

► Damian Żabicki

# Pomiary, zakresy, sensory

## Analizatory spalin

### – bezpieczne i efektywne użytkowanie kotła



Fot. Testo



Fot. Testo

Nowoczesne kotły wymagają precyzyjnej regulacji przy użyciu specjalistycznych przyrządów pomiarowych. Stosując analizatory spalin, instalator zyskuje nie tylko pewność, że kocioł spełnia wymagania norm i przepisów dotyczących spalin, ale co najważniejsze, ma gwarancję bezpieczeństwa użytkowników instalacji grzewczej i stabilności pracy źródła ciepła oraz zadowolenia klienta.

■ Jakże zatem parametry i gazy mogą być mierzone za pomocą dostępnych na rynku analizatorów spalin? Przede wszystkim na uwagę zasługuje pomiar zarówno ilości, jak i jakości produktów spalania, przez co oceniana jest sprawność systemu grzewczego. Kluczową rolę odgrywa przy tym ocena systemu grzewczego pod kątem spełniania norm dotyczących emisji zanieczyszczeń. Określany jest współczynnik nadmiaru powietrza, a także straty kominowe oraz stężenie punktu rosy i stężenie tlenków azotu. Z pewnością przyda się możliwość pomiaru ciśnienia lub ciśnienia różnicowego oraz ciągu kominowego.

**W kontekście analizy gazów zawartych w spalinach przyrządy mierzą zawartość tlenu (O<sub>2</sub>), tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), tlenku azotu (NO), wielotlenków azotu (NO<sub>x</sub>) oraz dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>).**

Oprócz tego analizatory spalin są w stanie zmierzyć ciąg kominowy, ciśnienie lub ciśnienie różnicowe, a także stężenie tlenku azotu. Funkcjonalność przyrządów pozwala na obliczanie wartości takich, jak: stężenie dwutlenku węgla, stężenie tlenku węgla czy też sprawność cieplna kotła.

#### W świetle norm technicznych

Funkcjonalność i zakresy pomiarowe analizatorów spalin nie są dowolne, bowiem ściśle wynikają z wymagań odpowiednich norm technicznych. Za wiodący dokument w tym zakresie można uznać normę PN-EN 50379, która składa się z trzech części. Pierwsza z nich (PN-EN 50379-1) precyzuje wymagania ogólne i metody badań kotłów. Z kolei dokumenty PN-EN 50379-2 dotyczy wymagań charakterystyki przyrządów używanych w procesie związanym z ustawowymi przeglądami i ocenami kotłów. Nie mniej ważna jest część normy PN-EN 50379-3 określająca wymagania dotyczące charakterystyki przy-

## Co się liczy w analizatorach, czyli o praktycznych walorach urządzeń

Typowy analizator spalin pomiar wykonuje w temperaturze  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $45^{\circ}\text{C}$ . Na uwagę zasługuje automatyczna kalibracja w powietrzu z jednoczesnym pomiarem ciągu/ciśnienia, dzięki czemu zyskuje się wykrywanie nieszczelności. Producenci stawiają na prostą obsługę urządzenia, a więc ważna jest intuicyjna obsługa oraz ergonomiczny kształt obudowy. Warto zwrócić uwagę na możliwość wydrukowania mierzonych i przeliczanych parametrów, dzięki zintegrowanej drukarce termicznej. Poprawność pracy poszczególnych podzespołów i funkcji jest sprawdzana przez wewnętrzny program testowy. Stąd też wyświetlane są komunikaty błędów wraz z opisem i diagnozą usterki. Oprócz tego instalator jest informowany o dacie ostatniego przeglądu oraz o czasie, jaki przepracował analizator. Nie mniej ważne są możliwości komunikacyjne pozwalające na przesył danych do komputera. Stąd też przewiduje się złącze RS-232, port USB oraz interfejs Irda i Bluetooth. Z pewnością komfort użytkownika urządzenia zapewni kolory wyświetlacz.

