

Skúsenosti z merania emisií elektrochemickým analyzátorom testo 360

Dušan Kisel, Juraj Kolesár

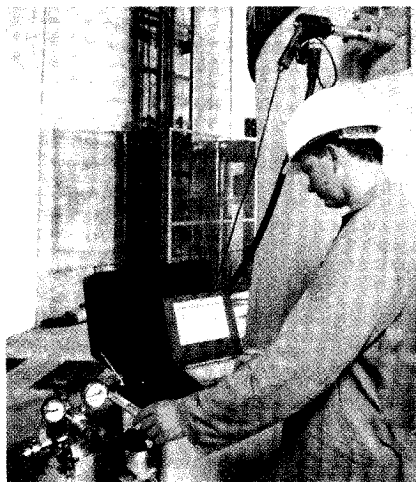
V príspevku je predstavený prenosný analyzátor spalín - emisný monitorovací systém - EMS testo 360, ktorý bol schválený konfirmačným úradom DIN CERTCO na vykonávanie oprávnených meraní plyných emisií zdrojov znečisťovania bez obmedzenia výkonu a druhu paliva v SRN. Sú tu uvedené základné informácie z legislatívy ochrany ovzdušia v SRN a na Slovensku. V praktickej časti sú popísané výsledky skúšok spôsobilosti EMS testo 360 v skúšobnom ústave RWTÜV, najmä s ohľadom na možnosti merania v spaľovniach odpadov a veľkých zdrojov znečisťovania.

Úvod

V súčasnosti sa vedú diskusie medzi prevádzkovateľmi zdrojov znečisťovania, ako aj meracími skupinami na vykonávanie oprávnených meraní plyných emisií o použití meracích systémov - na fyzikálnom princípe, elektrochemickom a na združenom (niekoľko fyzikálnych a elektrochemických senzorov v jednom prístroji). Aj keď odvetvové technické normy MŽP SR povolujú použitie všetkých meracích princípov pre tzv. oficiálne merania, elektrochemické analyzátory sú povolené len pre merania na zdrojoch znečisťovania do 25 MW celkového tepelného výkonu. Pre väčšie výkony a všetky druhy palív sú požadované analyzátory s fyzikálnym princípom alebo združené. Napriek tomu v odbornej verejnosti vládne neprávom nedôvera k združeným analyzátorom spalín pri použití pre stredné a veľké zdroje znečisťovania (nad 50 MW celkového tepelného výkonu a všetky druhy palív). Na príklade združeného analyzátoru spalín EMS testo 360 uvedieme jeho vlastnosti a zhodu s požiadavkami príslušných OTN MŽP SR práve pre tieto zdroje.

EMS testo 360

Testo 360 je kompaktný analyzátor (obr.1), ktorý umožňuje rýchle a presne merať obsah O_2 , CO , CO_2 , NO , NO_2 , NO_x a SO_2 , ako aj teplotu spalín, obsah vody v spalínach a rýchlosť prúdenia spalín. Má hmotnosť menej ako 20 kg, takže ho môže prenášať jedna osoba. Obsahuje



Obr.1 Testo 360

integrovanú patentovanú predúpravnú jednotku spalín. Analýza spalín je realizovaná elektrochemickými senzormi a NDIR technikou (CO_2). Prednosťou elektrochemických senzorov je, že sú termostaticky teplotne stabilizované ($+35\text{ }^\circ\text{C}$), z tohto dôvodu sa dosahuje mimoriadna presnosť počas dlhej doby bez potreby kalibrácie. Analyzátor testo 360 spolupracuje s notebookom a program v prostredí WINDOWS umožňuje užívateľovi využívať široké možnosti zobrazovania meraných údajov vo forme tabuliek, stĺpcových grafov, priebehov. Ku EMS testo 360 sa dodáva súbor troch softvérových balíkov **Basic software, Automatic software a Analysis software**.

Na kontinuálne merania sú v ponuke multifunkčné sondy alebo priemyselné modulárne sondy. Tieto sondy sú určené pre extrémne podmienky: vysoké teploty, korozívny kondenzát, prach, mechanické namáhanie. Multifunkčné sondy slúžia na súčasnú analýzu spalín a meranie rýchlosti prúdenia spalín. Tieto sondy sa vyrábajú do dĺžky 3 m s integrovanou Prandtlou rúrkou na kontinuálne monitorovanie rýchlosti prúdenia spalín a merania emisnej záťaže. Testovací plyn možno pripojiť priamo na hlavicu sondy, a tak preveriť celú plynovú cestu. Tieto sondy vyhovujú oficiálnym meraniam podľa EPA (U.S.A.).

