

Prednosti elektrochemických analyzátorov na príklade analyzátorov testo 350 a testo 360

TRENDY V PRENOSNÝCH ANALYZÁTOROCH SPALÍN

Dušan Kiseľ, Juraj Kolesár, K-TEST

Legislatívne zmeny v USA a Európe zvyrazňujú narastajúci význam a použitie novej generácie prenosných elektrochemických analyzátorov, ktoré uspokojujú potreby priemyslu a štátnych orgánov pri ochrane ovzdušia.

Oxidy dusíka (NO_x) a oxid uhoľnatý (CO) sú výsledkom bežných spaľovacích procesov. NO_x je jedinou znečisťujúcou látkou, ktorej množstvo v USA vzrástlo od uvedenia zákona o ovzduší (Clear Air Act). Produkciu NO_x vzhľadom na podiel na znečistení ovzdušia dnes výraznejšie sledujú štátne i federálne agentúry ochrany, ktoré sa spoločne snažia monitorovať, riadiť a dúfajme, že aj znižovať jeho podiel.

Prevádzkovatelia tepelných zdrojov sa často stretávajú so zložitými alebo veľmi premenlivými spaľovacími procesmi, ktoré spotrebúvajú nadmieru paliva. Pri monitorovaní týchto zdrojov hľadajú taký kompromis, ktorý zaistí požadovaný stupeň presnosti, je cenovo efektívny a navyše pomáha pri znižovaní prevádzkových nákladov.

Súčasná technológia prenosných analyzátorov spalín môžu splniť všetky tieto požiadavky. Prenosné elektrochemické (ECH) analyzátory poskytujú cenovo efektívne a presné merania NO_x , CO , kyslíka (O_2) a oxidu siričitého (SO_2). To znamená, že poskytujú cenné vedomosti využiteľné pri skvalitňovaní výroby a zvyšovaní prevádzkovej účinnosti zdrojov. Prenosné ECH analyzátory môžu poskytovať údaje aj o kritických emisných hodnotách, ktoré v mnohých prípadoch vyhovujú požiadavkám na uchovanie záznamu o emisiách.

Predpisy dnes požadujú sledovanie množstva emisií čoraz menších zdrojov spaľovania. V mnohých prípadoch prenosné ECH analyzátory poskytujú jednoduchú alternatívu stacionárnym emisným monitorovacím systémom (Continuous Emission Monitoring Systems - CEMS) alebo k častým meraniam meracou skupinou.

ELEKTROCHEMICKÁ TECHNOLOGIA

Srdcom prenosných emisných analyzátorov sú elektrochemické (ECH) senzory. Sú vyrábané pre mnoho rozličných plynov vrátane O_2 , CO , oxidov dusíka (NO a NO_2), SO_2 a sírovodíka (H_2S). Podobajú sa na palivové články, v ktorých merané plyny reagujú s elektrolytom buď oxidačnou, alebo redukčnou reak-

ciou a spôsobujú vznik elektrického prúdu, ktorý je proporcionálny koncentrácii. Tento signál sa potom spracuje a zobrazí na displeji v mA, ppm, v % alebo v emisnom štandarde (napr. mg/m^3 , g/GJ , mg/kWh).

ECH senzory sú vnútorne lineárne v ich celom meracom rozsahu. Požadujú iba malý alebo žiaden príkon na prevádzku - preto sú ideálne na prenosné aplikácie. ECH-senzory sú robustné, necitlivé na väčšinu vibrácií a môžu pracovať vo veľmi širokých teplotných rozsahoch. Jednou z najdôležitejších predností ECH-senzorov je ich stabilita. Nové ECH-senzory môžu pracovať tri, najmenej však dva roky, v závislosti od kvality a majú drift menší ako 5 % za rok. Najdôležitejšie je, že sú lacné a nevyžadujú údržbu. Dokonca aj NASA sa spolieha v kritických aplikáciách na ECH senzory.

Na rozdiel od CEMS, ktoré využívajú chemiluminiscenciu, prenosné prístroje s ECH-senzorami merajú NO_2 priamo. To eliminuje straty NO_2 pri použití NO/NO_2 konvertorov. NO_2 je zložka oxidov dusíka NO_x , ktorá môže byť podstatnou v aplikáciách s nízkym obsahom NO_x (budúca generácia turbín bude mať NO_x emisie, ktoré budú obsahovať podiel 50 až 70 % NO_2 = ASME Report, No. 98554 1/11/99). Ak použijeme správne meracie postupy, tak dobre navrhnutý prenosný ECH-analyzátor môže byť presnejší ako ich referenčný testovací protipól (College of Engineering - Center for Environmental Research and Technology, Evaluation of Portable NO_x Analyser, Testo 350, June 18, 1997).

