

TECHNICKÉ PROSTRIEDKY MERANIA A MONITOROVANIA PLYNNÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK VYUŽÍVANÉ PRI VZDELÁVANÍ TECHNIKOV

NEUPAUEROVÁ Andrea – ČERNECKÝ Jozef, SR

Resumé

Príspevok uvádza technické prostriedky merania a monitorovania základných plyných znečisťujúcich látok využívaných vo vzdelávacom procese technických predmetov podľa aktuálnych svetových trendov v oblasti využívania metodických prostriedkov monitorovania životného prostredia.

Kľúčové slová: meranie, monitorovanie, technické vzdelávanie, plyné znečisťujúce látky.

TECHNIC DEVICES OF MEASUREMENT AND MONITORING OF GASEOUS POLLUTANTS EXPLOITED FOR TECHNICIAN EDUCATION

Abstract

The article introduces technic devices of measurement and monitoring of basic gaseous pollutants exploited in education process of technic subjects according to actual world trends in the area of utilizing methodical facilities for environment monitoring.

Key words: measurement, monitoring, technician education, gaseous pollutants.

1 Úvod

Najviac zastúpenými škodlivinami v atmosfére sú produkty spaľovania tuhých, kvapalných a plyných palív, medzi ktoré patria oxidy síry, oxidy dusíka, oxid uhoľnatý, tuhé látky, ale aj škodliviny z rôznych druhov priemyselnej výroby (kyselina chlorovodíková, ťažké kovy, organické látky). Tlak na znižovanie produkcie znečisťujúcich látok a sprísňovanie legislatívnych predpisov vytvárajú potrebu nasadenia moderných a spoľahlivých meracích systémov na monitorovanie emisných látok. Technické a prevádzkové požiadavky na automatizovaný monitorovací systém, ktoré upravuje legislatíva, kladú vysoké nároky na použité analyzátory. Na základe rozsiahlych skúseností v procesnej a environmentálnej analýze sú prístroje pre analýzu prispôbované požiadavkám rôznych oblastí priemyslu, ale aj environmentálnemu monitoringu.

Pri špecifikácii diskontinuálnych emisných meraní základných plyných znečisťujúcich látok - oxidu uhoľnatého (CO), oxidov dusíka (NO_x) a oxidov síry (SO₂), plyných organických látok vyjadrených ako celkový organický uhlík (TOC), plyných individuálnych organických látok (VOC), plyných anorganických zlúčenín (HCl, HF, amoniak) a polychlórovaných dibenzodioxínov a dibenzofuránov (PCDD/F) sú emisné merania charakterizované ako *oprávnené* merania autorizované Ministerstvom životného prostredia, slúžiace pre rôzne konania pred štátnymi orgánmi ochrany ovzdušia a *technologické* merania, t.j. všetky ostatné merania emisií a súvisiacich veličín, na ktoré nie je potrebná autorizácia štátom. Z dôvodu rôznych

konaní pred orgánmi štátnej správy ochrany ovzdušia sa podľa právnych predpisov realizujú tzv. **diskontinuálne oprávnené merania** hodnôt emisných veličín, ktorých účelom je preukazovanie dodržiavania určených emisných limitov, ktoré zahŕňa prvé merania pri uvádzaní nových zdrojov znečisťovania do prevádzky (tzv. kolaudačné merania) a periodické merania v lehotách určených podľa právnych predpisov ako aj získovanie množstiev vypúšťaných znečisťujúcich látok a výpočet poplatkov za znečisťovanie ovzdušia. Realizácia diskontinuálneho oprávneného merania je členená do etáp plánovania merania, realizácie merania na mieste a vyhodnotenia merania. Princíp diskontinuálneho emisného merania pomocou analyzátorov je založený na odberovom meraní vzorky odpadového, resp. technologického plynu priamo v potrubí a realizuje sa pomocou emisných meracích systémov.