Priemyselné modulárne sondy s keramikým filtrom možno vyhrievať a predĺžiť až do 3 m. Maximálna teplota spalín je počas merania $1800\text{ }^\circ\text{C}$. Tieto sondy možno použiť pre oficiálne merania v súlade s TA Luft alebo pre procesné merania (napr. tunelové pece). Plynové sondy sú spojené s prístrojom pomocou vyhrievanej hadice.

Pre oprávnené merania a dlhodobé merania počas niekoľkých dní možno periodicky kontrolovať analyzátor pomocou testovacích plynov. Samozrejme, je to potrebné aj v prípade, ak je požadovaná vysoká presnosť merania. Testovacie plyny sú automaticky prepínané prístrojom a ak sa počas kalibrácie zaznamená väčšia, ako je povolená odchýlka, realizuje sa nová kalibrácia. Prístroj možno naprogramovať na periodické, plne automatické kalibrovanie nulového bodu a smernice pomocou testovacích plynov. Podľa potreby sa pomocou notebooku naprogra-

muje cyklus merania a cyklus preplachovania čerstvým vzduchom.

Ďalšími prednosťami prístroja sú napr. stupeň krytia IP 42 alebo rýchle nasadenie na mieste merania (do 30 min.). Na zamedzenie manipulácie so systémom nepovolnými osobami je vonkajší kryt analyzátoru osadený ovládacím panelom. Tento panel na kryte prístroja umožňuje jeho ovládanie - začiatok a ukončenie merania aj v teréne. Všetky poruchové stavy sú zaznamenávané a vyvolávajú alarm.

V prípade kontroly a merania technologických procesov možno meracie rozsahy rozšíriť (15 až 20-násobne bez straty presnosti). Napr. najväčší merací rozsah pre CO_2 je 100 obj. %, pre CO je 20 obj. %, pre SO_2 je 10 obj.% atď.

Príslušenstvo

Ako príslušenstvo k analyzátoru sa dodáva: transportný vozík, transportný kufr, kryt proti nepriaznivému počasiu, tlačiareň A4, ručný prístroj, chladiaca jednotka, jednotka ďalších snímačov, jednotka analógových výstupov, rozšírenie rozsahu merania.

Legislatíva v SRN

V Nemecku platí tzv. Spolkový zákon SRN na ochranu proti imisiám (BImSchG), ktorý upravuje medzné limity škodlivých látok vo vybraných typoch zariadení podľa prvého všeobecného právneho predpisu - Technického návodu na zachovanie čistoty ovzdušia (TA Luft). Spaľovacie zariadenia sú všeobecne rozdelené podľa troch ustanovení (BImSchV):

- 4. BImSchV popisuje zariadenia, ktoré podliehajú formálnemu schváleniu na prevádzkovanie a obsluhu. Sem prislúcha asi 150 typov definovaných zariadení. TA Luft tu platí ako predpis určujúci medzné hodnoty emisií, meranie, kontrolu atď. Toto je záväzný rámec - okruh pre samotné úrady.
- Pre veľké spaľovacie zariadenia platí predpis 13. BImSchV a pre spaľovne odpadov 17. BImSchV. V oboch ustanoveniach sú tiež predstavené ďalšie požiadavky - nároky s ohľadom na medzné hodnoty, zariadenia na kontrolu atď.