Po to, aby zapewnić prostą obsługę dane są wizualizowane poprzez kolorowe znaczniki i symbole. Tym sposobem dane są niemal natychmiast analizowane. Jest możliwie powiększenie na cały ekran jednej z mierzonych wartości. Dodatkowo komunikaty „krok po kroku” prowadzą instalatora przez proces pomiaru. Niejednokrotnie przewiduje się rozszerzoną funkcjonalność zatem można wykonać test szczelności instalacji gazowej czy też pomiarów na paliwach stałych. Bez wątpienia liczy się odporność obudowy urządzenia, co warunkuje jego używanie niemal w każdym miejscu. Obudowy analizatorów są odporne na działanie pyłów i wilgoci. Komfort obsługi poprawi manipulator typu scrollpad. Przydać się może gniazdo karty pamięci. Mówiąc o pamięci analizatorów spalin, warto zwrócić uwagę na bloki pomiarowe, gdzie zapisywane są grupy wyników pomiarów. Zapamiętane mogą być zdarzenia takie, jak stany alarmowe obejmujące przekroczenie progów alarmowych i wartości maksymalnych. Oprócz tego w pamięci przyrządu zapisywane są wszystkie mierzone wartości.

urządzeń używanych do nieokreślonego przebiegu prawa serwisowania urządzeń grzewczych opalanych gazem. O tym, które wymagania normy powinien spełniać przyrząd w dużej mierze zależy od jego funkcjonalności i przeznaczenia. W przypadku gdy analizator będzie używany pod-

czas prac obejmujących przeglądy wymagane przepisami prawa lub wykonywanie czynności serwisowych kotłów opalanych paliwem innym niż gaz, należy zastosować urządzenie spełniające wymagania normy PN-EN 50379-2. Na potrzeby wyłącznie serwisowania gazowych przepływowych pod-

grzewaczy wody wystarczy analizator, który spełnia wymagania normy PN-EN 50379-3. Zatem patrząc przez pryzmat normy PN-EN 50379 dostępne na rynku analizatory spalin można podzielić na urządzenia niezgodne z normą, profesjonalne urządzenia pomiarowe (norma PN-EN 50379-2) oraz urządzenia wskaźnikowe (norma PN-EN 50379-3). W tych ostatnich przyrządach pomiar CO bazuje na braku kompensacji  $\text{H}_2$ .

### Wnętrze analizatora: elementy i ich znaczenie

Proces pomiaru  $\text{O}_2$ , CO oraz NO zazwyczaj jest oparty na elektrochemicznym ogniwie pomiarowym. Zazwyczaj przewiduje się ogniwo z dynamiczną kompensacją  $\text{H}_2$ . Jego ochronę zapewniono przez automatyczne wyłączenie pompy spalin wraz z osiągnięciem maksymalnego zakresu pomiarowego. Pomiar jest wznowiany dopiero po regeneracji ogniwa. Podczas pomiaru spalin istotną rolę odgrywa pompa odprowadzająca spaliny do ogniwa pomiarowego. Przy pomiarze ciągu kominowego ważny jest czujnik piezorezystancyjny z wewnętrzną kompensacją temperatury. Niejednokrotnie uwzględniana jest metoda pracy ogniwa pomiarowych eliminująca wpływ zabrudzenia filtra na dokładność pomiarów. Istotną rolę odgrywa filtr cząstek stałych i pułapka kondensatu. W zależności od modelu wybrać można filtr znajdujący się w samym analizatorze lub w sondzie. Sondę z filtrem cechuje większa masa, ale tym samym zwiększane jest bezpieczeństwo analizatora. W niektórych rozwiązaniach zarówno filtr, jak i pułapkę kondensatu umieszczono w obudowie urządzenia. Zagrożeniem takiego rozwiązania jest pozostawianie nieopróżnionej pu-

łapki kondensatu w niewielkiej odległości od ogniw. W przypadku, gdy pułapka kondensatu i filtr umieszczony jest w sondzie zyskuje się lepszą kontrolę nad kondensatem.



