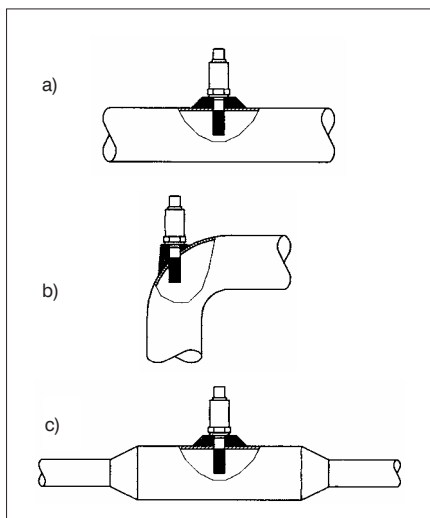


Měření stopové vlhkosti plynů

Společnost Sensorika se specializuje především na vývoj a výrobu přístrojů pro měření vlhkosti plynů v technologických procesech. Nedílnou součástí aktivit této společnosti je rovněž poradenství v oboru měření stopové vlhkosti suchých a ultrasuchých plynů.

V praxi se stále vyskytují nejasnosti, ba přímo prohřešky proti správné konstrukci měřicího traktu. Obecné pokyny pro měření stopové vlhkosti by měly omezit, popř. eliminovat vypracování nesprávného návrhu a montáže měřicích zařízení.

Problémy při měření nízké vlhkosti plynů v rozsahu -100 až -40 °C rosného bodu (tj. objemová koncentrace vodní páry 0,014 až 128 ppm) vyplývají ze dvou základních sku-



Obr. 1. Montáž měřicí sondy do hlavního potrubí a) v přímém horizontálním úseku, b) v koleni, c) v místním rozšíření (u malých průměrů potrubí)

tečností, jejichž respektování je nutné pro zajištění správného měření:

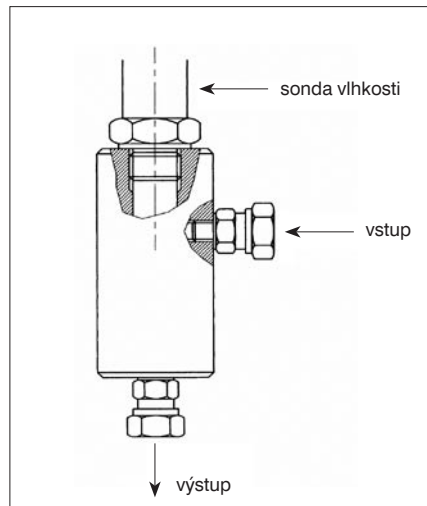
1. Vzduch v normálním prostředí má vysokou vlhkost. Objemová koncentrace vodní páry je 12 000 ppm při 20 °C a 50% relativní vlhkosti. Proto i nejmenší netěsnosti v měřicím traktu způsobují chybná měření.
2. Molekula vody má vlivem své prostorové struktury velký polární moment a následkem toho velkou adsorpční schopnost – velmi snadno se váže na stěnu potrubí.

V následujícím textu budou popsány důsledky těchto skutečností a rovněž podmínky, které musí být splněny, aby měření bylo správné.

Volba umístění měřicí sondy

V zásadě každé odebírání vzorku má při měření jisté nevýhody. Proto by měla být sonda přednostně montována přímo v potru-

bí, kde se má vlhkost určovat (obr. 1). Je-li průměr potrubí příliš malý, může být sonda umístěna v místním rozšíření potrubí podle obr. 1c. Zásadně je nutné měřicí sondu montovat pomocí závitového návarku tak, aby krytka sondy směřovala vertikálně k zemi.



Obr. 2. Příklad provedení průtočné komůrky s měřicí sondou

Odstraní se tím problémy spojené s případným zatékáním kondenzované vodní páry do vnitřního prostoru sondy.