Parameter	Najmenší merací rozsah ²⁾	Najväčší merací rozsah	Najväčší merací rozsah s rozšírením	Presnosť podľa DIN 33 962 ¹⁾	Presnosť testu 360 RWTÜV	Časová odozva t ₉₀ ³⁾
O ₂	0..21 % obj.	0..21 % obj.	0..21 % obj.	≤ 5 % z m.k.h.	≤ 1,2 % z m.k.h.	30 s
NO	0..200 ppm	0..3000 ppm	0,1...6,0 % obj.	≤ 5 % z m.k.h.	≤ 2,8 % z m.k.h.	30 s
NO ₂	0..410 mg/m ³ 0..200 ppm	0..6160 mg/m ³ 0..500 ppm	0,1...1,0 % obj.	≤ 5 % z m.k.h.	≤ 1,0 % z m.k.h.	80 s
NO _x (NO+NO ₂)	0..410 mg/m ³ 0..200 ppm	0..1030 mg/m ³ 0..3500 ppm	0,1...7,0 % obj.	≤ 5 % z m.k.h.	≤ 3,8 % z m.k.h.	-
SO ₂	0..410 mg/m ³ 0..200 ppm	0..7190 mg/m ³ 0..5000 ppm	0,1...10,0 % obj.	≤ 5 % z m.k.h.	≤ 2,5 % z m.k.h.	70 s
CO ₂	0..580 mg/m ³ 0..20 % obj.	0..14650 mg/m ³ 0..25 % obj.	0,1...100,0 % obj.	≤ 5 % z m.k.h.	≤ 1,5 % z m.k.h.	20 s
s integrovaným meraním abs. tlaku	400...1200 mbar	-	400...1200 mbar	-	≤ 14 mbar	-
CO	0..200 ppm 0..250 mg/m ³	0..1000 ppm 0..12560 mg/m ³	0,1...20,0 % obj.	≤ 5 % z m.k.h.	≤ 2,0 % z m.k.h.	40 s
Obsah vody v spalinách	2,0...31 % obj. H ₂ O +15...+70 °C t ₀	-	-	-	≤ 4 % obj. H ₂ O absolútne	30 s
Teplota spalín	Priemyselné sondy Multifunkčné sondy	-	-	-	≤ 0,5 °C % (0-100°C) 0,5 % z m.h. (>100°C) ≤ 0,5 °C % (0-100°C) 0,5 % z m.h. (>100°C)	≤ 180 s (t ₉₀) ≤ 100 s (t ₉₀)
Rýchlosť výpočet z dif. tlaku	5..40 m/s ± 50 mbar	-	-	-	≤ 1,5 m/s (pri +200 °C) 950 mbar abs. ≤ 0,05 mbar + 1% z m.h.	2 s

Tab.1 Technické požiadavky DIN 33962 na meracie systémy pre oprávnené jednorazové merania znečisťujúcich látok ovzdušia

Poznámka:

m.k.h. - meraná koncová hodnota

- Všetky presnosti sú uvedené bez voľby "rozšírenie meracieho rozsahu". V rozšírenom meracom rozsahu treba pripočítať + 2 % k dosahovanej presnosti
- Merací rozsah koncovej hodnoty možno určiť voľbou kalibračného plynu (okrem O₂). Nastavovací bod by mal byť 80 % z meracieho rozsahu koncovej hodnoty. Napr. CO: požadovaný merací rozsah do 300 ppm → koncentrácia kalibračného plynu asi 240 - 260 ppm CO.
- Bez voľby „rozšírenie meracieho rozsahu“.

Meranie emisií

V rámci zariadení, ktoré podliehajú predpisom 4. BImSchV, je jasne stanovené, či je potrebný kontinuálny odber meraných údajov, alebo postačuje opakujúce sa kontrolné meranie. Posledné menované merania sa označujú aj ako jednorazové merania. Toto jednorazové meranie je zakotvené v zákone podľa § 26 a 28. Doteraz bolo presne definované, že na tieto merania sa mohla použiť iba taká meracia technika, ktorá vyhovuje TA Luft - skúške spôsobilosti, a bola oznámená spolkovým vnútorným predpisom (LAI) a tieto mohli byť uvedené v spoločnom liste ministerstva.

Meracie miesta pri jednorazových meraniach sú často ťažko dostupné a väčšinou sa vyznačujú vysokými alebo nízkymi teplotami, prachom, špinou alebo nedostatkom miesta. Preto je priáním mnohých užívateľov mať malé kompaktné meracie prístroje s rovnakou kvalitou ako stacionárna meracia technika, ktoré sú rýchle, lacné a podstatne šetria čas a náklady.

6 Inštalácia kvázistacionárneho meracieho systému na mieste merania podľa uvedených požiadaviek trvala niekoľko hodín, dokonca niekoľko dní. Preto boli často

používané na tieto merania malé analyzátory spalín (ako náhrada) - známe prístroje pre kominárov a peciarov. Tieto lacné ručné prístroje však nikdy neumožnili splniť extrémne požiadavky priemyselných analyzátorov.

Od roku 1996 vstúpila v SRN do platnosti norma DIN 33962, ktorá definuje požiadavky na použitie kontinuálne pracujúceho zariadenia na meranie plyných emisií pre jednorazové merania. Prenosné meracie zariadenia, ktoré spĺňajú technické požiadavky (tab. 1) uvedenej normy možno použiť na oprávnené jednorazové merania emisií bez obmedzenia výkonu a použitého paliva. Zhoda s predmetnou normou sa vykonáva tzv. skúškou spôsobilosti.

Pri splnení technických požiadaviek na prenosné meracie prístroje podľa DIN 33962 sa musí zohľadniť mnoho kritérií. Prenosné meracie prístroje sú oproti stacionárnym meracím systémom obzvlášť vystavené striedavému zafarbeniu:

- od arktického chladu až po tropické teplo,
- od extrémnej vlhkosti okolia až po 100 % relatívnej vlhkosti (dážď),

- stabilnému umiestneniu od stabilných inštalácií až po prenosnú alternatívu,
- rozdielnym plynným zložkám v spalinách,
- rozdielnym vplyvom na presnosť merania,
- rozdielnym meracím rozsahom a meraným veličinám v koncentráciách od ppm po obj. %. podľa typu meraného zariadenia.

