

Oszczędność energii



Redukcja emisji zanieczyszczeń

W niniejszej broszurze opisany został obecny poziom techniki elektronicznej regulacji instalacji paleniskowych. Tego rodzaju regulacja musi być odporna na zakłócenia i awarie oraz testowana przez niezależne organizacje. Konieczne jest przy tym przestrzeganie licznych norm. Elektroniczny regulator palnika może pracować w różnych trybach. Spełnienie specjalnych wymagań, takich jak np. elastyczna zmiana paliwa, możliwe jest wyłącznie przy wykorzystaniu nowoczesnych odpornych na zakłócenia i awarie rozwiązań, których realizacja nie wymaga dużych nakładów. Dodatkowo regulacja elektroniczna w połączeniu z nowoczesnymi czujnikami gazów wylotowych umożliwia optymalne prowadzenie procesu spalania a co za tym idzie zmniejszenie kosztów eksploatacji instalacji. Na uwagę w tym zakresie szczególnie zasługuje regulacja CO w instalacjach palnikowych. Ze względów bezpieczeństwa istotne jest również wykorzystanie odpowiednich czujników w układzie nadzoru instalacji palnikowej. Dane z regulatora palnika są często niezbędne w układzie automatyki w celu ich wizualizacji i raportowania, z tego względu konieczne jest również zapewnienie możliwości połączenia aparatów za pomocą transmisji cyfrowej Fieldbus. Elektroniczna regulacja przemysłowych instalacji palnikowych rozwija się bardzo dynamicznie.

Dzisiejszy poziom techniczny regulatorów zespolonych paliwo – powietrze

Przemysłowe instalacje paleniskowe w dzisiejszych czasach muszą być przede wszystkim efektywne. Efektywność ważna jest nie tylko w czasie pracy instalacji, ale także w czasie zmiany obciążenia oraz jej uruchomienia.

Ze względu na efektywność pracy przede wszystkim dużych instalacji paleniskowych, w których w poprzednich dziesięcioleciach stosowano zwykle sprzężenie mechaniczne stosuje się obecnie w coraz szerszym zakresie sprzężenie elektroniczne. Możliwości regulacji stosunku ilości paliwa i powietrza dla różnych obciążeń i warunków pracy instalacji przy zastosowaniu regulacji „elektronicznej” są bez porównania większe niż w przypadku stosowania regulacji mechanicznej. Przykładem może być mechaniczny luz zaworu regulacyjnego, który można skompensować wyłącznie w przypadku zastosowania urządzeń elektronicznych.

W latach poprzednich rynek oferował wyłącznie aparaty mechaniczne, które obecnie wypierane są przez urządzenia elektroniczne. Automat palnikowy był w latach poprzednich złożony z oddzielnych urządzeń, obecnie stanowi on zintegrowany układ zawierający wszystkie funkcje wymagane w procesie sterowania i regulacji palników.

Oprócz funkcji podstawowych „automatu palnikowego” i „elektronicznego zespolenia” dostępne są również dodatkowe funkcje. Przegląd możliwości zamieszczono na **rys. 1**.

Nowoczesne systemy zarządzania spalaniem zawierają następujące funkcje:

- automat palnikowy
- sprzężenie elektroniczne
- nadzór płomienia
- kontrolę szczelności zaworów
- licznik czasu pracy
- licznik rozruchów
- system zarządzania alarmami
- złącze dla systemu automatyki

- złącze dla PC
- regulację O₂ i CO
- regulację obrotów wentylatora powietrza do spalania.

Tego rodzaju zintegrowane systemy są w stanie sprostać praktycznie wszystkim wymaganiom w zakresie sterowania, regulacji i nadzoru palników. Zasadę działania przedstawiono na **rys. 2**.

