzduch s maximálními požadavky na nízkou koncentraci vodní páry, v rozsahu 0,5 až 10 ppm_v, jsou používány adsorpční molekulární sušičky s tzv. molekulovým sítem. Zde se dosahuje výstupní úrovně vlhkosti vzduchu vyjádřené bodem ojmění od -60 do -80 °C. Jestliže se použije sušička s kolonami adsorpčního silikagelu,

je rozsah bodu ojmění -40 až -20 °C. K obdobným hodnotám vede použití membránových sušiček.

Nejběžnější jsou kondenzační sušičky, které umožňují vysušení v rozmezí -3 až +5 °C bodu ojmění nebo rosného bodu. Tyto hodnoty jsou pro většinu zařízení postačující. Spojení cyklonového odlučovače mikrokapeček vody s kondenzační sušičkou vodní páry do jednoho konstrukčního celku po-



Obr. 1. Rozměrový náčrtek měřicí sondy vlhkosti a teploty řady HTP-7...

skytne výhodu velké účinnosti vysoušení při velkém průtočném množství. Reálně lze dosáhnout teploty rosného bodu +4 °C při absolutním tlaku 0,7 MPa a teplotě 20 °C, což představuje hodnotu absolutní vlhkosti přibližně 6 g/m³.

Kvalitně vysušený stlačený vzduch přináší uživatelům mnoho výhod. Patří mezi ně zejména dlouhá životnost pneumatických dílů a s tím spojené nízké provozní náklady i ná-

klady na opravy a údržbu těchto prvků. Zabrání se také zavodnění nebo zamrznutí pneumatických prvků [6], [7].

Čím měřit vlhkost stlačeného vzduchu?

Otázku, jakým snímačem měřit vlhkost stlačeného vzduchu, si musí nejprve položit konstruktér zařízení a následně i technolog spolu s metrologem. Po určení vhodného měřicího rozsahu vzhledem k použité technologii vysoušení stlačeného vzduchu je třeba vyřešit dilema mezi cenou měřicího zařízení a přesností měření. Cena měřicího zařízení je poplatná použitému principu měření a dosažitelné přesnosti. Vyřešením tohoto dilematu ale ještě není vyhráno – zvláště tehdy, je-li nezbytné zvolit drahý a přesný princip měření, je třeba dát pozor, aby investice nepřišla vniveč nevhodnou konstrukcí měřicího traktu a odběrního místa [1], [2].

Pro měření velmi malých koncentrací vodní páry ve stlačeném vzduchu není vhodné používat přístroje, které teplotu bodu ojmění vypočítávají z měřené relativní vlhkosti a teploty plynu. Tyto systémy lze v praxi použít pouze do teploty bodu ojmění přibližně -20 °C. Proč? Změřit relativní vlhkost plynu 2 % s relativní nejistotou měření 1 % je reálné, použije-li se dostatečně přesný přístroj. Teplotu lze změřit ve srovnání s relativní vlhkostí tak přesně, že její nejistota měření není třeba uvažovat, a bude tedy pro zjednodušení považována za absolutně přesnou. Při relativní vlhkosti plynu 2 % a teplotě 23 °C se výpočtem získá teplota bodu ojmění -26 °C

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 s. r. o. měřicí a regulační systémy
V Zátěši 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

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...20 mA a 0...5/10 V s galvanickým oddělením od napájení 9 ÷ 40 V DC
- ◆ Inteligentní převodníky vlhkosti a teploty řady S v kabelovém, nástěnném a kanálovém provedení.
- ◆ Aktivní výstupy 0/4...20 mA a 0...5/10 V s galvanickým oddělením od napájení 9 ÷ 40 V DC. Komunikace RS 232C nebo RS 485.
- ◆ Inteligentní převodníky vlhkosti a teploty řady A v kabelovém, nástěnném a kanálovém provedení.
- ◆ Aktivní výstupy 0/4...20 mA, napájení 230 V AC.
- ◆ Laboratorní a technologické hygrometry s rozsahy -80 ÷ +20 °C DP nebo -40 ÷ +60 °C DP.
- ◆ Výstupy 0/4...20 mA nebo 0...10 V. Komunikace RS 232C nebo RS 485.
- ◆ Laboratorní a technologické analyzátory 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.