2 Meranie koncentrácie základných plynných emisií prístrojmi so snímačmi založenými na fyzikálnom princípe

Podstata snímačov založených na fyzikálnom princípe spočíva v tom, že pri interakcii meranej látky a snímača nedochádza ku chemickým zmenám analyzovanej látky. Tieto snímače využívajú celý rad fyzikálnych veličín, akými sú hustota, tepelná vodivosť, index lomu, absorpcia elektromagnetického žiarenia, rýchlosť vzduchu a pod. **Fluorescenčný analyzátor na meranie koncentrácie SO_2** využíva pri meraní ultrafialovú fluorescenčnú metódu, pri ktorej je analyzovaná vzorka ožarovaná UV lampou, pričom dochádza k energetickej excitácii molekuly SO_2 . Pri spätnom prechode molekuly do základného energetického stavu dochádza k uvoľneniu energie vo forme fluorescenčného žiarenia, ktoré je úmerné koncentrácii SO_2 a snímané fotonásobičom. Pri použití fluorescenčnej techniky treba zohľadniť jav potláčania fluorescencie. Pri emisných meraniach sa používa zriedenie vzorky s prístrojovým vzduchom, z ktorého boli odstránené imisné vzorky SO_2 a CO . K spomínanému typu patrí fluorescenčný analyzátor Model 152. **Chemiluminiscenčný analyzátor na meranie koncentrácie NO a NO_x** využíva pri meraní jav chemiluminiscencie na určenie koncentrácií NO , NO_2 a NO_x . Princíp metódy je založený na excitácii molekúl dusíka ozónom O_3 . Pri prechode molekúl z excitovaného do základného energetického stavu dochádza k uvoľneniu žiarenia vo forme chemiluminiscencie, ktoré je snímané fotonásobičom. Konštrukcia prístroja je upravená tak, že umožňuje získanie informácií o koncentráciách NO , NO_2 a NO_x . Koncentrácia NO sa určuje na základe merania chemiluminiscenčného žiarenia v úzkej oblasti emisného spektra. Na vymedzenie intervalu spektra 600-900 nm sa používa filter. V súčasnosti sa v emisných meracích systémoch na meranie NO_x najčastejšie používajú chemiluminiscenčné analyzátory.

Analyzátor s tepelnovodivostným snímačom určuje zloženie plynu nepriamo meraním tepelnej vodivosti zmesi plynu. Vhodný je najmä pre meranie plynov, ktorých tepelná vodivosť sa významne odlišuje od porovnávacieho okolia, ktorým je vzduch. Detegovaný plyn prechádza cez elektricky vyhrievané vlákno pri konštantnom prietoku. Teplota vlákna, ktorá určuje jeho elektrický odpor je určená vyžiarovaním tepla do okolitého delegujúceho plynu a závisí hlavne na molekulovej hmotnosti. Pre vylúčenie vplyvu kolísania okolitej teploty je súčasťou snímača aj kompenzačný prvok v porovnávacej komore. Zmena tepelnej vodivosti plynu sa prejaví zmenou teploty drôtu a tiež zmenou elektrického odporu. Reakcia prístroja na zmes plynu sa nedá definovať, ak nepoznáme pomer zložiek plynu v zmesi. Snímačom sme schopní merať vysokú koncentráciu aj v prípade neprítomnosti kyslíka, čím sa tento stáva nezávislým

na množstve kyslíka v detegujúcom plyne. Tento druh detekcie sa používa pre meranie vysokých koncentrácií plynov až do 100 % objemových. Pre nižšie koncentrácie je využívaný senzor katalytického spaľovania, ktorý je pri koncentráciách nad 100 % dolnej medze výbušnosti odpojený a nahradený senzorom tepelnej vodivosti. Celý postup je riadený mikroprocesorom, ktorý je zabudovaný v analyzátore. Tepelne vodivostný snímač indikuje vodík (H_2) a je dostatočne citlivý aj na metán (CH_4).

Na meranie koncentrácie kyslíka (O_2) sa využívajú **elektrický analyzátor**, ktorý je založený na princípe zmeny paramagnetických vlastností (paramagnetické vlastnosti O_2 sa stratia pri ohriatí nad Courieovu teplotu) a **magnetodynamický analyzátor**, ktorého snímacím prvkom je torzná váha tvorená dvoma guľčkami z kremenného skla naplnenými dusíkom a upevnenými na zvislom závесе, ktorý stabilizuje polohu na princípe diamagnetického prvku (kyvadla) v silnom a nehomogénnom poli permanentného magnetu. **Infračervený spektroskopický GFC analyzátor na meranie koncentrácie CO** využíva v systéme merania referenčnú kyvetu s 25 % koncentráciou meranej zložky. Metóda GFC (Gas Filter Correlation) bola vyvinutá pre zdokonalenie infračervenej absorpčnej metódy merania s tým, že na rozdiel od nedisperznej infračervenej metódy slúži optický filter na výber referenčnej vlnovej dĺžky a je nahradený korelačným kolieskom. Táto metóda sa používa aj na meranie koncentrácie SO_2 , NO, HCl, CO_2 a NH_3 .