Fot. Testo



Fot. Afriso

## Przebieg pomiaru

Rodzaj paliwa wybierany jest z listy.

**Ilość tlenku węgla i dwutlenku węgla analizator spalin podaje w procentach objętości, natomiast węglowodory i tlenki azotu mierzy się w częściach na milion (ppm). Istnieje możliwość przełączania jednostek pomiarowych pomiędzy ppm, mg, mg (O<sub>2</sub>) i mg/kWh.**

W niektórych modelach przewidziano elektroniczną kontrolę procesu pomiaru sadzy. Sonda probiercza jest najczęściej ogrzewa-

na, zatem eliminuje się ryzyko kondensacji podczas pomiaru stopnia sadzy. Jeżeli wartości progowe są przekroczone, użytkownik jest informowany o tym zarówno wizualnie, jak i dźwiękowo. Przydatną funkcję stanowi także możliwość przeprowadzenia testu szczelności instalacji gazowej oraz wskazania kondycji cel elektrochemicznych. Ważny jest również wybór kolejności wyświetlanych wartości pomiarowych. Przyrząd informuje instalatora o niewłaściwym spalaniu zachodzącym w kotle. Na przykład, gdy analizator wyświetla komunikat „wartości pomiarowe są nie do akceptacji”, oznacza to, że stężenie CO i O<sub>2</sub> jest zbyt wysokie i mieści się poza zdefiniowanymi wartościami. Sensor CO jest odłączany w sposób automatyczny w przypadku przekroczenia zakresu pomiarowego. Użytkownik może tworzyć indywidualne konfiguracje programu pomiarowego (tzw. makra programowe). W programie do pomiaru spalin istnieje możliwość wprowadzenia indywidualnych ustawień. Sondy pomiarowe wymieniane są za pomocą szybkozłączek. Przyrząd w sposób automatyczny rozpoznaje sondę. Dostępne są także modele pracujące w dwóch ak-

tywnych poziomach. Stąd też można np. za pomocą trybu graficznego poszukiwać rdzenia spalin lub wybierać obszar optymalnego spalania i jednocześnie dokonywać pozostałych pomiarów, których wyniki wyświetlane są na wyświetlaczu w tle grafiki.

## O czym warto pamiętać?

### ...przeeglądy

Zwraca się uwagę, aby analizatory spalin poddawać okresowym przeglądom nie rzadziej niż raz na pół roku. Ważne są także samodzielne sprawdzenia bazujące np. na użyciu gazu testowego o stężeniu progu alarmowego. Z kolei profesjonalną kalibrację wykonuje autoryzowany serwis. Należy pamiętać o sprawdzeniu stanu zanieczyszczenia filtra membranowego oraz o opróżnianiu pojemnika kondensatu.

### ...akcesoria ułatwiające pomiar

Na etapie wyboru odpowiedniego analizatora warto zwrócić uwagę na szereg akcesoriów, które z jednej strony zwiększają możliwości urządzenia, zaś z drugiej, poprawiają komfort jego obsługi. Stąd też przydać się może specjalistyczne oprogramowanie komputerowe pozwalające na tworzenie profesjonalnych protokołów z pomiarów. Warto zadbać o pompkę do sadzy ze skalą zadymienia. Bezpieczeństwo sprzętu zapewni wytrzymała walizka a specjalny płyn pozwoli na dokładne wyczyszczenie analizatora. W niektórych modelach pomiar ciśnienia gazu umożliwi dodatkowy zestaw przyłączeniowy.

### ...do pracy w przemyśle, konieczny odbiór UDT

Instalatorzy, którzy pracują również w prze-

myśle, mogą nabyć przyrządy przeznaczone do analizowania procesów spalania zachodzących w kotłach używanych w przemysłowych instalacjach grzewczych i produkcyjnych. Analizatory tego typu z pewnością przydadzą się podczas prac obejmujących przygotowanie kotłów do odbioru przez Urząd Dozoru Technicznego.