TÜV skúška

Dva rovnaké analyzátory testu 360 boli v RWTÜV v Essene podrobené skúške spôsobilosti v laboratóriu a v praktických podmienkach. Výsledky týchto skúšok boli porovnávané s požiadavkami DIN 33962. Spôsobilosť EMS testu 360 bola preskúšaná na meranie týchto zložiek spalín: O₂, CO, CO₂, NO, NO₂, NO_x, SO₂, teplota, tlak.

V tab. 1 sú uvedené merané presnosti, ktoré boli dosiahnuté v systéme testu 360 v skúšobni RWTÜV v Essene počas skúšky spôsobilosti.

Ing. Dušan Kiseľ, CSc.,
Ing. Juraj Kolesár, CSc.

Skúsenosti z merania emisií elektrochemickým analyzátorom testo 360 (2)

Dušan Kisel, Juraj Kolesár

V príspevku je predstavený prenosný analyzátor spalín - emisný monitorovací systém - EMS testo 360, ktorý bol schválený konfirmačným úradom DIN CERTCO na vykonávanie oprávnených meraní plyných emisií zdrojov znečisťovania bez obmedzenia výkonu a druhu paliva v SRN. Sú tu uvedené základné informácie z legislatívy ochrany ovzdušia v SRN a na Slovensku. V praktickej časti sú popísané výsledky skúšok spôsobilosti EMS testo 360 v skúšobnom ústave RWTÜV, najmä s ohľadom na možnosti merania v spaľovniach odpadov a veľkých zdrojov znečisťovania.

- preskúšanie **priečnej citlivosti** (vplyvu interferujúcich látok) meracieho systému,
- spoločné porovnanie s konvenčnými meracími zariadeniami na určenie **hranice chyby**.

Ako referenčné meracie zariadenia boli pri skúške spôsobilosti použité pre jednotlivé komponenty EMS testo 360 analyzátoru pracujúce s fyzikálnymi princípmi: O₂ - paramagnetický, CO - NDIR, CO₂ - NDIR, NO - chemoluminiscentný, NO₂ - NDUV, SO₂ - NDUV.

Rozsiahly skúšobný program pozostával z laboratórnych skúšok a okruhu pripojených testov v teréne. Pre **laboratórne skúšky** boli podstatné tieto kritéria dôležítosti:

- kontrola linearít analyzátoru s testovacími plynmi,
- určenie priečnej citlivosti (vplyvu interferujúcich látok) meracieho systému,
- testovanie stability - driftu nulového bodu v špecifikovanom rozsahu teplôt,
- testovanie stability referenčného bodu v špecifikovanom rozsahu teplôt,
- určenie meracieho rozsahu testo 360,
- testovanie opakovateľnosti nameraných výsledkov,
- určenie presnosti merania.

Pre **skúšku spôsobilosti a testy v teréne** boli zvolené veľké meracie zariadenia podľa 13. BImSchV a spaľovne odpadov podľa 17. BImSchV a TA Luft, ktoré boli merané v časovom intervale počas jedného štvrtroka.

Merania boli uskutočnené s nasledujúcimi palivami (antracitické uhlie, zemný plyn, prírodný plyn, vykurovací olej #5, komunálne odpady, drevo) a zdrojmi (bojler na vodu, parný generátor, spaľovňa odpadov, plynová turbína).

Počas meraní boli získané nasledujúce výsledky:

- vyšetrovanie **intervalu** údržby,
- určenie **reprodukovateľnosti** meraní,

Meranie	O ₂ Senzor v spaľovni odpadov		Merací rozsah: 0 ... 21 %		
	TUV referenčný analyzátor (%)	Testo 360 # 1 (%)	Testo 360 # 1 chyba v % z m.r.	Testo 360 # 2 (%)	Testo 360 # 2 chyba v % z m.r.
1	11,4	11,5	0,5	11,5	0,5
2	12,8	12,8	-1	12,6	-1
3	11	11	1,4	11,2	1
4	11,1	11,1	0,5	11,2	0,5
5	10,7	10,7	0,5	10,9	0,5