3 Meranie koncentrácie plyných emisií prístrojmi so snímačmi založenými na fyzikálno - chemickom princípe

Pri snímačoch založených na fyzikálno-chemickom princípe dochádza ku vzájomnému pôsobeniu látky a povrchu snímača, čo vedie ku chemickej premene molekúl a v priebehu tejto chemickej reakcie sa meria určitá fyzikálna veličina. Tieto snímače majú vyhovujúcu selektivitu, ktorá je zabezpečená vhodnou chemickou reakciou a majú tiež väčšie dopravné oneskorenie a väčšiu časovú konštantu. Pre detekciu oxidačných alebo redukčných plynov sú určené **snímače polovodičových analyzátorov**, ktoré sa využívajú na detekciu unikajúceho plynu, lokalizáciu miesta úniku, pre použitie s nižšími nárokmi na presnosť a na detekciu plynov s ľubovoľnou koncentráciou. Citlivosť metódy sa znižuje so zvyšujúcou koncentráciou plynu. Zmena teploty alebo vlhkosti detegovaného plynu ovplyvňuje ich odozvu a preto sa odporúča týmito analyzátormi merať vo vnútornom prostredí. **Analyzátory založené na katalytickom spaľovaní** určujú zloženie plynu nepriamo a princíp ich činnosti spočíva na oxidácii horľavých plynov na povrchu elektricky vyhrievaného katalytického prvku. Táto oxidácia plynov spôsobuje merateľné zvýšenie teploty detegujúceho prvku v závislosti na koncentrácii detegovaného plynu. Katalytické snímače sa používajú u väčšiny prenosných a stacionárnych analyzátorov pre jednorazové a kontinuálne merania a keďže spotrebovávajú horľavé plyny a kyslík, treba zabezpečiť difúziu plynov k snímaciemu prvku. **Elektrochemické analyzátory** založené na elektrochemickom princípe určujú zloženie plynu nepriamo. Podstata merania spočíva v meraní zmien elektrických parametrov elektród (v kontakte s elektrolytom) v dôsledku oxidačno-redukčnej reakcie plynu. Elektródy bývajú pokryté aktivačnou vrstvou a plyn sa na nich spotrebováva oxidačno-redukčnou reakciou. Odpadové produkty sú obvykle prenášané článkom na protiľahlú elektródu. Elektrochemické snímače sú vhodné pre meranie koncentrácie H_2 alebo CO. Životnosť

elektrochemických snímačov je obmedzená počtom meraní, pretože sa opotrebovávajú reaktívnymi plynmi.

4 Meranie koncentrácie plyných emisií chemickým analyzátorom

Analyzátory založené na chemických princípoch určujú zloženie plynu priamo, a to na základe absorpcie alebo chemickej reakcie zmesi plynov s vhodnými látkami. Použitie konkrétneho typu prístroja je závislé na druhu skúmanej znečisťujúcej látky a na účele merania. Medzi staršie známe chemické analyzátory patrí **Orsatov prístroj**, ktorý pracuje na základe absorpčnej objemovej analýzy, je určený pre meranie obsahu CO₂, CO, O₂ alebo spáliteľných zložiek a môže byť upravený pre kontinuálnu prevádzku s automatickou registráciou nameraných hodnôt v závislosti na čase.

5 Záver

Príspevok sa zaoberal problematikou technických prostriedkov pre meranie a monitorovanie základných plyných znečisťujúcich látok podľa súčasných svetových trendov. Poznatky sú určené pre študentov technického zamerania v trojstupňovom vysokoškolskom štúdiu, ktorí sú orientovaní na navrhovanie, projektovanie a konštruovanie environmentálnych zariadení pre oblasť monitorovania zložiek životného prostredia.

6 Literatúra

1. ČERNECKÝ, J.: Technické prostriedky merania a monitorovania. *Učebné texty* FEVT TU Zvolen, 2005, 92 s. ISBN 80-228-1439-3.
2. RUŽINSKÁ, E.: Efektívne spôsoby znižovania emisií VOC v procesoch povrchových úprav. In: *Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie "Mobilné energetické prostriedky - Životné prostredie"*. FEVT TU Zvolen, 2007, s. 175-182. ISBN 978-80-228-1750-9.
3. <http://www.etske.sk/sk/services.htm>

Príspevok je riešený v rámci grantového projektu KEGA MŠ SR, č. proj. 3/6431/08.

Lektoroval: doc. Ing. Vladimír Štollmann, CSc., PhD., Katedra lesnej ťažby
a mechanizácie, Lesnícka fakulta, Technická univerzita Zvolen, SR

Kontaktná adresa:

Andrea Neupauerová, Ing. PhD.,
Katedra environmentálnej techniky,
Fakulta environmentálnej a výrobnéj
techniky, Technická univerzita Zvolen,
Študentská 26, 960 53 Zvolen, SR
tel. ++ 421 45/5206 879
e-mail: neupauerova@vsld.tuzvo.sk

Jozef Černecký, doc. Ing. CSc.,
Katedra environmentálnej techniky,
Fakulta environmentálnej a výrobnéj
techniky, Technická univerzita Zvolen,
Študentská 26, 960 53 Zvolen, SR
tel. ++ 421 45/5206 698
e-mail: jcern@vsld.tuzvo.sk