Różnorodność zastosowań regulatorów elektronicznych

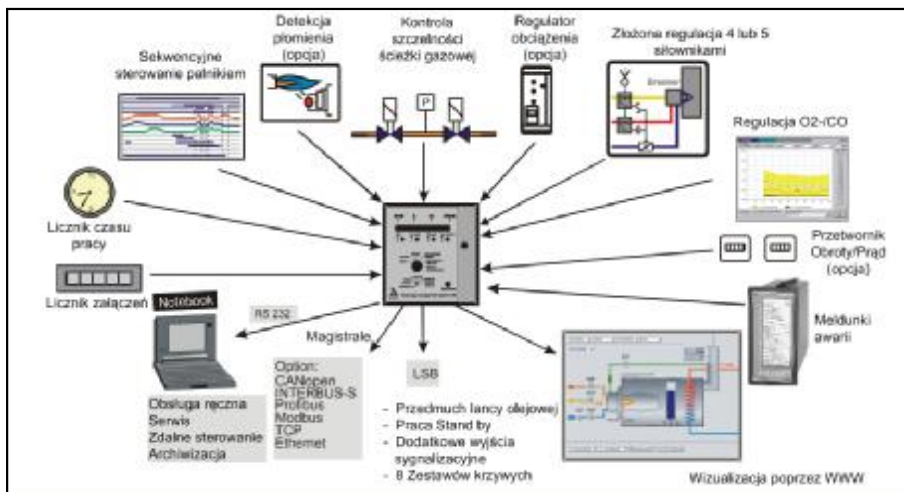
Regulatory elektroniczne wyposażone są obecnie w specjalne funkcje, które umożliwiają ich zastosowanie w specyficznych aplikacjach.

Start bez przewietrzania wstępnego

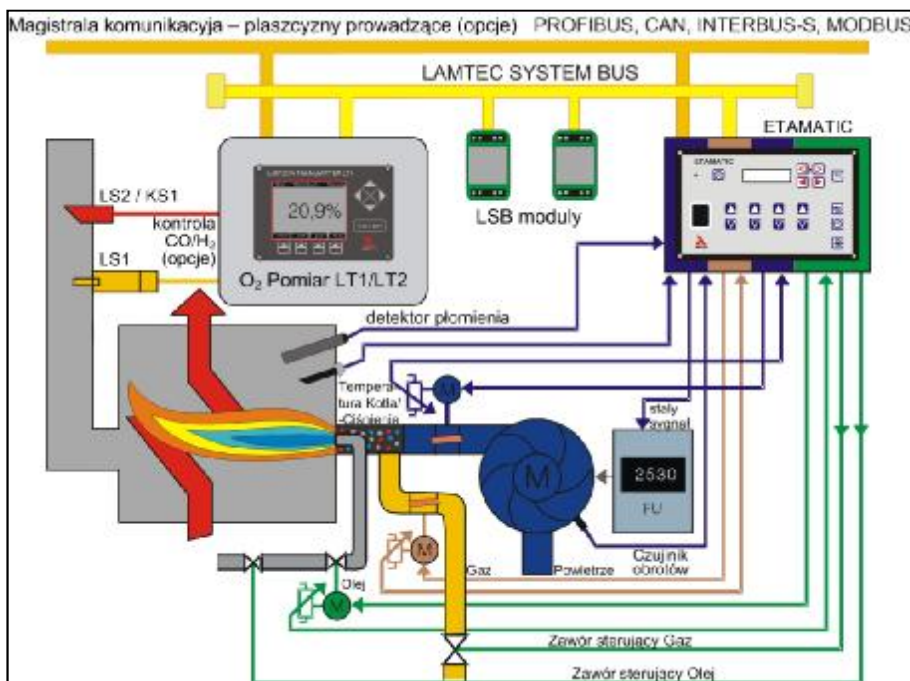
Norma EN676 (dla palników gazowych) przewiduje możliwość ponownego startu palnika bez przewietrzania wstępnego. Ponowny start palnika bez przewietrzania wstępnego może być zrealizowany wyłącznie przy zastosowaniu inteligentnej i odpornej na błędy elektroniki, funkcja ta umożliwia oszczędności energii w instalacjach opalanych gazem oraz umożliwia skrócenie czasu rozruchu instalacji palnikowej.

