

Podkontrola

automatyka i pomiary

nr 1/2008 (3)

w numerze:

akademia automatyki:

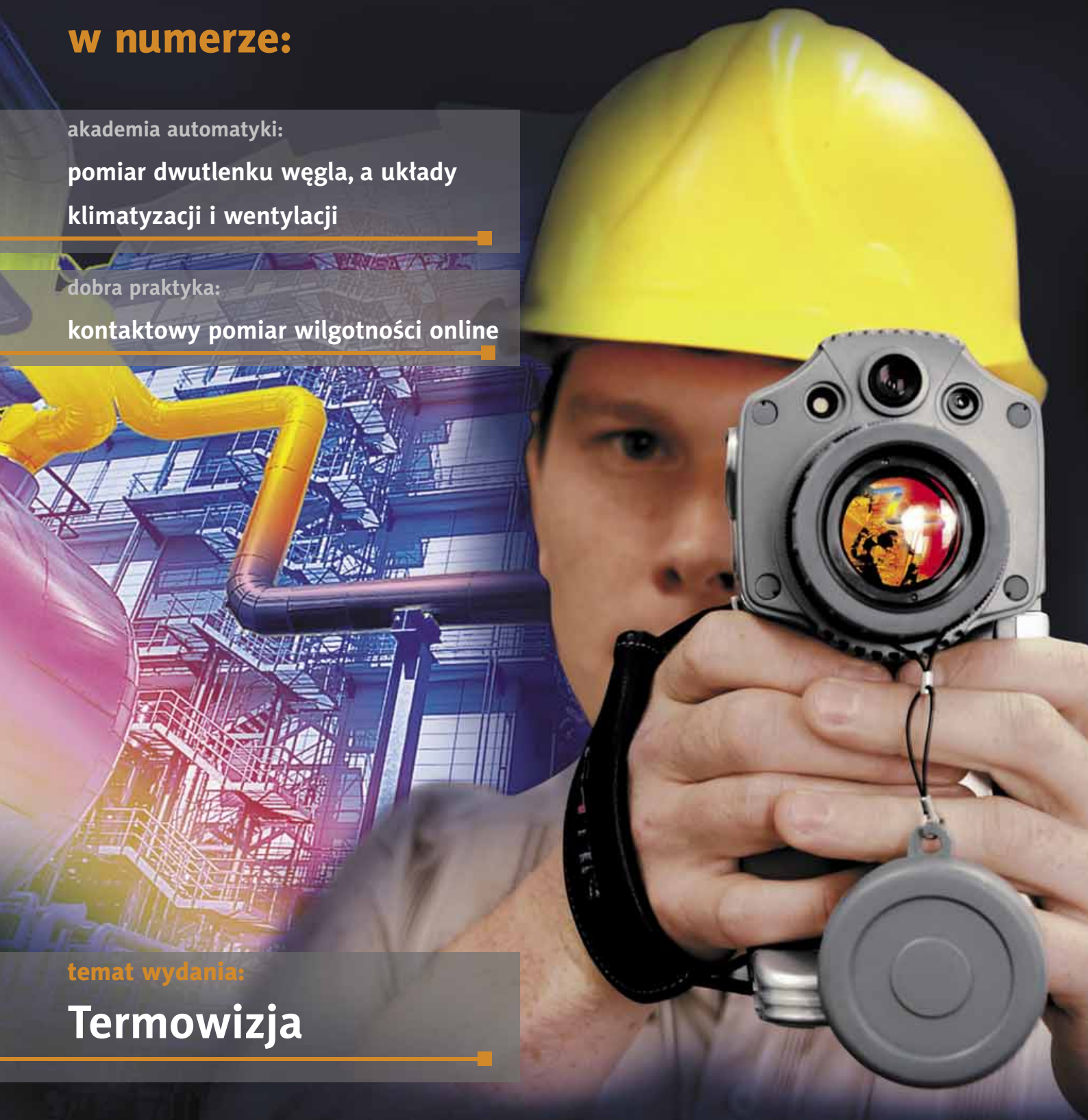
pomiar dwutlenku węgla, a układy
klimatyzacji i wentylacji

dobra praktyka:

kontaktowy pomiar wilgotności online

temat wydania:

Termowizja



nr 01/2008 (3)

wydawca



INTROL Sp. z o.o.
ul. Kościuszki 112
40-519 Katowice
tel. 032/ 205 33 44
fax 032/ 205 33 77

dodatkowe informacje i subskrypcja
www.podkontrola.pl

redakcja
Paweł Głuszek
Bogusław Trybus
Rafał Skrzypiciel



Szanowni Państwo

Początek roku zaowocował wydaniem trzeciego numeru naszego magazynu „Pod kontrolą”. Tworząc go, wzięliśmy pod uwagę wszystkie Państwa sugestie oraz najnowsze trendy w branży automatyki i pomiarów. Mamy nadzieję, iż treść artykułów spełni oczekiwania naszych Czytelników i w przyszłości będziecie Państwo chętnie sięgać po lekturę naszego magazynu.