V mnoha případech se však nelze vyhnout použití odběru vzorku, např. je-li teplota plynu příliš vysoká nebo při příliš velké rychlosti proudění plynu v hlavním potrubí. V takovémto případě se měří v měřicí (průtočné) komůrce (obr. 2) oddělené od hlavního potrubí. Délku vzorkovacího potrubí mezi místem odběru a měřicí komůrkou je nutné zvolit co nejmenší, a to z těchto důvodů:

- doba odezvy se prodlužuje o dopravní zpoždění vlivem transportu měřeného plynu do měřicí komůrky,
- stěny vzorkovacího potrubí jsou dodatečná úložiště a zásobárny adsorbované a zpětně uvolňované vody; to způsobuje prodloužení doby potřebné k ustálení měření (obr. 3),
- množství adsorbované a desorbované vody na stěnách potrubí je velmi závislé na teplotě; změny teploty potrubí mohou vést ke krátkodobým změnám naměřených hodnot,
- U dlouhých a tenkých potrubí s velkou rychlostí proudění mohou vznikat velké úbytky tlaku; to vede k poklesu teploty

rosného bodu (viz kap. 4).

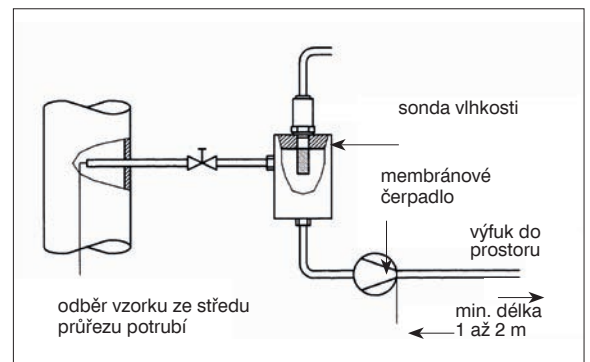
Při velmi nízkých teplotách rosného bodu by měla délka vzorkovacího potrubí být maximálně 6 m. Není-li měřicí sonda montována přímo do potrubí, má být umístěna v měřicí komůrce s co nejmenším celkovým objemem. Je-li to možné, je vhodné vyhnout se při návrhu měřicího traktu slepým koutům, ventilům a spojovacím dílům (fitinkám), protože při nízkých teplotách rosného bodu se tyto části mohou stát zásobárnami vlhkosti a tak znehodnocovat měření. Nelze-li se těmto prvkům vyhnout, je nutné alespoň zvolit vhodné materiály.

Jestliže existuje nebezpečí kondenzace vodní páry v měřicím traktu (zvláště při vysokých teplotách rosného bodu a instalaci vzorkovacího potrubí ve venkovním prostředí, kde se občas mohou vyskytnout nízké teploty), vzorkovací potrubí se montuje se spádem, aby případný kondenzát stékal zpět do hlavního potrubí. Nicméně platí, že za přítomnosti kondenzátu je správné měření nemožné.

Vzorky plynu se nesmějí odebírat blízko stěn hlavního potrubí, proto má být vzorkovací potrubí vedeno od osy hlavního potrubí, nebo alespoň nejméně 50 mm od jeho stěny. Vlivem vysoké adsorpční schopnosti vodní páry je totiž vlhkost u stěny vyšší než ve středu, tedy rozložení vlhkosti v průřezu potrubí není homogenní.

Materiál vzorkovacího potrubí a měřicí komůrky

Velikost adsorpční schopnosti molekul vody je závislá na povrchu použitého mate-



Obr. 4. Odběr vzorku plynu z hlavního potrubí s malým přetlakem

riálu. Čím nižší je teplota rosného bodu, tím je adsorpce větší. Proto je nutné materiál, který bude v přímém kontaktu s měřeným plynem, vybírat velmi pečlivě.