Zmiana paliwa

Przy zmianie paliwa (np. z oleju na gaz) zastosowanie urządzenia umożliwia pominięcie powtórnego wstępnego przewietrzania ze względu na uruchomienie palników rozpalikowych, a co za tym idzie zmianę paliwa spalane w instalacji bez konieczności jej odstawiania z ruchu, a wyłącznie z ewentualną zmianą jej obciążenia.



Rys. 1. Przegląd funkcji nowoczesnego systemu zarządzania spalaniem.



Rys. 2. Schemat elektronicznej regulacji i nadzoru przemysłowej instalacji paleniskowej

Całkowicie bez zakłóceń obciążenia instalacje pracują przy zastosowaniu tzw. „elastycznej zmianie paliwa”. W trakcie zmiany paliwa olej i gaz spalane są równocześnie. Wydajność jest więc sumą wynikającą ze spalania obu paliw. Podczas zmiany paliwa możliwa jest zmiana obciążenia instalacji. Przykład pokazano na rys. 3.

Jeżeli zakład eksploatujący instalację palnikową zawarł odpowiednią umowę z dostawcą gazu możliwe jest zastosowanie opcji optymalizowania kosztów paliwa bez obniżania dyspozycyjności instalacji.

Współspalanie

W przypadku, gdy odpady produkcyjne

zawierają części palne można je spalać w pobliskich instalacjach palnikowych. Działanie takie mniej obciąża środowisko oraz umożliwia oszczędność energii. W przypadku zmiennej ilości odpadów oraz ich jakości spalanie wymaga zastosowania elektronicznego systemu gwarantującego bezpieczne dla zakładu prowadzenia instalacji. Spełnienie powyższych wymagań gwarantuje system zarządzania spalaniem FMS produkcji LAMTEC.

Płynna zmiana charakterystyk

Często w kompleksach instalacji palnikowych wymagane jest aby w czasie pracy płynnie zmieniać ich charakterystyki. System regulacji zespolejonego stosunku ilości paliwa i powietrza dla dużych instalacji

oferuje możliwość zastosowania różnych charakterystyk dla różnych rodzajów pracy. Zmiana charakterystyk w trakcie pracy instalacji nie może powodować awarii oraz nie może wpływać negatywnie na stosunek ilościowy paliwa i powietrza.

Praca w trybie Stand-by

W instalacjach, w których występuje duża liczba rozruchów, sensownym rozwiązaniem może być obniżenie wydajności palnika przy równoczesnym uruchomieniu palnika rozpałkowego (w czasie przerwy w pracy). Praca w trybie stand-by umożliwia szybki powrotny start instalacji ograniczając równocześnie straty związane z wychłodzeniem instalacji.