## Dwa zdania podsumowania

Pomimo konieczności stosowania nowoczesnych analizatorów spalin, które krok po kroku prowadzą instalatora przez proces pomiaru nie należy zapomnieć, że tlenki azotu znajdujące się w spalinach to substancje szkodliwe dla zdrowia. Tym sposobem powinny być one ograniczone do minimum. Z kolei tlenek siarki wskazuje na czystość zastosowanego paliwa, a jego stężenie jest niezależne od nastawy palnika.

**Dla zapewnienia poprawnej pracy kotła w zasadzie powinien wystarczyć pomiar stężenia tlenu, tlenku węgla, temperatury spalin i otoczenia.**

Instalator powinien poinformować użytkownika instalacji, że jego kocioł musi spełniać wymagania przepisów rozporządzenia ministra ochrony środowiska, zasobów naturalnych i leśnictwa z 28 kwietnia 1998 r. w sprawie dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu (Dz.U. nr 55 z 1998 r. poz. 355). Załącznik nr 2 do tego aktu normatywnego zawiera tabelę dopuszczalnych ilości suchych gazów odlotowych w warunkach normalnych przy zawartości tlenu w spalinach wynoszącej 3%. ■






Fot. Testo








Fot. Afriso

Dane techniczne przenośnych analizatorów spalin

Producent	Nazwa i model	Wartości mierzone	Standardy komunikacyjne z urządzeniami zewnętrznymi	Ekran/ wyposażenie podstawowe	Wyposażenie opcjonalne	Zastosowane nowatorskie rozwiązania i technologie	Wymiary /masa
<p>We measure it. </p> <p>www.testo.com.pl</p>  <p>testo 320 basic</p>  <p>testo 330-1LL/2LL</p>	<p><b>testo 320 basic</b></p> <p>Więcej</p>	<p><b>mierzone:</b>                      0...21% O<sub>2</sub>                      0... 4000 ppm CO                      0...500 ppm CO w otoczeniu                      -40...+1200°C temp. spalin                      0...100°C temp. powietrza                      -9,99...+40 hPa ciąg                      0...300 hPa różnica ciśnień</p> <p><b>obliczane:</b>                      0...CO<sub>2</sub>max                      0...120% sprawność                      0...99,9 strata kominowa                      λ współczynnik nadmiaru powietrza</p>	<p>USB – komunikacja z PC                      IRDA – komunikacja z drukarką bezprzewodową</p>		<p>zestawy do pomiaru: różnicy ciśnień i różnicy temperatury na zasilaniu i powrocie z instalacji grzewczej; różne długości i wykonania sond spalinowych i sonda temperatury otoczenia; przedłużenie węża spalinowego</p>	<p>możliwość wymiany sensorów przez użytkownika;                      współpraca z MS Excel bez udziału pośredniczącego oprogramowania specjalistycznego;                      koncepcja modułowych sond spalinowych umożliwiającą dokupienie tylko próbników sond bez konieczności dublowania węży bądź rękolejści</p>	<p>240x85 x65 mm /573 g</p>
