

# Příklady úloh měření vlhkosti plynů (část 3)

Ve druhé části tohoto článku (Automa, 2012, č. 1, str. 52–54) byly uvedeny některé úlohy, ve kterých se často chybí při jejich projektování i v měřicí praxi. Nyní pokračuje prezentace dalších úloh s cílem alespoň částečně doplnit přehled o možných nástrahách tohoto oboru.

## Měření vlhkosti a teploty vzduchu nasávaného z venkovního prostředí

U mnoha průmyslových technologických zařízení je důležité znát hygrometrické parametry vzduchu nasávaného zvenčí.

Je výhodné, když jsou měřicí technika a vstup nasávání orientovány na sever budovy,



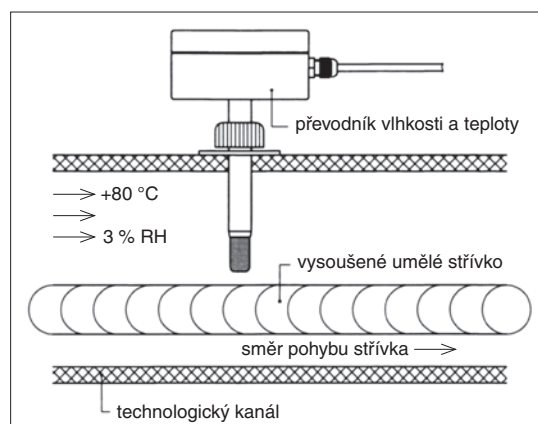
Obr. 16. Snímač SWKA 120 s radičním krytem RK-1P – měření vlhkosti a teploty nasávaného vzduchu do vzduchotechniky

vy, protože tak nejsou měřená vlhkost a teplota ovlivněny slunečním zářením – radiací. Vhodné je, podobá-li se měřicí místo svým uspořádáním co nejvíce profesionální meteorologické budce. Je proto třeba si připomenout, jak standardní meteorologická budka vypadá. Přístroje pro měření teploty a vlhkosti vzduchu se umísťují do žaluziových meteorologických budek opatřených bílým nátěrem. Budka má dvojité žaluziové stěny z dřevěných laťek bránící přístup srážek, avšak neznemožňující výměnu vzduchu s okolím. Dno budky je drátěné, stříška dvojitá. Budka je umístěna tak, aby její dno bylo ve výšce 1,8 m nad zemí, a dvířky je orientována k severu. V české staniční síti se používají budky s předepsanými rozměry 80 × 60 × 50 cm. Do budky se umísťují: psychrometr, maximální a minimální teploměr, vlhkoměr, hydrograf a termograf.

Především je nutné, aby budka byla umístěna na volném prostranství, a to na místě, kde je možné zajistit minimální vlivy okolí, např. budov, stromů apod. Okolní předměty

mohou někdy velmi výrazně ovlivnit měření např. vrháním stínu či změnou směru a rychlosti větru. Obecně pro stavbu vyhovuje zatravněné místo, kde je v okruhu 10 m volné prostranství. Trávník by měl být průběžně kosěn a udržován [12].

Při uzpůsobení pro průmyslové objekty se do budky umístí nástěnný elektronický pře-



Obr. 17. Měření podmínek vysoušení koagulačního střívka v potravinářské výrobě

vodník relativní vlhkosti, teploty a teploty rosného bodu. Jestliže budka není k dispozici, s výhodou lze použít tzv. radiční kryt nasazený na měřicí sondu převodníku (obr. 16). Radiční kryt nahrazuje žaluziové uspořádání meteorologické budky a zajišťuje potlačení vlivu slunečního záření a dešťových, popř. sněhových srážek na vlastní měření vlhkosti a teploty vzduchu.

## Měření „vlhké“ teploty v potravinářských technologiích

Občas se v praxi vyskytnou zcela zvláštní požadavky na požadovanou hygrometrickou veličinu uplatněnou v dané technologii. Je to dáno tím, že mnoho původně českých potravinářských podniků má nyní zahraničního majitele, který do technologie zavádí své specifické metody měření vlhkosti, vyplývající z amerických a britských tradic. Konkrétně jde o implementaci měření psychrometrického rozdílu jakožto rozdílu mezi měřením „suché“ a „vlhké“ teploty.