ZNÍŽENIE PREVÁDZKOVÝCH NÁKLADOV

Zvýšenie účinnosti a zníženie teploty spalín iba o niekoľko percent v kotle s výkonom 50 MW znamená ušetriť viac ako 200 000 USD/rok. Trendy v priemysle smerujú k zníženiu emisií NO_x inštaláciou horákov s nízkymi emisiami NO_x a k používaniu selektívnych katalytických redukčných konvertorov (SCR). ECH-analyzátory poskytujú istotu, podstatne vyššiu presnosť a flexibilitu, čo znamená overenie parametrov týchto

drahých doplnkov pri nízkej cene za meranie.

TRENDY NA DOSIAHNUTIE ZHODY

Mnoho štátov v USA schválilo alebo schvaľuje prenosné analyzátory pri meraní oxidov dusíka NO_x . Federálne úrady považujú pravidelné monitorovanie s prenosnými analyzátormi za serióznu alternatívu nepravidelného merania. Požadujú periodické monitorovanie stále menších zdrojov na dosiahnutie zhody s predpísanými emisnými limitmi. Prenosné ECH-analyzátory pracujúce v súlade s certifikačnými protokolmi sú cenovou alternatívou ku CEMS.

LEGISLATÍVNE ASPEKTY

V roku 1998 americká agentúra pre ochranu životného prostredia (U.S. Environmental Protection Agency - EPA) schválila použitie prenosných ECH-analyzátorov na meranie NO , NO_2 a NO_x zo stacionárných zdrojov na základe podmienených testovacích metód CTM - 22 a pre meranie NO_x , CO a O_2 na základe CTM - 30, ktoré možno nájsť na www.epa.gov/ttn/ecm/ctm.

Zhodu priemyslu a výrobcov analyzátorov združených v Inštitúte spoločností čistého ovzdušia (Institute of Clean Air Companies - ICAC) vyjadruje metóda monitorovania emisií vyplňajúca medzeru medzi nepravidelným testovaním meracími skupinami a CEMS. Prevádzkovateľom zdrojov to umožňuje dosiahnuť zhodu ich zdroja vďaka periodickému testovaniu. Metódu ICAC posudzuje agentúrou EPA z hľadiska možného zahrnutia do predpisov v kapitole periodického monitorovania. Do platnosti by mali vstúpiť už v priebehu roka.

Ako často treba prevádzku monitorovať? To závisí od kvality meraných procesov. Motívom je aj úspora paliva na základe merania účinnosti spaľovania a nastavenia spaľovacieho procesu. Návravnosť investície do analyzátorov sa odvíja najmä od ceny ušetreného paliva a môže byť krátka - iba niekoľko týždňov.

Ak je monitorovanie požadované pre dodržanie legislatívnych predpisov, bude sa podstatne meniť. EPA v princípe pracu-

je na báze definovania frekvencie tvorenej faktormi ako vyhovujúce alebo nevyhovujúce miesto zdroja, prípustné hodnoty, vyhovujúca história a premenlivosť procesov. Od väčšiny prevádzok sa bude vyžadovať merať štvrťročne.

**CERTIFIKOVANÉ
EMISNÉ ANALYZÁTORY**

V súčasnosti sa všetci výrobcovia analyzátorov spalín usilujú ustavične zvyšovať technické parametre. Vládou odsúhlasené úrovne overovacích programov hrajú dôležitú úlohu pri vykonávaní nezávislých analýz a hodnotení kritických technológií.

Úrad kvality ovzdušia v Kalifornii (SCAQMD) bol priekopníkom predstavy overovania zariadení pre RECLAIM – program predaja NO_x. Kanadský a americký program overenia technológií na ochranu životného prostredia (ETV) ho rýchle nasledoval. Progresívny monitorovací program (Advanced Monitoring

Program) U.S. EPA ETV prezentuje jeho posledné overenie prenosných emisných analyzátorov.