	<p><b>testo 330-1LL</b></p> <p>Więcej</p>	<p><b>mierzone:</b>                      0...21% O<sub>2</sub>                      0... 4000 ppm CO (H2) – model 330-1LL                      0... 8000 ppm CO (H2), z rozcieńczaniem do 30000 ppm – model 330-2LL                      0...500 ppm CO (H2) (opcjonalnie);                      330-2LL: z rozcieńczaniem do 2000 ppm                      0...500 ppm CO w otoczeniu                      -40...+1200°C temp. spalin                      0...100°C temp. powietrza                      -9,99...+40 hPa ciąg                      0...300 hPa różnica ciśnień</p>	<p>USB – komunikacja z PC                      IRDA – komunikacja z drukarką bezprzewodową                      Bluetooth (opcja) – komunikacja z PC, palmtop, drukarka bezprzewodowa</p>	<p>kolorowy wyświetlacz graficzny 240x320 px/ analizator, zasilacz, akumulator Li-Ion, sonda spalinowa, mini-czujnik temperatury otoczenia, drukarka, walizka</p>	<p>zestawy do pomiaru różnicy: ciśnień i temperatury na zasilaniu i powrocie z instalacji grzewczej; sondy do pomiaru: CO w otoczeniu, CO<sub>2</sub> w otoczeniu, CH<sub>4</sub>/C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>; precyzyjna sonda do próby ciśnienia 4 Pa; sonda do oznaczenia poziomu tlenu w zewnętrznym płaszczu kominu kotła kondensacyjnego; zestaw do przeprowadzenia próby szczelności instalacji gazowej; oprogramowanie komputerowe easyHeat; różne długości i wykonania sond spalinowych (w tym wersja giętka) i sondy temperatury otoczenia przedłużenie węża spalinowego</p>	<p>możliwość wymiany sensorów przez użytkownika;                      sensory w wersji LL (Long Life) o wydłużonej żywotności wynoszącej ok. 6 lat (gwarancja 4 lata);                      graficzne przedstawienie wyników pomiaru, w tym macierz spalin;                      równoczesna analiza spalin z pomiarem ciągu;                      autodiagnoza informująca na bieżąco stopień zużycia sensorów;                      bezprzewodowa współpraca z elektroniczną pompką sadzy testo 308;                      bezprzewodowa współpraca z miernikiem CO i CO<sub>2</sub> w otoczeniu testo 315-3;                      koncepcja modułowych sond spalinowych umożliwiającą dokupienie tylko próbników sond bez konieczności dublowania węży bądź rękolejści;                      zerowanie sensorów analizatora i sensora różnicy ciśnienia z sondą umieszczoną w spalinach (330-2LL);                      droga gazowa z rozcieńczaniem dla sensora CO umożliwiającą pomiar do 30000 ppm (330-2LL)</p>	<p>270x90 x65 mm /600 g</p>
	<p><b>testo 330-2LL</b></p> <p>Więcej</p>	<p>0...3000 ppm NO (opcjonalnie)                      0...300 ppm NO (opcjonalnie)</p> <p><b>obliczane:</b>                      0...CO<sub>2</sub>max                      0...120% sprawność                      0...99,9 strata kominowa                      λ współczynnik nadmiaru powietrza</p>					