Meranie	CO ₂ Senzor v spaľovni odpadov		Merací rozsah: 0 ... 20 %		
	TUV referenčný analyzátor (%)	Testo 360 # 1 (%)	Testo 360 # 1 chyba v % z m.r.	Testo 360 # 2 (%)	Testo 360 # 2 chyba v % z m.r.
1	7,8	7,8	0,1	7,7	-0,5
2	6,8	6,8	0,0	6,8	0,0
3	7,1	7,2	0,5	7,1	0,0
4	8,2	8,3	0,5	8,2	0,0
5	7,9	8	0,5	8,1	0,0

Meranie	CO Senzor v spaľovni odpadov		Merací rozsah: 0 ... 250 mg/m ³		
	TUV referenčný analyzátor mg/m ³	Testo 360 # 1 mg/m ³	Testo 360 # 1 chyba v % z m.r.	Testo 360 # 2 mg/m ³	Testo 360 # 2 chyba v % z m.r.
1	14,4	13,9	-0,2	15,3	0,4
2	13	13	0,0	13,7	0,3
3	12,3	13,3	0,4	13,8	0,6
4	16,1	16	0,0	16,5	0,2
5	13,6	13,3	-0,1	13,5	0,0

Meranie	NO Senzor v spaľovni odpadov		Merací rozsah: 0 ... 200 ppm		
	TUV referenčný analyzátor ppm	Testo 360 # 1 ppm	Testo 360 # 1 chyba v % z m.r.	Testo 360 # 2 ppm	Testo 360 # 2 chyba v % z m.r.
1	50,2	52,9	1,4	55,9	2,9
2	26,1	25,7	-0,2	28,7	1,3
3	68,9	65,9	-1,5	66,8	-1,1
4	66,9	68,7	0,9	70,1	1,6
5	65,8	66,4	0,3	67,3	0,8

Meranie	NO ₂ Senzor v spaľovni odpadov		Merací rozsah: 0 ... 200 ppm		
	TUV referenčný analyzátor ppm	Testo 360 # 1 ppm	Testo 360 # 1 chyba v % z m.r.	Testo 360 # 2 ppm	Testo 360 # 2 chyba v % z m.r.
1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Meranie	SO ₂ Senzor v spaľovni odpadov		Merací rozsah: 0 ... 580 mg/m ³		
	TUV referenčný analyzátor mg/m ³	Testo 360 # 1 mg/m ³	Testo 360 # 1 chyba v % z m.r.	Testo 360 # 2 mg/m ³	Testo 360 # 2 chyba v % z m.r.
1	4,9	4,3	-0,1	6,1	0,2
2	3,9	3,1	0,1	4,8	0,2
3	0,9	1,5	0,1	1,6	0,1
4	4	4,4	0,1	5	0,2
5	1,3	1,7	0,1	2,1	0,1

Tab.1 Porovnanie parametrov analyzátorov testo 360 #1 a #2 s referenčnými analyzátorami na spaľovni odpadov, poznámka: m.r. - merací rozsah



ho napätia. Ak je dĺžka dosky omnoho väčšia ako jej šírka, Hallove elektrické pole vyrovnáva Lorentzovu silu a tok prúdu sa stáva súbežný s osou Y. V tomto prípade je tok prúdu v určitom uhle s vybudným napätím. Najvhodnejší je štvorcový tvar Hallovej dosky. Hallov jav v kremíku má citlivosť okolo $7 \mu V/V/Oe$. Kremík je súčasne piezorezistívny, takže nešetrnou manipuláciou s Hallovým prvkom, napr. počas balenia sa môže prejavíť chyba v nule (posun v nule) ako funkcia dvoch vplyvov - mechanického a teplotného. Hallov jav v kremíku je prakticky lineárny pre niekoľko tisíc Oe. Najmenšia hodnota detekovateľného poľa je 1 Oe. K aplikáciám využívajúcim snímače na Hallovom jave patrí snímanie ozubených prevodov, snímanie pootočenía, prúdové snímače, spínače na klávesniciach a pod.

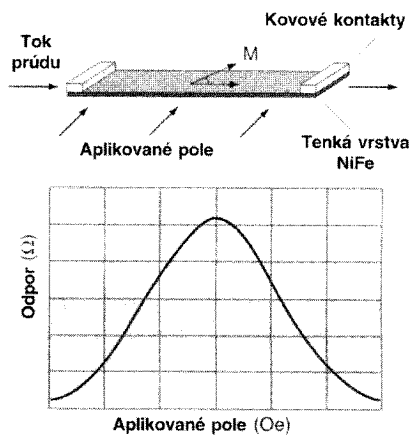
Magnetorezistívne prevodníky (MR)

Anizotropná magnetorezistencia AMR sa prejavuje v železných materiáloch. Je to zmena odporu spôsobená magnetickým poľom pôsobiacim kolmo na tok prúdu v tenkom prúžku železného materiálu (obr. 2). Obr. 2 vysvetľuje teóriu, zapojenie, činnosť a typickú odozvu prúžku MR na pôsobenie externého magnetického poľa.