Testovací program vykonávaný agentúrou Battelle z ohňského Columbusa potvrdil prevádzkovú presnosť analyzátorov na základe postupov schválených EPA ETV. Tento overovací program bol najpodrobnejší a precízne dokladovaný výsledkami. Výsledky činnosti overovaných analyzátorov sú od augusta 1999 uverejnené na internete na stránke EPA ETV ako <http://www.epa.gov/etv/library.htm>. Jedným z týchto-ECH analyzátorov bol aj testo 350.

ECH-analyzátor testo 350 je výkonný prenosný systém, ktorý umožňuje komplexne analyzovať spaľovacie procesy a rýchle a presne merať a vyhodnocovať obsah plynov: O₂, CO₂, CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂, s krátkym časom kalibrácie, umožňuje merať a vyhodnocovať teplotu, ťah, komínovú stratu, účinnosť spaľovania, diferenciálny tlak, nadbytok vzduchu

a navyše ako prvý prenosný analyzátor na svete meria a vyhodnocuje rýchlosť prúdenia spalín a vlhkosť!

Ide o modulárny systém, takže užívateľ si môže zvoliť osadenie prístroja podľa potreby a neskôr chýbajúce senzory doplniť. Dokumentácia nameraných údajov sa uskutočňuje cez IR-tlačiareň, analýza a spracovanie údajov pomocou počítača cez rozhranie RS232.

Testo 350 je určený najmä na monitorovanie emisií a nastavovanie veľkých priemyselných spaľovacích zariadení. V spolupráci s predúpravovou jednotkou testo 339 vytvára emisný merací systém a možno ho použiť pre jednorazové merania emisií, ktorých výsledky slúžia pre orgány štátnej správy ochrany ovzdušia.

EURÓPSKE SKÚŠENOSTI

Parametre a výkonnosť ECH-analyzátorov skúmali v rámci viacerých skúšobných programov aj v Európe. Jedným z prvých bol program holandského skúšob-

Tab. 1: Základné technické parametre pre testo 350

Parameter	Merací rozsah	Presnosť	Rozlíšenie	Časový ohlas	Princíp merania
O ₂	0...25 %	<0,8% z meracieho rozsahu	0,1 obj.%	t ₉₅ asi 20 s	ECH senzor
CO ₂ (výpočet z O ₂)	0...CO ₂ max	–	0,1 obj.%	t ₉₅ asi 20 s	–
CO (s/bez kompenzácie H ₂)	0...20 000 ppm	<20 ppm (do 400 ppm) <5% z m.h. (>400 ppm)	1 ppm	t ₉₅ asi 40 s	ECH senzor
	0...40 000 ppm	<50 ppm (0...1000 ppm) <5 % z m.h. (1000...10000 ppm) <10 % z m.h. (>10000 ppm)	1 ppm	t ₉₅ asi 40 s	ECH senzor
CO (s kompenzáciou H ₂)	0...10 000 ppm	<5 ppm (do 100 ppm) <5% z m.h. (> 100 ppm)	1 ppm	t ₉₅ asi 40 s	ECH senzor
NO _x (NO+NO ₂)	0...3 000 ppm	<7 ppm (do 100 ppm) <7% z m.h. (> 100 ppm)	1 ppm	t ₉₅ asi 40 s	ECH senzor
NO (oddelené)	0...3 000 ppm	<5 ppm (do 100 ppm) <5% z m.h. (> 100 ppm)	1 ppm	t ₉₅ asi 40 s	ECH senzor
NO ₂ (oddelené)	0...500 ppm	<5 ppm (do 100 ppm) <5 % z m.h. (> 100 ppm)	1 ppm	t ₉₅ asi 40 s	ECH senzor
SO ₂	0...5 000 ppm	<5 ppm (do 100 ppm) < 5 % z m.h. (> 100 ppm)	1 ppm	t ₉₅ asi 40 s	ECH senzor
Teplota	-40...+1 200 °C	±0,5 °C (0...100 °C) ±0,5 % z m.h. (> + 100 °C)	0,1 °C (<1000 °C) 1 °C (>1000 °C)	V závislosti od snímača	Termočlánok K (NiCr-Ni)
Komínový ťah/tlak	± 50 mbar	±0,03 mbar (<3 mbar) ±2% z m.h. (>3 mbar)	0, 01 mbar	t ₉₅ <2 s	Odporový tlakový senzor
Diferenčný tlak	±100 mbar	±0,1 mbar (0...20 mbar) ±0,5% z m.h. (>20 mbar)	0, 01 mbar	t ₉₅ <2 s	Odporový tlakový senzor
	±10 mbar	±0,3 mbar (<3 mbar) ±2% z m.h. (>3 mbar)	0,01 mbar	t ₉₅ <2 s	Odporový tlakový senzor
Rýchlosť prúdenia	0...40 m/s	Pozri diferenčné meranie tlaku	0,1 m/s	t ₉₅ <2 s	Výpočet z ?P (Prandtlóva rúra), teplota a hustota
Vlhkosť okolia	0...100 % r.v.-20... +140 °C	0,1 % r.v. ±2 % r.v.	t ₉₅ <5 s	Kapacitný snímač vlhkosti testo	