Dane techniczne przenośnych analizatorów spalin

Producent	Nazwa i model	Wartości mierzone	Standardy komunikacyjne z urządzeniami zewnętrznymi	Ekran/wyposażenie podstawowe	Wyposażenie opcjonalne	Zastosowane nowatorskie rozwiązania i technologie	Wymiary	Cena netto producenta
 <p><b>AFRISO</b> instalacje pod kontrolą www.afriso.pl</p> 	<p><b>BLUEXYZER ST</b> Więcej</p>	<p>0...21% O<sub>2</sub> 0... 6000 ppm CO 0...CO<sub>2</sub> max 0...1000°C temp. spalin -20...200°C temp. powietrza ±40 hPa ciąg kominowy (opcja) sprawność cieplna kotła strata kominowa współczynnik nadmiaru powietrza</p>	<p>port podczerwieni do obsługi drukarki, bluetooth SMART</p>	<p>kolorowy TFT 2,8"/sonda do poboru spalin z jednostką przygotowania spalin wraz z zintegrowanym czujnikiem temperatury spalin (sonda dedykowana do analizatora spalin bez funkcji pomiaru ciągu kominowego nie ma giętkiego przewodu z niebieskim przyłączem) czujnik temperatury otoczenia; ładowarka sieciowa mini USB; komplet filtrów</p>	<p>drukarka na podczerwień; EUROprinter</p>	<p>system autodiagnostyki sensorów; program pomiarowy służący do detekcji CO w otoczeniu; alarm dźwiękowy po przekroczeniu wartości granicznych; zapis wyników pomiarów na karcie pamięci MicroSD dołączonej do zestawu</p>	<p>67x144 x37 mm/ok. 275 g</p>	<p>550÷750 euro</p>
	<p><b>EUROXYZER ST</b> Więcej</p>	<p>0...21% O<sub>2</sub> 0... 9999 ppm CO z kompensacją H<sub>2</sub> 0...CO<sub>2</sub> max 0...2000 ppm NO (opcja) 0...1000°C temp. spalin -20...200°C temp. powietrza ±50 hPa ciąg kominowy (opcja) ±130 hPa ciśnienie (opcja) sprawność cieplna kotła strata kominowa współczynnik nadmiaru powietrza</p>	<p>port podczerwieni do obsługi drukarki, bluetooth (opcjonalnie), USB</p>	<p>komplet filtrów BLUEXYZER ST: karta pamięci MicroSD 2 GB; adapter, który umożliwia podłączenie karty MicroSD do gniazda SD komputera; EUROXYZER ST: torba transportowa</p>	<p>drukarka na podczerwień; EUROprinter; karta pamięci MicroSD 2 GB</p>	<p>możliwość rozbudowy do trzech sensorów: O<sub>2</sub>, CO z kompensacją wodoru, NO; wartość maksymalnego stężenia CO umożliwiająca analizę spalin w kotłach na gaz, olej i pellet; system autodiagnostyki sensorów; program pomiarowy służący do detekcji CO w otoczeniu; obsługa z wykorzystaniem dotykowego scrollpada</p>	<p>65x215 x45 mm/500÷650 g</p>	<p>810÷1616,80 euro</p>
 <p>Dystrybutor w Polsce: Pascal  www.pascalpolska.pl</p> 	<p><b>Wöhler A400L</b> Więcej</p>	<p>0..21% O<sub>2</sub> 0...10.000 ppm CO 0,00...± 110 hPa ciąg kominowy/manometr, -20...800°C temperatura spalin temperatura powietrza obliczane: strata kominowa [%] stopień sprawności kotła ETA 0,0...120% 0...CO<sub>2</sub> max CO<sub>2</sub> CO w odniesieniu do ustawionych wartości referencyjnych tlenu w zależności od paliwa ilość kondensatu [kg/m<sup>3</sup>] gazu lub [kg/kg] oleju opałowego</p>	<p>port podczerwieni IrDA</p>	<p>ekran kolorowy w technologii OLED, wielkość 2,4" (6 cm)/analizator spalin A400 z sondą na przewodzie 1,7 m, sensorem CO 10 000 ppm i menu w języku polskim, komplet baterii, opakowanie filtrów bawełnianych, walizka z tworzywa, instrukcja w j. polskim, certyfikat kalibracji</p>	<p>drukarka TD 100, sonda temperatury powietrza 280 mm, pompa do testu sadzy, pompka gumowa do testu szczelności, rurka typu S do pomiaru strat wentylacji, sonda pierścieniowa do pomiaru różnicy ciśnień, zewnętrzna powierzchnia sonda temperatury, zewnętrzny czujnik temperatury typu Jack, akumulatory, ładowarka etc.</p>	<p>zintegrowana autodiagnostyka filtrów, 3-stopniowa diagnoza urządzenia (autokontrola), wbudowany asystent regulacji ułatwia poprawną regulację kotła, wyświetlacz w technologii OLED dający doskonały obraz niezależnie od kąta patrzenia, jednoczesne wyświetlanie na ekranie 12 wartości pomiarowych, poręczny kształt dobrze dopasowany do dłoni, intuicyjna obsługa za pomocą 4 przycisków</p>	<p>205x85 x220 mm/640 g</p>	<p>3500 zł</p>