To s sebou nese několik problémů. Prvním problémem je to, že se běžně nevyskytují elektronické psychrometry pro měření vlhké teploty. U klasických analogových psychrometrů je nutné pro správné měření zajistit

manuální kontrolu a doplňování vody. To lze v praxi obtížně dodržet. Druhý problém je, že výsledky měření nelze snadno archivovat v databázi.

Firma SENSORIKA tak byla postavena před úkol vyvinout elektronický psychrometr s analogovými výstupy a datovou komunikací.

Další potíž byla v tom, že se v odborné literatuře vyskytují tabelované hodnoty „vlhké“ teploty pouze do +40 °C (meteorologie), avšak požadovaný rozsah v tomto případě byl do +80 °C. Proto bylo nutné vytvořit program, který vyšel ze vzorce pro výpočet relativní vlhkosti z psychrometrického rozdílu.

V dané potravinářské technologii, znázorněné na obr. 17 (výroba koagulačních střívek pro uzeminy), jsou předepsány technologické podmínky sušení přibližně +75 až +80 °C „suché“ teploty a +30 až +31 °C „vlhké“ teploty s požadovanou přesností ±0,5 °C. Z těchto hodnot je zřejmé, že půjde o mimořádně nízké hodnoty měřené relativní vlhkosti v rozmezí přibližně 2,2 až 3,0 %. Zde nastává další komplikace: požadavek na mimořádnou přesnost kalibrace relativní vlhkosti v intervalu 0 až 5 %. Tento problém byl vyřešen využitím firemního kalibrátoru

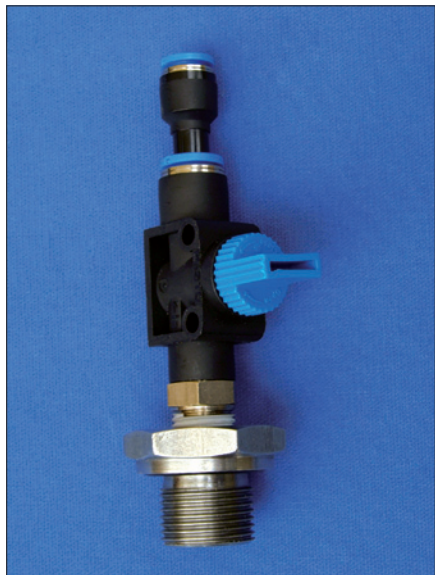


Obr. 18. Ochrana měřicí sondy vlhkosti a teploty proti rozprášené barvě v prostoru lakovny

pro přístroje na měření bodu ojínění a rosného bodu s generováním ultrasuchého vzduchu s teplotou ojínění –80 °C, což znamená při vztažné teplotě +21 °C hodnotu relativní vlhkosti 0,002 %. Tuto hodnotu lze považovat s dostatečnou přesností za nulovou hodnotu relativní vlhkosti. Druhým kalibračním bodem je HFP 11 % (LiCl). Takto vymezené kalibrační body spolu s implementovanou kompenzací teploty senzoru relativní vlhkosti a výpočtovým programem „vlhké“ teploty umožnily vyvinout a zkonstruovat elektronické psychrometry řady SDKA 126 s přesností ±0,5 °C „vlhké“ teploty pro účely potravinářského průmyslu.

## Zabezpečení dlouhodobé stability měření vlhkosti a teploty v lakovnách

Provoz lakovny je specifický tím, že zde vznikají podmínky pro výbuch par ředidel ve směsi se vzduchem, jak bylo popsáno v [4] a [10]. Jeden jev, který má negativní vliv na správnou funkci měřicí sondy vlh-



Obr. 19. Přechodový člen pro vytvoření odběrního místa

kosti a teploty prostředí lakovny, zůstává většinou nepovšimnut. Jde o usazování kondenzovaného aerosolu, popř. již částečně vyschlých částic nanášené barvy na předmětech v prostoru lakovny, a to i přes jejich odsávání podlahou i stropem.

Zalepení sintrované krytky měřicí sondy úsadami, které by způsobilo nesprávné měření, lze zabránit nasazením ochranné krytky na vlastní trubku měřicí sondy. Potom je možné měřit bez přerušení po velmi dlouhou dobu. Na obr. 18 je ukázán stav ochranné krytky, která přes silný nános úsad zabezpečila fungování měřicí sondy po dobu zhruba pěti let v intenzivně využívané lakovně.