Magnetorezistívne snímače merajú pole od μOe do 10 Oe.

Wheatsonov mostík je základným elektronickým prvkom magnetorezistívneho snímača. Na obr. 3 je Wheatsonov mostík zložený zo štyroch magnetorezistorov s napájacím napätím V_b . Výstup mostíka je

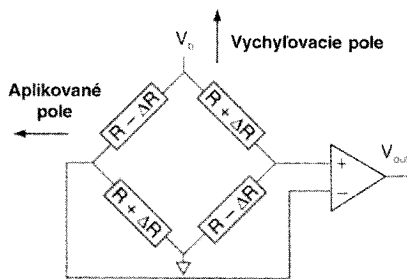
$$\Delta V_{out} = \frac{\Delta R}{R} V_b$$



Obr.2 Princíp činnosti magnetorezistívneho snímača a typická charakteristika MR

Napätový výstup mostíka ΔV_{out} je funkciou pôsobiaceho poľa, nazývaný tiež prenosovou funkciou snímača. V lineárnej časti je tento výstup proporcionálny k aplikovanému poľu $\Delta V = S \cdot h \cdot V_b$.

Citlivosť S a rozsah linearity prevodnej funkcie sú základné parametre prevodníka. Rozsah linearity prevodnej funkcie je inverzne proporcionálny voči citlivosti.



Obr.3 Wheatsonov mostík a princíp činnosti magnetorezistívneho prevodníka

Magnetorezistívne prevodníky sú vyrobené z dlhých pruhov tenkého feromagnetického filmu. Tieto tenké vrstvy sú nanášané na kremíkové platne, pričom sú použité štandardné polovodičové technológie. Hrúbka pásika sa udáva v stovkách angstromov.

K typickým vlastnostiam MR prevodníkov patria:

- vysoká citlivosť (snímač môže byť vo väčšej vzdialenosti od snímaného objektu),
- odolnosť voči elektromagnetickým vplyvom a interferenciám,
- vysoká spoľahlivosť (polovodičové riešenie bez pohyblivých častí),
- malé náklady na implementáciu, komponent sa môže priamo osadiť na plošnú dosku,
- malé rozmery.

Všetky uvedené vlastnosti predurčujú MR snímač na aplikáciu v bezpečnostných systémoch, detekciu odchyliiek, identifikáciu objektov na základe ich magnetických vlastností alebo na identifikáciu bankoviek, v zariadeniach pre virtuálnu realitu.

MR snímač je vhodný na aplikovanie v geometrických konfiguráciách, kde nemožno použiť snímač s Hallovým javom. Pre mnohé aplikácie možno použiť Hallov snímač alebo MR snímač. Ak je požadovaná menšia citlivosť, ale veľký rozsah linearity treba zvoliť Hallov snímač, ak je potrebná vysoká citlivosť vhodný je MR snímač.

Honeywell ponúka všetky spomenuté typy snímačov magnetického poľa.

Tamara Bratland
Robert Bicking
Bharat B. Pant

Honeywell

Skúsenosti z merania emisií elektrochemickým analyzátorom testo 360 (3)

Dušan Kiseľ, Juraj Kolesár

V príspevku je predstavený prenosný analyzátor spalín - emisný monitorovací systém - EMS testo 360, ktorý bol schválený konfirmačným úradom DIN CERTCO na vykonávanie oprávnených meraní plynných emisií zdrojov znečisťovania bez obmedzenia výkonu a druhu paliva v SRN. Sú tu uvedené základné informácie z legislatívy ochrany ovzdušia v SRN a na Slovensku. V praktickej časti sú popísané výsledky skúšok spôsobilosti EMS testo 360 v skúšobnom ústave RWTÜV, najmä s ohľadom na možnosti merania v spalovniach odpadov a veľkých zdrojov znečisťovania.

Legislatíva na Slovensku

MŽP SR vydáva odvetvové technické normy - OTN ŽP, ktoré zabezpečujú implementáciu všeobecne záväzných právnych predpisov v pôsobnosti rezortu životného prostredia.

OTN ŽP séria 2001:96 uvádza zoznam metód a metodík jednotlivých meraní, ktorými sa zisťujú:

- hodnoty veličín, pre ktoré sú vyjadrené limity znečisťovania (emisie a imisie),

- množstvá znečisťujúcich látok vypúšťaných zo zdrojov znečisťovania.