Na obr. 3, převzatém z [2], je znázorněn tento efekt, způsobený v měřicím trak-

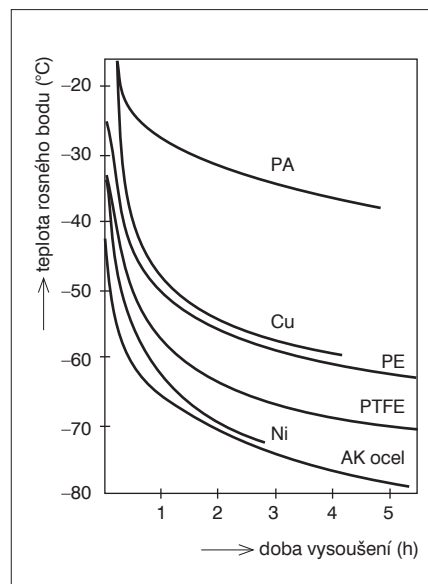
tu vlivem adsorpce vodní páry na stěnách potrubí. Potrubí vyrobená z různých materiálů o délce 6 m a vnitřním průměru 4 až 5 mm byla vysušena velmi suchým plynem s teplotou rosného bodu přibližně $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Odpovídající sušící charakteristiky ukazují, že většina materiálů je nevhodná pro použití v rozsahu měření teploty rosného bodu do $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zvláště nevhodná je většina plastů, pryž a silikonová pryž. Výjimkou mezi plasty je polytetrafluorethylen (PTFE), ale je nutné si uvědomit, že při teplotách rosného bodu $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nižších může při použití plastů vlhkost difundovat z okolního vzduchu do potrubí.

Pro teploty rosného bodu nad $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ je vhodný hliník, měď nebo mosaz, pod $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ jsou jedinými vhodnými materiály pro potrubí korozivzdorná ocel nebo nikl.

Protože doba sušení závisí (mimo jiné) na rychlosti proudění, teplotě a čistotě povrchu, charakteristiky uvedené na obr. 3 ukazují pouze kvalitativní trend.

Volba materiálu měřicí komůrky se řídí stejnými pravidly jako volba materiálu vzorkovacího potrubí. Platí, že pro vlhkost plynů do $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ rosného bodu lze použít

PTFE a nenavlhavý PP, při nižších teplotách rosného bodu však pouze korozivzdornou ocel.



Obr. 3. Závislost doby vysoušení na materiálu potrubí

Rychlost proudění

Pro to, aby se snížil akumulační efekt měřicího traktu, doporučuje se pracovat s velkými rychlostmi proudění plynu. Čím větší je tato rychlost, tím dříve se projeví změna vlhkosti. Nesmí se však překročit maximální povolená rychlost proudění vyznačená v katalogu příslušné měřicí sondy. Kdyby rychlost proudění plynu s obsahem malých pevných částic byla nebezpečná pro jejich mechanický účinek, doporučuje se použít filtr.

Je-li na odběrném místě malý tlak anebo se má plyn vracet zpátky do hlavního potrubí, je třeba použít čerpadlo (většinou membránové). To se zařazuje až za měřicí komůrku (obr. 4). Průtok vzorku měřeného plynu bývá zpravidla 0,1 až 5 l/min. Je-li třeba dosáhnout při nízkých teplotách rosného bodu rychlé odezvy měření, zvyšuje se vzorkovací množství. Výsledek měření je zpravidla k vzorkovacímu množství necitlivý. Je jím ovlivněna pouze doba odezvy, měřená veličina nikoli.

(dokončení v příštím čísle)

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 Zátěši 74/4, 147 00 Praha 4 – Hodkovičky, tel./fax: 241 727 122
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 M v kabelovém, nástěnném a kanálovém provedení. Aktivní výstupy 0/4...20 mA a 0...5/10 V s galvanickým oddělením od vnějšího 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 vnějšího 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 24 V AC a 230 V AC.
- ◆ Laboratorní a technologické hygrometry s rozsahy $-80 \div +20\text{ }^{\circ}\text{C DP}$ nebo $-100 \div 0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ◆ Laboratorní analyzátoři vlhkosti s rozsahem $-100 \div +20\text{ }^{\circ}\text{C DP}$.
- ◆ Přístroje pro měření vlhkosti a teploty plynů v prostředí s nebezpečím výbuchu.
- ◆ Hygrostaty v nástěnném a kanálovém provedení.
- ◆ Aplikační příslušenství.