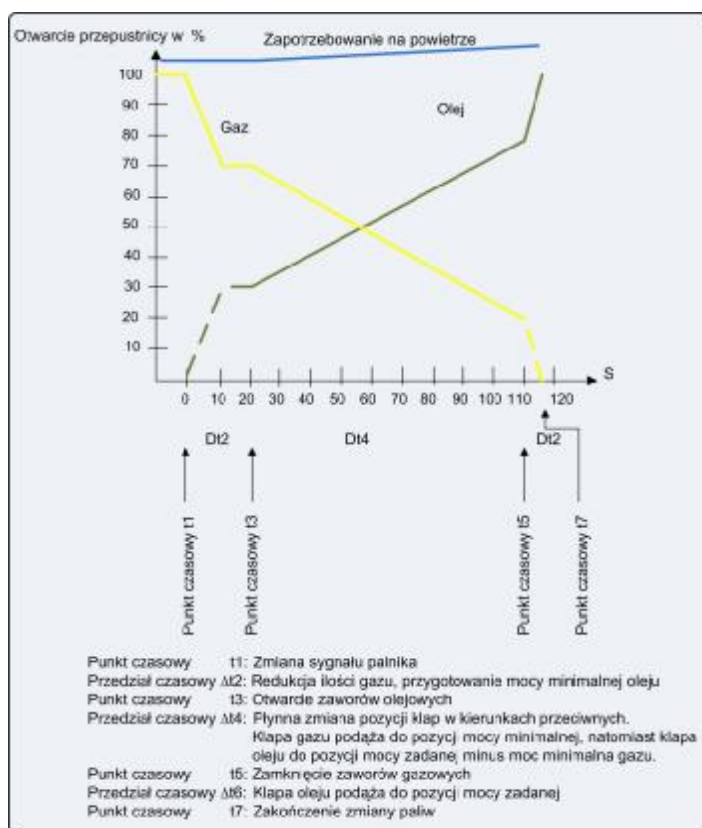
Optymalizacja spalania

Regulacja oparta na sygnale resztkowej zawartości tlenu w spalinach należy od wielu lat do kanonu regulacji przemysłowych instalacji palnikowych. Optymalny stosunek ilości paliwa i powietrza osiągnięty zostaje za pomocą kolejnych przestawień elementów wykonawczych. Obecnie elektroniczna regulacja stosunku ilości paliwa i powietrza umożliwia komfortową i korzystną cenowo metodę osiągnięcia poziomu optymalnego. Dziś do optymalizacji i monitoringu instalacji spalania stosowane są głównie regulatory zawartości O₂ oparte o czujniki zbudowane na bazie dwutlenku cyrkonu, tzw. sondy Lambda. Cechują się one następującymi zaletami:

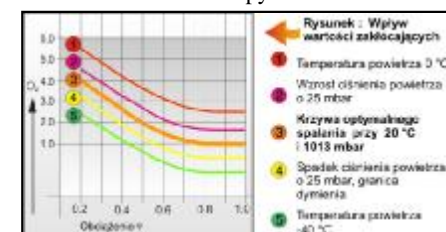
- bezpośredni pomiar wilgotnych spalin, bez konieczności przygotowania próbek
- szybka reakcja i krótki czas uspokojenia T90 < 15 s
- pomiar ciągły w pełnym zakresie pomiarowym
- nie wymagany układ poboru próbki
- małe wymagania konserwacyjne

Elektroniczna regulacja O₂ uwzględnia zmienne parametry powietrza lub paliwa oraz umożliwia optymalne prowadzenie procesu spalania nawet w trakcie występowania zakłóceń. Parametrami powodującymi potencjalne zakłócenia są:

- Powietrze:**
 - temperatura
 - ciśnienie
 - wilgotność
- Paliwo:**
 - wartość opałowa
 - temperatura
 - lepkość
 - gęstość
 - zmiany ciśnienia gazu
- Zanieczyszczenia:**
 - palnik
 - kocioł
 - mechaniczna histereza klapy



Rys. 3. Automatyczna zmiana z gazu na olej przy elastycznej zmianie paliwa



Punkt czasowy t1: Zmiana sygnału palnika
 Przedział czasowy Δt2: Redukcja ilości gazu, przygotowanie mocy minimalnej oleju
 Punkt czasowy t3: Otwarcie zaworów olejowych
 Przedział czasowy Δt4: Płynna zmiana pozycji klapy w kierunkach przeciwnych. Klapy gazu podąża do pozycji mocy minimalnej, natomiast klapy oleju do pozycji mocy zadanej minus moc minimalna gazu.
 Punkt czasowy t5: Zamknięcie zaworów gazowych
 Przedział czasowy Δt6: Klapy oleju podąża do pozycji mocy zadanej
 Punkt czasowy t7: Zakończenie zmiany paliw

Rysunek - Wpływ wartości zakłócających
 1 Temperatura powietrza 0 °C
 2 Wzrost ciśnienia powietrza o 25 mbar
 3 Krzywa optymalnego spalania przy 20 °C i 1013 mbar
 4 Spadek ciśnienia powietrza o 25 mbar, granica dymienia
 5 Temperatura powietrza 40 °C