## Napojení systému měření vlhkosti a teploty na odběrní místo

Odborná instalace měřicí sondy také bývá zapleklitým oříškem. Například projektant navrhne zašroubovat měřicí sondu přímo do návarku (závitové vsuvky) na hlavním potrubí, obvykle velkého průměru, vedoucím od odvlhčovače. Tím je znemožněno vyjmutí sondy k pravidelné kalibraci bez nutnosti vyjmout celý plynový trakt.

Jestliže tedy již je na hlavním potrubí instalována závitová vsuvka původně určená pro sondu, lze ji doplnit na odběrní místo pomocí přechodového členu podle obr. 19. Přechodový člen se skládá ze závitové základny se stejným vnějším závitem a těsněním, jako má měřicí sonda. Do této základny je našroubován kulový ventil a přechodka pro instalaci odběrní hadičky vedoucí přímo k hygrometru, má-li vnitřní sondu, nebo k měřicímu kabinetu, jak je znázorněno na obr. 20. Měřicí kabinet obsahuje nezbytné komponenty pro zajištění správného měření. Těmi jsou: filtr s manometrem (porozita filtru max. 5 µm), plovákový průtokoměr se škrticím ventilem a průtočná komůrka s měřicí sondou. Vše je propojeno hadičkou z PTFE. Uvedený příklad znázorňuje uspořádání pro měření atmosférického rosného bodu s odvodem měřeného plynu do atmosféry.

## Měření vlhkosti a teploty při mapování statického prostředí

Jestliže je zadán úkol proměřit vlhkostní pole statického prostředí s vysokou relativní vlhkostí, např. zemního vývrtu či studně, je nutné vytvořit měřicí systém s velmi krátkou dobou odezvy. Toho lze dosáhnout nucenou ventilací plynového prostředí do měřicí sondy. Na obr. 21 je znázorněna měřicí



Obr. 20. Příklad měřicího kabinetu pro připojení k hygrometru – uspořádání k měření atmosférického rosného bodu

sonda HTP-9217. Měřený vzduch je nasáván ventilátorem na jejím čele. Vzduch prochází tělesem sondy okolo senzorů relativní vlhkosti a teploty a návazného hybridního integrovaného obvodu a vychází zadní stranou

- 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 signálu 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 °C DP nebo -40 až +60 °C DP. Aktivní výstupy 0/4...20 mA nebo 0...10 V. Datová komunikace.
- Laboratorní a provozní analyzátoři vlhkosti s rozsahem -100 až +20 °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

u konektoru. Hybridní obvod převádí změny kapacity senzoru vlhkosti a odporu senzoru teploty na změnu periody výstupního signálu pro jeho další interpretaci v návazném hygrometru.



Obr. 21. Měřicí sonda HTP-9217 s nasáváním měřeného vzduchu pro mapování vlhkostního a teplotního pole statického prostředí

Tímto uspořádáním s nucenou ventilací bylo dosaženo doby odezvy  $t_{90} \leq 15$  s při změně relativní vlhkosti o 50 % (procentních bodů), a uvedená sonda tak dokáže velmi rychle měřit a mapovat rozložení vlhkostního pole při jejím spouštění do zemního vývrtu.

## Závěr

Závěrem nezbyvá než konstatovat, že úloha měření vlhkosti plynů a plynného prostředí je velké množství a každá úloha musí být řešena s patřičnou znalostí dané problematiky.

V předložených třech dílech článku Příklady úloh měření vlhkosti nemohly být vyčerpány všechny příklady použití. Proto jsou jeho autoři k dispozici všem projektantům, technologům, technikům a zájemcům o tuto problematiku. Vzájemná konzultace jistě povede k optimálnímu řešení v rámci současného stavu poznání oboru měření vlhkosti.