OTN ŽP séria 2003:96 uvádza jednorazové merania emisií znečisťujúcich látok zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia. Túto normu tvorí základná norma s tromi časťami.

Zásady vykonávania jednorazových meraní s použitím meracích systémov určuje tretia časť OTN ŽP 2003-3:96.

Táto norma určuje základné technické požiadavky na emisné meracie systémy (EMS), definuje zásady vykonáva-

nia jednorazových meraní emisií vybraných plynných znečisťujúcich látok a merania súvisiacich stavových a referenčných veličín (tab. 1). Podľa tejto normy sa posudzujú EMS na oprávnené jednorazové merania - tzv. oprávnené merania.

Z porovnania požiadaviek OTN ŽP 2003-3:96 na funkčné parametre fyzikálnych a združených (tu patrí aj testo 360) analyzátorov pre jednorazové merania jasne vyplýva, že **testo 360 ich spĺňa v plnom rozsahu.**

položka	funkčný parameter	O ₂		CO		CO ₂	
		OTN	RWTUV	OTN	RWTUV	OTN	RWTUV
1.1	Medza detekcie	≤ 2 %	≤ 0,61 %	≤ 2 %	≤ 0,23 %	≤ 2 %	≤ 0,8 %
1.2	Vplyv interferujúcich látok	-	≤ ±0,1 %	≤ ±4 %	≤ ±0,89 %	≤ ±4 %	≤ ±0 %
1.3	Celková charakteristika	≤ ±2 %	≤ ±1,21%	≤ ±5 %	≤ ±1,83 %	≤ ±5 %	≤ ±1,24 %
1.4	Linearita	≤ ±2 %	≤ ±1,0 %	≤ ±2 %	≤ ±1,8 %	≤ ±2 %	≤ ±1,72 %
1.5	Chyba analyzátora	≤ ±5 %	-	-	-	-	-
2.1	Drift nulovej hodnoty	≤ ±2 %	≤ ±0,48 %	≤ ±2 %	≤ ±0,1 %	≤ ±2 %	≤ ±0,4 %
2.2	Drift meracieho rozpätia	≤ 0,2 % obj.	≤ ±1,0 %	≤ ±4 %	≤ ±1,0 %	≤ ±4 %	≤ ±1,72 %
		≤ ±4 %					
2.3	Odchýlka nulovej hodnoty zapríčinená teplotou	≤ 0,4 % obj.	≤ 0,0 %	≤ ±2 %	≤ ±0,1 %	≤ ±2 %	≤ ±0 %
2.4	Odchýlka meracieho rozpätia zapríčinená teplotou	≤ 0,4 % obj.	≤ 1,0 %	≤ ±4 %	≤ ±2,5 %	≤ ±4 %	≤ ±1,7 %
2.5	Čas odozvy t ₉₀	≤ 200 s	≤ 50s	≤ 200 s	≤ 30 s	≤ 200 s	≤ 60 %
3.1	Stálosť funkčných parametrov (okrem položiek 2.1 a 2.2)	≥ 3 dni	≥ 14 dni	≥ 3 dni	≥ 14 dni	≥ 3 dni	≥ 14 dni
3.2	Teplota okolia	5 - 45 °C	-25 - +55 °C	5 - 45 °C	-25 - +55 °C	5 - 45 °C	-25 - +55 °C
3.3	Nominálny rozsah	0 - 1,5 EL	0 - 2 EL	0 - 1,5 EL	0 - 2 EL	0 - 1,5 EL	0 - 2 EL
3.4	Výstupný signál	4 - 20 mA	4 - 20 mA	4 - 20 mA	4 - 20 mA	4 - 20 mA	4 - 20 mA
3.5	Celková hmotnosť	< 20 kg	-*	< 20 kg	-*	< 20 kg	-*
3.6	Elektrické krytie	IP 44/42	IP 42	IP 44/42	IP 42	IP 44/42	IP 42
3.7	Napájacie napätie	200 - 400 V	200 - 230 V	200 - 400 V	200 - 230 V	200 - 400 V	200 - 230 V