Ze względów bezpieczeństwa do instalacji spalania dostarcza się większą ilość powietrza niż wymaga tego sam proces spalania. Ciepło konieczne do podgrzania nadmiarnego powietrza jest bezproduktywne wyrzucane przez komin powodując wzrost strat. Nadmiar powietrza powoduje obniżenie zawartości CO₂ w spalinach oraz podwyższenie ich temperatury powodując, jak wspomniano, wzrost strat i obniżenie sprawności spalania. Wykorzystując wzór Siegerta można obliczyć wielkość straty kominowej i sprawność instalacji na podstawie stężenia tlenu w gazach spalinowych oraz różnicy temperatur t_{gazu spalinowego} - t_{powietrza zasysanego} obliczyć bezpośrednio stopień skuteczności spalania

Wzór Siegerta:

$$Q = (t_{sp} - t_{pow}) \cdot \frac{A_2}{21 - O_2} + B \text{ [%]}$$

Q = strata kominowa

η = 100 - Q = sprawność

	A ₂	B
Olej opalowy	0,68	0,007
Gaz ziemny	0,66	0,009
Gaz miejski	0,63	0,011
Gaz koksowniczy	0,60	0,011
Gaz ciekły	0,63	0,008

Ze wzoru Siegerta wynika, że obniżenie zawartości O₂ w spalinach o 1% powoduje wzrost sprawności spalania dla:

- gazu ziemnego o ok. 0,60%
- lekkiego oleju opalowego o ok. 0,70%
- ciężkiego oleju opalowego o ok. 0,75%

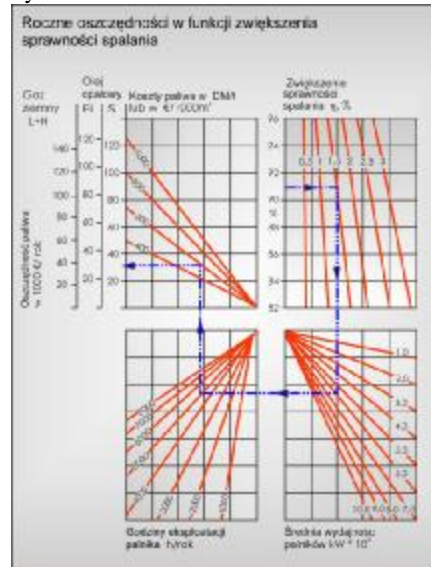
Po zsumowaniu wielkości odchyłek otrzymujemy następujący przykład możliwego zwiększenia sprawności:			
	Gaz ziemny	Olej op. lekki	Olej op. ciężki
1. Wahania wartości opalowej	1,5%	-	0,3%
2. Zmiany obciążenia palników spowodowane wahaniami ciśnienia gazu i temperatury oleju gazu	0,5%	0,4%	1,7%
3. Wahania temp. powietrza	0,4%	0,4%	0,4%
4. Wahania ciśnienia powietrza	0,3%	0,3%	0,3%
Łącznie	2,7%	1,1%	2,7%
Ponieważ dla tych zmian przyjęto wartości skrajne, w skali roku można liczyć tylko na połowę efektów, to jest:			
	1,35%	0,55%	1,2%
Zakładając dalej, że w rezultacie kompensacji zakłóceń, dzięki regulacji O ₂ , punkt pracy palników będzie można przybliżyć do optimum i obniżyć objętośćową zawartość O ₂ w spalinach średnio o ok. 1%, możemy oczekiwać poprawy sprawności o:			
	0,60%	0,70%	0,75%
Zwiększenie sprawności spalania η_s w skali roku, średnio:	1,95%	1,25%	1,95%

Zastosowanie elektroniki pozwala na uzyskanie znaczących oszczędności w przypadku pracy instalacji z wydajnością poniżej maksymalnej.

Zastosowanie częstotliwościowej regulacji dmuchawy powietrza do spalania powoduje oszczędność energii oraz redukcję emisji hałasu.