ného inštitútu GASTEC. Posudzovalo sa sedem ECH-analýzátorov a 5 analýzátorov pracujúcich na fyzikálnych princípoch pri meraní NO_x (NO a NO_2), CO a O_2 . Možnosť použitia ECH-analýzátorov sa v tomto prípade potvrdila.

V SRN je legislatíva pri používaní ECH-analýzátorov ešte ďalej. Norma DIN 33962 z roku 1996 definuje požiadavky na použitie kontinuálne pracujúceho zariadenia na meranie plynných emisií NO_x (NO a NO_2) pomocou ECH-analýzátorov pre oprávnené jednorazové merania znečisťujúcich látok ovzdušia.

Dva rovnaké analýzátory testo 360 v tom istom roku podrobili v skúšobni RWTÜV v Essene laboratórnym a praktickým testom spôsobilosti podľa DIN 33962 pre meranie týchto zložiek spalín: O_2 , CO , CO_2 , NO , NO_2 , NO_x , SO_2 , teplota, tlak.

Tento rozsiahly skúšobný program má podobné zásady ako CTM-22 a CTM-30 v USA. Pre skúšku spôsobilosti a testy v teréne sa zvolili veľké meracie zariadenia (13). Potvrdila sa použiteľnosť analýzátora testo 360 bez obmedzenia pre rôzne spaľovacie zariadenia (4., 13., a 17. BimSchV). To znamená, že ho možno použiť na jednorazové merania aj na spaľovniach odpadov a veľkých zdrojoch znečisťovania ovzdušia.

Vynikajúce vlastnosti ECH-analýzátorov potvrdil aj ďalší testovací program: EMS testo 360 sa podrobil druhej podrobnej skúške RWTÜV podľa skúšobných metód platných pre kontinuálne pracujúce a stacionárne inštalované analýzátory pracujúce na fyzikálnych princípoch. Na základe jej výsledkov EMS testo 360 zapísali do spoločného ministerského vestníka Spolkového ministerstva životného prostredia, prírody a jadrovej bezpečnosti (Gemeinsames Ministerialblatt, 49 Jahrgang, 28. Dezember 1998, Nr. 45, seite 946). Definícia znie: meracie zariadenie na kontinuálnu kontrolu emisií SO_2 , CO , NO , NO_2 a O_2 pre zariadenia pracujúce podľa 13., 17. BimSchV a TA Luft.

Takto sa ECH-analýzátory dostali na rovnakú kvalitatívnu úroveň s analýzátormi pracujúcimi na fyzikálnych princípoch.

Testo 360 je kompaktný analýzátor - EMS, 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 nižšiu ako 20 kg, takže ho môže prenášať jedna osoba. Obsahuje integrovanú patentovanú predúpravovú jednotku spalín. Analýza spalín sa realizuje ECH-senzormi a NDIR-technikou (CO_2). Prednosťou ECH-

-senzorov je termostatická teplotná stabilita (+35°C). Vďaka tomu sú mimoriadne presné počas dlhého času bez potreby kalibrácie. Pri meraní technologických procesov možno rozšíriť meracie rozsahy na 15- až 20-násobok bez straty presnosti. Napríklad najväčší merací rozsah pre CO_2 je 100 obj. %, pre CO je 20 obj. %, pre SO_2 10 obj. %, atď.

Analýzátor testo 360 je určený na kontrolné merania rôznych technológií, servis priemyselných horákov a pecí, ako EMS pre jednorazové merania, resp. ako náhradný systém pri výpadku CEMS (pracujúcim na fyzikálnom princípe) alebo pri jeho oprave, na hľadanie príčin prekračovania emisných limitov zdroja znečisťovania, ak stacionárny systém dlhodobo ukazuje vysoké hodnoty emisií.