položka	funkčný parameter	NO		NO ₂		SO ₂	
		OTN	RWTUV	OTN	RWTUV	OTN	RWTUV
1.1	Medza detekcie	≤ 2 %	≤ 0,32 %	≤ 2 %	≤ 0,20 %	≤ 2 %	≤ 0,11 %
1.2	Vplyv interferujúcich látok	≤ ±4 %	≤ ±0,2 %	≤ ±4 %	≤ ±1,1 %	≤ ±2 %	≤ ±1,9 %
1.3	Celková charakteristika	≤ ±5 %	≤ 2,83 %	≤ ±5 %	≤ ±0,54 %	≤ ±2,5 %	≤ ±2,31 %
1.4	Linearita	≤ ±2 %	≤ 1,5 %	≤ ±2 %	≤ ±1,5 %	≤ ±2 %	≤ ±0,6 %
1.5	Chyba analyzátora	-	-	-	-	-	-
2.1	Drift nulovej hodnoty	≤ ±2 %	≤ ±0,0 %	≤ ±2 %	≤ ±0,25 %	≤ ±2 %	≤ ±0,25 %
2.2	Drift meracieho rozpätia	≤ 0,2 % obj.	≤ ±1,5 %	≤ ±4 %	≤ ±1,5 %	≤ ±4 %	≤ ±1,5 %
		≤ ±4 %					
2.3	Odchýlka nulovej hodnoty zapríčinená teplotou	≤ 0,4 % obj.	≤ 0,0 %	≤ ±2 %	≤ ±0,0 %	≤ ±2 %	≤ ±0,2 %
2.4	Odchýlka meracieho rozpätia zapríčinená teplotou	≤ 0,4 % obj.	≤ 1,3 %	≤ ±4 %	≤ ±2 %	≤ ±3 %	≤ ±0,7 %
2.5	Čas odozvy t ₉₀	≤ 200 s	≤ 40 s	≤ 200 s	≤ 30 s	≤ 200 s	≤ 70 %
3.1	Stálosť funkčných parametrov (okrem položiek 2.1 a 2.2)	≥ 3 dni	≥ 14 dni	≥ 3 dni	≥ 14 dni	≥ 3 dni	≥ 14 dni
3.2	Teplota okolia	5 - 45 °C	-25 - +55 °C	5 - 45 °C	-25 - +55 °C	5 - 45 °C	-25 - +55 °C
3.3	Nominálny rozsah	0 - 1,5 EL	0 - 2 EL	0 - 1,5 EL	0 - 2 EL	0 - 1,5 EL	0 - 2 EL
3.4	Výstupný signál	4 - 20 mA	4 - 20 mA	4 - 20 mA	4 - 20 mA	4 - 20 mA	4 - 20 mA
3.5	Celková hmotnosť	< 20 kg	-*	< 20 kg	-*	< 20 kg	-*
3.6	Elektrické krytie	IP 44/42	IP 42	IP 44/42	IP 42	IP 44/42	IP 42
3.7	Napájacie napätie	200 - 400 V	200 - 230 V	200 - 400 V	200 - 230 V	200 - 400 V	200 - 230 V

Tab. 1 Základné technické požiadavky na emisné meracie systémy (EMS) podľa OTN 2003-3:96

Poznámka: * celková hmotnosť testu 360 je menšia ako 20 kg

Mnohostranné použitie EMS testu 360

Analýzátor je určený najmä na nasledujúce aplikácie:

- oprávnené merania bez obmedzenia druhu paliva a výkonu,
- kontrolné merania v rôznych technológiách,
- servis priemyselných horákov a pecí,
- je použiteľný ako krátkodobý kvázistacionárny náhradný systém, ak dôjde k výpadku stacionárneho monitorovacieho systému alebo pri jeho oprave,
- hľadanie príčiny prekračovania emisných limitov zdroja znečisťovania, ak

stacionárny systém dlhodobo ukazuje vysoké hodnoty emisií.

Takto môže prenosný analyzátor testu 360 v mnohých aplikáciách nahradiť stacionárne meracie prístroje. Medzi jeho významné prednosti patria:

- certifikovaný podľa DIN 33962 na oficiálne merania,
- 6 analyzovaných plynov v jednom prístroji,
- integrovaná a patentovaná jednotka predúpravy spalin,
- možnosť testovania a kalibrácie na mieste merania,
- schopnosť pracovať v extrémnych podmienkach (-25 až +55 °C),
- automatická práca aj bez dozoru, prakticky niekoľko dní (7 dní),
- extrémny merací rozsah pre procesnú kontrolu,

- prijateľná cena, nízke náklady a nároky na údržbu,
- čas nábehu systému na meranie je menej ako 30 min.

Záver

V príspevku je opísaný emisný merací systém testu 360 a sú tu uvedené výsledky skúšok spôsobilosti pre oprávnené jednorazové merania emisií plyných znečisťujúcich látok podľa DIN 33962 v RVTÚV Essen. EMS testu 360 vyhovujú požiadavkám na technické prostriedky monitorovania emisií na oficiálne merania nielen v SRN, ale aj na Slovensku podľa OTN ŽP 2003-3:96.

Ing. Dušan Kiseľ, CSc.,
Ing. Juraj Kolesár, CSc.