Zastosowanie regulacji O₂ nie umożliwia osiągnięcia maksymalnej, możliwej oszczędności energii ze względu na konieczność pozostawienia niezbędnego marginesu bezpieczeństwa (nadmiaru powietrza). Ostatnio dostępne są na rynku regulatory, których zasada działania oparta jest na koncepcji osiągnięcia optymalnego punktu

pracy instalacji opalanej gazem na podstawie pomiaru śladu CO w gazach wylotowych.



Koncepcja regulacji

Pomiar wyłącznie zawartości O₂ w gazach wylotowych nie może być przesłanką do stwierdzenia o jakości spalania. Konieczny jest również pomiar niespalonych części palnych H₂ i CO, które wpływają na wielkość straty niepełnego spalania. H₂ i CO występują w gazach wylotowych łącznie. Problem zapewnienia optymalnej jakości spalania spowodował, że w firmie LAMTEC przeprowadzono badania rozwojowe mające na celu połączenie korzyści wynikających z poprawy regulacji, skrócenia czasu nastawiania, kompensacji dostania powietrza fałszywego, odporności na błędy, niezawodności, braku potrzeby konserwacji oraz dodatkowo oszczędności energii dzięki zastosowaniu regulacji O₂. Dodatkowym osiągnięciem jest możliwość pominięcia kalibracji, ewentualnie ustawiania palnika wykorzystanego w instalacji, ponieważ system samodzielnie znajduje optymalny punkt jego pracy.

Na rys. 4 przedstawiono zawartość O₂ w gazach wylotowych, zawartość tą można obniżyć po zastosowaniu regulatora CO. Przedstawiona powyżej nowatorska koncepcja firmy LAMTEC uzyskała w 2004 roku nagrodę Innowacyjność Roku Deutschen Gaswirtschaft.

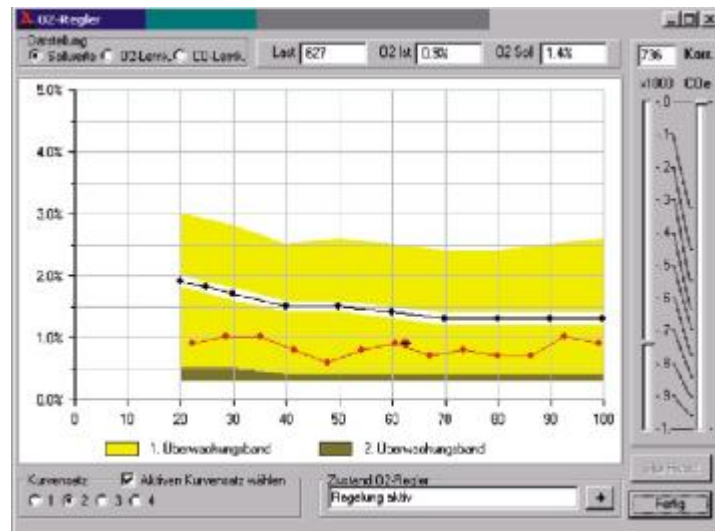
Poza aspektem oszczędności paliwa do

ważniejszych korzyści należy zaliczyć wysoki poziom bezpieczeństwa instalacji. Nadzór instalacji przy zastosowaniu czujników gazów wylotowych zwiększa bezpieczeństwo, ponieważ każda zmiana stosunku ilości paliwa i powietrza zostaje wykryta. Czujnik wskazuje nawet takie zmiany, które nie zostaną wykryte przez odporny na błędy regulator np. częściowe przesunięcie kanału ssawnego powietrza do spalania. Proces spalania jest nadzorowany w sposób ciągły. Naturalnie realizacja funkcji regulacji i nadzoru w znacznej mierze zależy od zastosowanych czujników pomiarowych. W swoich rozwiązaniach wykorzystujemy niezawodne czujniki cyrkonowe charakteryzujące się krótkim czasem odpowiedzi niezbędnym w układach regulacji.