LEGISLATÍVA NA SLOVENSKU

Prevádzkovateľ zdroja môže pri kúpe analýzátora vychádzať z viacerých hľadísk. Základným kritériom je hospodárnosť alebo zisťovanie množstva vypúšťaných znečisťujúcich látok a údaje o dodržiavaní emisných limitov znečisťovania. Ak sleduje dodržiavanie emisných limitov, potom v súlade s legislatívou zatriedi svoj zdroj podľa výkonu. Stredné a veľké zdroje sa musia vybaviť CEMS. V súčasnosti OTN ŽP 2001:96 povoľuje používať na kontinuálne monitorovanie fyzikálne princípy.

Ak prevádzkovateľ zdroja sleduje hospodárnosť, potom bez ohľadu na veľkosť zdroja si môže zadovážiť taký analýzátor, ktorý mu umožní získať údaje na efektívne

zariadenie činnosti zdroja tak, aby dosahoval najvyššiu účinnosť prevádzky a zároveň dodržal emisné limity. To znamená, že prevádzkovatelia malých zdrojov, ale aj stredných a veľkých môžu používať ECH-analýzátory na nastavovanie a optimalizáciu prevádzky bez obmedzenia.

Na jednorazové merania, ktorých výsledky slúžia pre orgány štátnej správy ochrany ovzdušia, tzv. oficiálne merania, sa v súlade s OTN MŽP SR povoľuje použitie všetkých meracích princípov. Analýzátory s ECH-senzormi sú povolené na oficiálne merania na zdrojoch zne-

čisťovania spaľujúcich zemný plyn alebo LVO do 25 MW celkového tepelného výkonu. Pre väčšie výkony a všetky druhy palív sa požadujú analýzátory s fyzikálnym princípom alebo združené. Napriek tomu odborná verejnosť neprávom nedôveruje ECH-analýzátorm pri použití pre stredné a veľké zdroje znečisťovania (nad 50 MW celkového tepelného výkonu a všetky druhy palív).

Súčasná generácia prenosných ECH-analýzátorov uspokojuje potreby priemyslu i štátnych orgánov. Odolnosť, jednoduché použitie a nízke prevádzkové náklady ECH-analýzátorov sú najviac oceňované priemyslom. Sú dostupným nástrojom pre energetikov a prevádzkovateľov zdrojov znečistenia ovzdušia. Presnosť a opakovateľnosť meraní doteraz potvrdilo niekoľko programov. Nové testovacie metódy prenosných analýzátorov CTM-22 a CTM-30, ako aj odporúčané metódy ICAC umožňujú použiť prenosné ECH-analýzátory pri periodickej monitorovaní zdrojov. Inšpekčné orgány a priemysel majú možnosť takto presne a lacno monitorovať emisie NO_x a iné znečisťujúce látky.

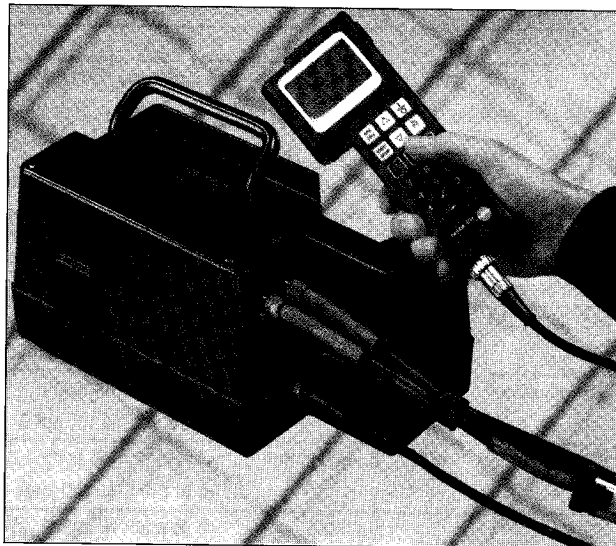


Foto: archív

Prenosné emisné analýzátory možno použiť na údržbu i aplikácie dodržiavania emisných limitov. Procesní inžinieri a servisní pracovníci využívajú analýzátory ako vývojový nástroj na lepšie monitorovanie procesu riadenia a mnoho štátnych úradov (USA, SRN) odporúča ich použitie na určenie zhody zdrojov s predpísanými normami.

K TEST

K - TEST, s.r.o.

Letná 40, 042 60 Košice

Tel./fax: 095 6253633

email: ktest@isternet.sk