(při absolutním tlaku 101,3 kPa). Při uvažované nejistotě měření $\pm 1\%$ rel. vlhkosti budou nalezeny dva mezní údaje. Poprvé je bod ojižení -22 a podruhé -32 °C. Výsledkem je tedy teplota rosného bodu -26 °C s nejistotou $+4$ K, -6 K. Což rozhodně není přesný údaj. To ale neznamená, že přístroj je sám o sobě špatný, jen je třeba pamatovat na to, že pro dosažení rozumné přesnosti jej lze používat do teploty bodu ojižení -20 °C. Pro měření stlačeného vzduchu vysušovaného kondenzačním sušičkou to stačí. Co však zvolit pro měření velmi malých koncentrací vodní páry ve stlačeném plynu?

Zde je třeba znovu připomenout, že technický termín rosný bod používaný v tomto oboru ve skutečnosti vyjadřuje:

- teplotu rosného bodu, tzv. *dew point* – DP,
- teplotu bodu ojižení, tzv. *frost point* – FP.

Je to dáno tím, že na chlazeném zrcátku se při vyšších teplotách sráží vodní pára obsažená v plynu v podobě mikrokapiček – „rosy“, při nižších v podobě mikrokrytalů ledu – „jíní“. Tato skutečnost je většinou v technické praxi ignorována a je stále používán termín rosný bod.

Je zapotřebí se rozhodnout mezi precizním, avšak velmi drahým měřicím systémem s chlazeným zrcátkem a levnějším řešením v podobě systému se sorpčními senzory s oxidovým dielektrikem, které byly popsány v [5]. Co který systém přinese?

Zrcátkové měřicí systémy jsou velmi přesné, avšak obsahují velmi zranitelnou optickou soustavu, která je protékána měřeným plynem. Tento plyn ve většině průmyslových úloh není tak čistý, aby mohl okolo zrcátka trvale proudit beze změny jeho optických vlastností. Tyto systémy tedy nemohou být trvalou součástí měřicího traktu. Jsou však vynikající při ověřování a kalibraci vlhkoměrných systémů pracujících na jiném fyzikálním principu nebo pro krátkodobá kontrolní měření.

Měřicí systémy se senzory s oxidovým dielektrikem co do přesnosti měření s rezervou vyhovují pro většinu provozních aplikací. V současné době je reálná nejistota měření vlhkosti stlačeného vzduchu oxidovými senzory:

- $\pm 1,5$ K v intervalu -80 až -50 °C FP, tj. směšovací poměr 0,55 až 39,55 ppm_v,
- $\pm 1,0$ K v intervalu -50 až -30 °C FP, tj. směšovací poměr 39,55 až 381,9 ppm_v,
- $\pm 0,5$ K v intervalu -30 až 0 °C FP, tj. směšovací poměr 381,9 až 6 173,76 ppm_v,
- $\pm 0,5$ K v intervalu 0 až $+20$ °C DP, tj. směšovací poměr 6 173,76 až 24 041 ppm_v.

Tyto vlhkoměrné senzory jsou robustní, s dlouhodobou kalibrační stabilitou a při použití tenkovrstvých struktur se složeným dielektrikem na bázi oxidu křemíku i velmi



Obr. 2. Měřicí sonda řady HTP-7... s inteligentním převodníkem řady SCKA pro měření vlhkosti stlačeného vzduchu

odolné proti chemické zátěži. Nezanedbatelnou předností tenkovrstvých vlhkoměrných struktur je i doba odezvy na skokovou změnu vlhkosti t_{90} . Ta se u samotného senzoru podle druhu dielektrika pohybuje okolo 2 až 5 s. Krytka senzoru měřicí sondy tuto dobu sice prodlouží (prodloužení závisí na jejím materiálu a uspořádání), ale i přesto se výsledná doba náběhu celé měřicí sondy s tímto druhem senzoru pohybuje mezi 10 a 30 s, v závislosti na rychlosti proudění měřeného média. To vše vzhledem k vlastnímu dopravnímu zpoždění technologie vysoušení stlačeného vzduchu dává vynikající předpoklady nejen pro monitorování vlhkosti, ale i pro její regulaci.