## Literatura:

- [1] AMBERG, J.: *Feuchte in Druckluft unter Kontrolle*. Sensor Report, 2003, č. 2.
- [2] KLASNA, M.: *Měření stopové vlhkosti plynů – 1. část*. Automa, 2006, č. 3, s. 34–35, ISSN 1210-9592.
- [3] KLASNA, M.: *Měření stopové vlhkosti plynů – 2. část*. Automa, 2006, č. 4, s. 20–21, ISSN 1210-9592.
- [4] KLASNA, M.: *Technika měření vlhkosti plynů – měření v prostředí s nebezpečím výbuchu*. Automa, 2007, č. 3, s. 60–61, ISSN 1210-9592.
- [5] KLASNA, M.: *Měření vlhkosti plynů v extrémních podmínkách – 1. část*. Automa, 2007, č. 12, s. 56–57, ISSN 1210-9592.
- [6] KLASNA, M.: *Měření vlhkosti plynů v extrémních podmínkách – 2. část*. Automa, 2008, č. 3, s. 58–60, ISSN 1210-9592.
- [7] KLASNA, M.: *Měření vlhkosti stlačeného vzduchu*. Automa, 2008, č. 11, s. 44–45, ISSN 1210-9592.
- [8] KLASNA, M. – BLAŽEK, J.: *Teplotní kompenzace teplotního součinitele při měření relativní vlhkosti plynů*. Automa, 2009, č. 3, s. 38–40, ISSN 1210-9592.
- [9] KLASNA, M. – BUREŠ, J.: *Experimentální porovnání metod měření vlhkosti medicínských plynů*. Automa, 2010, č. 8-9, s. 32–34, ISSN 1210-9592.
- [10] KLASNA, M. – LÁZNIČKA, P.: *Příklady úloh měření vlhkosti plynů (část 1)*. Automa, 2011, č. 10, s. 24–26, ISSN 1210-9592.
- [11] KLASNA, M. – LÁZNIČKA, P.: *Příklady úloh měření vlhkosti plynů (část 2)*. Automa, 2012, č. 1, s. 52–54, ISSN 1210-9592.
- [12] SKŘEHOT, P.: *Úvod do studia meteorologie*. M.O.R., 2004.

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

# Záznamník teploty a vlhkosti Opus 10 TSE

Opus 10 TSE od společnosti Lufft je záznamník teploty a vlhkosti s rozhraním pro připojení na počítač. Je to kompaktní, přenosné zařízení, které může být namontováno na zeď nebo umístěno na jakémkoliv místě, kde je třeba zaznamenávat teplotu a vlhkost v daném čase a po danou dobu. Dobu mezi měřeními lze nastavit na 1, 10 nebo 30 min či 1, 3, 6, 12 nebo 24 h a dobu měření na 1, 10, 30 nebo 60 s, 1, 10 nebo 30 min a nebo 1, 3, 6, 12 nebo 24 h. Aktuální hodnoty lze kdykoliv přečíst na LCD. Záznamník umožňuje uložit až 120 000 hodnot. Opus 10 je dodáván se softwarem Smart-Graph, aplikačním programem, který lze nainstalovat na jakýkoliv počítač s operačním systémem Windows. Naměřené hodnoty se do počítače přenášejí rozhraním RS-232 a v počítači z nich lze vytvářet grafy nebo tabulky, které je potom možné ukládat a analyzovat. Dodát lze také software, který odpovídá směrnici FDA 21 CFR 11 pro použití ve farmacii.

Opus 10 TSE využívá externí snímače teploty a vlhkosti. Napájen je z monočlánků 3,6 V s dobou výdrže až dva roky. Roz-



Obr. 1. Záznamník teploty a vlhkosti Opus 10

měry krytu jsou 115 × 110 × 25 mm. LCD má rozměry 65 × 40 mm. Hmotnost přístroje je 250 g. Rozsah pracovních teplot je 0 až +50 °C a relativní vlhkosti 0 až 95 %. K přístroji jsou jako příslušenství dodávány externí

sdružené snímače teploty (NTC) a relativní vlhkosti (kapacitní) nebo samostatné snímače teploty (ty mohou být k záznamníku připojeny dva). Snímače mají 2m kabel; je-li třeba delší, dodávají jsou prodlužovací kabely délky 2 m. V dodávce s přístrojem jsou také náhradní baterie. Snímače měří teplotu –20 až +50 °C s přesností 0,2 K a rozlišením 0,1 K. Relativní vlhkost měří od 0 do 100 % s přesností 2 % a rozlišením 0,5 %.

Hlavní oblastí použití popsaných záznamníků je měření teploty a relativní vlhkosti v budovách, např. ve skladech, muzeích, laboratořích, výpočetních centrech apod.

Záznamníky Opus 10 TSE lze zakoupit u společnosti Distrelec. Zákazník si může vybrat i novější verzi Opus 20 s větší pamětí a rozhraním USB a LAN. Běžná dodací doba je 24 hodin, náklady za dopravu zásilky činí 5 eur (plus DPH).

(Distrelec)