Mając na uwadze, iż nie wszyscy właściciele kotłowni są zainteresowani całymi systemami sterowania palnikiem firma LAMTEC przygotowała szereg aparatów i czujników służących do szybkiego i dokładnego pomiaru podstawowych parametrów spalania. Ma to głównie zastosowanie w przypadku kotłowni opalanych węglem, biomasą, bądź innym paliwem wymagającym spalania np. na ruszcie gdzie bezzasadne jest sterowanie poprzez sterownik Etamatic lub FMS. Podstawowym pomiarem w takich przypadkach jest powszechny już pomiar resztkowej zawartości tlenu w spalinach. W ofercie firmy LAMTEC znajdują się najbardziej zaawansowane technicznie systemy pomiaru O₂. Na uwagę zasługuje tu system składający się z sondy LS1 i przetwornika LT1. System ten posiada bardzo wysoką dokładność pomiarową, która nigdy nie przekracza 0,2% objętości O₂ w całym zakresie pomiarowym tj. 0 – 21% objętości O₂, co czyni go jednym z najdokładniejszych urządzeń dostępnych na rynku. Należy dodać, że zestaw ten ma minimalne wymagania konserwacyjne, oraz nie wymaga gazów wzorcowych w celu kalibracji sondy, a zatem koszty eksploatacji i przeglądów serwisowych są kilkunastokrotnie niższe od kosztów utrzymania podobnych urządzeń innych producentów.

Podstawowe zalety stosowania pomiaru LT1/LS1:

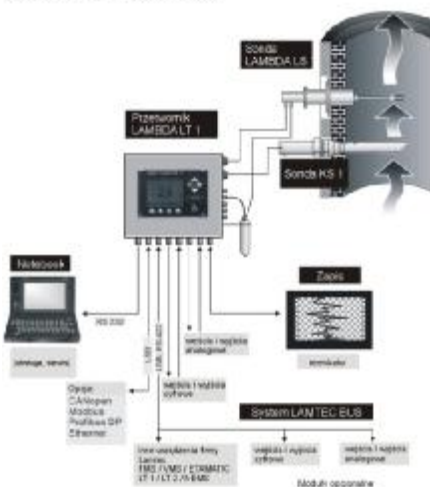
- liniowy sygnał pomiarowy z ustalonym punktem zerowym,
- kalibrowanie powietrzem pobranym z otoczenia



Rys. 4. Wykres krzywej wartości zadanej i rzeczywistej O₂ przy zastosowaniu regulatora CO

- czenia,
- wysoka dokładność, poniżej 0.2 % obj. O₂ zakresie pomiarowym 0...21 % obj. O₂,
- układ pomiarowy nie wymaga przygotowania i oczyszczenia próbki gazu mierzonego,
- układ pomiarowy nie wymaga stosowania gazu odniesienia,
- czas ustalenia wskazania na poziomie 90 % T₉₀ < 15 sek.,
- brak wpływu temperatury gazu mierzonego na dokładność pomiaru,
- układ pomiarowy nie wymaga regulacji temperatury sondy pomiarowej,
- automatyczna kompensacja zużycia sondy w trakcie eksploatacji,
- pomiar O₂ w spalinach o temperaturze do 800°C - wykonanie standardowe i 1700°C w wykonaniu ceramicznym,
- układy elektryczne i elektroniczne czujnika zabudowane poza kanałem nie stwarzają zagrożenia zapłonem - zgodnie z wymaganiami UDT,
- prosta obsługa, minimalne wymagania konserwacyjne.

Zadaniem naszego w porównaniu zaskorzysty



Jak widać na powyższym rysunku oprócz sondy LS1 można opcjonalnie wyposażać układ kontroli spalin w sondę KS1. Kombi-nowana sonda KS1 przeznaczona jest monitorowania i optymalizacji procesów spalania poprzez bezpośredni pomiar zawartości frakcji palnych (CO/H₂) w spalinach. W instalacjach o spalaniu kompletnym sonda ta może być używana jako czujnik zawartości tlenu O₂. Możliwe są również inne aplikacje na przykład pomiar i kontrola zawartości CO i H₂ w mieszkach gazów. Sonda KS1 została opracowana szczególnie pod kątem uzyskania szybkiej i jednoznacznej reakcji na pojawienie się CO i H₂ w spalinach. W układach zespolonych firmy LAMTEC czas od fizycznego pojawienia się w spalinach frakcji palnych do reakcji siłowników regulacyjnych jest mniejszy od 2 sekund. Pojawienie się w spalinach CO i H₂ jest oczywistym symptomem występowania problemów w procesie spalania.