Z produkce firmy Sensorika lze pro popísané úlohy doporučit tyto měřicí sestavy:

- systém s výpočtem rosného bodu z relativní vlhkosti a teploty: měřicí sestava pro

kondenzační sušičky vzduchu, která obsahuje měřicí sondu HTP-7712 s inteligentním převodníkem SCKA 023-744003,

- systém pro přímé měření rosného bodu: měřicí sestava pro molekulové sušičky, která obsahuje měřicí sondu HTP-7512 s inteligentním převodníkem SCKA 023-724004.

Na obr. 1 je rozměrový náčrtek měřicí sondy řady HTP-7 a na obr. 2 reálný pohled na uvedenou měřicí sestavu.

Doporučení závěrem

Pro korektní měření vlhkosti stlačeného vzduchu je nutné zejména:

- zvolit vhodný měřicí systém se schopností změřit minimální očekávanou vlhkost plynu,
- vyvarovat se použití nechráněného měřicího traktu bez odlučovačů aerosolu a kondenzátu,
- zajistit a ověřit těsnost měřicího traktu,
- nezapomenout na rekaliibraci měřicího systému po uplynutí doporučené doby, kterou stanovil výrobce.

Literatura:

- [1] KLASNA, M.: *Měření stopové vlhkosti plynů*. Automa, 2006, č. 3, s. 34.
- [2] KLASNA, M.: *Měření stopové vlhkosti plynů – 2. část*. Automa, 2006, č. 4, s. 20.
- [3] KLASNA, M.: *Technika měření vlhkosti plynů – měření v prostředí s nebezpečím výbuchu*. Automa, 2007, č. 3, s. 60.
- [4] KLASNA, M.: *Měření vlhkosti plynů v extrémních podmínkách – 1. část*. Automa, 2007, č. 12, s. 56–57.
- [5] KLASNA, M.: *Měření vlhkosti plynů v extrémních podmínkách – 2. část*. Automa, 2008, č. 3, s. 58–60.
- [6] AMBERG, J.: *Feuchte in Druckluft unter Kontrolle*. Sensor report, 2003, č. 2.
- [7] SMOLA, R.: *Výroba a rozvod stlačeného vzduchu pro pneumatickou regulaci*. Automa, 2000, č. 10, s. 29–30.

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

► Těžaři ropy a plynu rozšiřují možnosti využití RFID

V podmínkách mimořádně vysokých cen surové ropy a prudkého růstu poptávky po ní po celém světě hledají těžařské firmy způsoby, jak racionalizovat svůj vnitřní chod. Jednou z vhodných technik se jeví RFID, umožňující automatizovat či zdokonalit vše – od nákupu různých položek po zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti provozního zařízení.

V čele snah o takovou podporu průmyslu nyní stojí *Oil & Gas RFID Solution Group*,

sružení expertů v dané oblasti, akademických výzkumníků, dodavatelů techniky, představitelů předních ropných společností, organizací a firem jako Texas A&M University, University of Houston, Avery Dennison, Merlin Concepts & Technology, Shipcom Wireless, Motorola Inc atd. Tato širokospektrální skupina odborníků pomáhá prospektorům, vrtařům i producentům ropy a plynu nacházet způsoby efektivního použití techniky RFID k řešení problémů jejich denní praxe, definovat potřebné specifikace, datové modely a aplikační struktury a zavádět vyzkoušené pracovní postupy. Velká pozornost je přitom věnována krajně nepříznivým provozním

podmínkám, jimž je technika RFID vystavena zejména ve vrtech a jejich blízkosti (přítomnost např. kyseliny chlorovodíkové, sirovodíku, barytu atd.). S uvedenou skupinou aktivně spolupracuje také EPC Global, mezinárodní standardizační orgán pro oblast RFID.

Cílem všech zúčastněných je nabídnout ropnému průmyslu nové systémy RFID schopné uchovávat v krajně nepříznivých podmínkách větší objemy dat, komunikují na větší vzdálenosti a přiměřeně nákladně. Ty pak otevřou nové možnosti využití techniky RFID v oblastech evidence zařízení a řízení výrobních i logistických procesů.

[ARCwire, 25. července 2008.] (sk)