Dozór płomienia

Większość palenisk w kotłach przemysłowych musi być wyposażona w układy kontroli obecności płomienia. W laboratoriach firmy LAMTEC pracujemy nad wciąż

nowocześniejszymi i bardziej niezawodnymi układami dozoru płomienia. Jednym z najczęściej kupowanych skanerów płomienia jest Kompaktowy Skaner Płomienia F200K, który potwierdził swoją niezawodność w kilkunastu tysiącach aplikacji na całym świecie począwszy od małych kotłów ok. 1MW aż po kilkusetmegawatowe kotły energetyki zawodowej.



Zadaniem Kompaktowego Skanera Płomienia jest wykrywanie i nadzorowanie płomienia palnika, niezależnie od warunków panujących wewnątrz komory paleniskowej (np. poświaty wymurówki kotła), a w przypadku zaniku płomienia przekazanie sygnału do odjęcia paliwa. Skaner F200K stosowany jest głównie w instalacjach spalania, gdzie nie wymagana jest dokładna selekcja płomienia, czyli w elektrowniach, elektrociepłowniach i zakładach chemicznych, przy zastosowaniu palników olejowych, gazowych, węglowych, palników do paliw mieszanych oraz do nadzoru płomienia w instalacjach spalania drewna i biomasy.

Pomiar strumienia objętości

W instalacjach paleniskowych w celu optymalizacji spalania w kotle, a co za tym idzie obniżenia emisji szkodliwych związków chemicznych, oraz w celu ochrony samego kotła przed korozją koniecznością jest posiadanie dokładnego pomiaru przepływu powietrza w poszczególnych sekcjach kotła. Idealnym do tego celu urządzeniem jest siatka spiętrzająca produkcji LAMTEC, której podstawą działania jest prawo Bernoulliego mówiące, iż całkowita energia kinetyczna strugi gazu, pomijając tarcie jest zamieniona na sumę dynamicznych i statycznych ciśnień. Siatka spiętrzająca stając się częścią przekroju poprzecznego stanowi przesłonę powodującą podwyższenie prędkości przepływu kosztem zmiany ciśnienia statycznego dla konkretnej wielkości otworu pomiarowego. Podstawową zaletą zastosowania siatki spiętrzającej względem innych metod pomiarowych jest bardzo mała strata ciśnienia w przeciwieństwie do kryz pomiarowych, czy dysz Venturiego. Również istotną zaletą jest to, że przy zastosowaniu siatki w znacznej mierze skraca się

długość odcinka pomiarowego dla danego wymiaru kanału. Zaletą jest również optymalne wykonanie, możliwe do samodzielnego montażu w istniejących instalacjach.



Siatka dla kanału o przekroju okrągłym



Siatka dla kanału o przekroju prostokątnym

Podsumowanie

Firma LAMTEC cieszy się uznaniem największych światowych producentów palników, oraz kotłów. Również w Polsce posiadamy swoje biuro handlowe, oraz serwis. Bazując na naszych doświadczeniach bardzo chętnie pomagamy naszym klientom w doborze optymalnych rozwiązań technicznych dla konkretnych obiektów. Również bezpłatnie wykonujemy obliczenia szacunkowych oszczędności wynikających z zastosowania naszych urządzeń. Należy dodać iż korzyści wynikające z zastosowania naszych aplikacji są poparte referencjami od wielu znanych firm. Prosimy o kontakt z naszym biurem handlowym w Polsce:

LAMTEC-Polska Tomasz Słysz
Ul. Malinowa 2
PL 41-707 Ruda Śląska

Tel./Fax: +48 32 242 00 52
Mobil: +48 664 926 026

E-Mail: slysz@lamtec.pl
WWW: www.lamtec.pl