Zainteresowanie termowizyjną metodą pomiaru temperatury wraz ze spadkiem poziomu cen urządzeń pomiarowych powodują, iż metoda ta staje się coraz powszechniejsza. Ilość informacji na ten temat wydaje się jednak nie wystarczająca, dlatego też właśnie temu zagadnieniu poświęcony jest główny temat w wydaniu. Przybliżenie problematyki termowizji, jej obiektywnych zalet i pewnych ograniczeń oraz prezentacja najpopularniejszych typów kamer dostępnych na rynku to informacje, które zapewne przydadzą się niejednej osobie zainteresowanej tematyką pomiarów temperatury i nowymi rozwiązaniami w tej dziedzinie.

Dział „Dobra praktyka” porusza tym razem tematykę pomiarów wilgotności materiałów sypkich. Rynek oferuje wiele typów urządzeń, których zasada działania opiera się o różne metody pomiarowe. Metody te są jednak często bardzo kosztowne i skomplikowane, co ogranicza znacznie ich zakres zastosowań. Z uwagi na to, postanowiliśmy zaprezentować metodę pomiaru wilgotności, której koszt jest niższy od pozostałych, a jej możliwości często są niedoceniane.

Artykuł zamieszczony w „Akademii Automatyki” to wykład na temat pomiarów stężenia dwutlenku węgla przydatnych w systemach klimatyzacji i wentylacji. Autor skupia się na przybliżeniu kwestii wykorzystania podczerwieni do mierzenia poziomu stężenia dwutlenku węgla. Prezentowane są również zasady działania i typy czujników opartych na tej właśnie metodzie.

Zachęcamy Państwa także do zapoznania się z najnowszymi produktami oferowanymi przez naszych partnerów a także z najświeższymi informacjami z życia naszej spółki.

Na zakończenie zachęcamy Państwa do dokonywania subskrypcji naszego magazynu kontaktując się z nami pod adresem introl@introl.pl lub odwiedzając stronę internetową www.podkontrola.pl, na której dostępna jest również elektroniczna wersja aktualnego numeru oraz wydania archiwalne.

Życzę udanej lektury

Jerzy Janota

spis treści

aktualności	str. 3
nowe produkty	str. 4
temat wydania termowizja	str. 6
dobra praktyka kontaktowy pomiar wilgotności on-line	str. 8
akademia automatyki pomiar dwutlenku węgla, a układy klimatyzacji i wentylacji	str. 10



Introl szkoli

W dniach 11-12 października w miejscowości Ruciane Nida odbyło się seminarium na temat: „Nowoczesne metody pomiaru poziomów”.

Wzięło w nim udział liczne grono naszych Klientów i partnerów, którzy w trakcie wykładów, dyskusji i konsultacji mieli możliwość poznania najnowszych informacji związanych z tematyką pomiarów.

Podczas seminarium omawiane zostały najnowsze techniki zastosowania urządzeń do przemysłowych pomiarów poziomu materiałów sypkich i cieczy oraz pomiarów izotopowych. Szczególne miejsce zajęła problematyka wpływu warunków pracy na niezawodność i dokładność pomiarów, z zastosowaniem urządzeń radarowych, ultradźwiękowych, pojemnościowych i hydrostatycznych.



Celem spotkania było przekazanie naszym Klientom aktualnej wiedzy na temat

urządzeń pomiarowych w sposób jak najbardziej przyjemny i przystępny. W związku z tym, nasi Goście, prócz czasu spędzanego na szkoleniu, mieli do dyspozycji ośrodek rekreacyjno-żeglarski położony w malowniczej krainie Puszczy Piłskiej i Jeziora Nidzkiego.

Szkolenie – prócz najnowszych informacji – przyniosło również odrobinę relaksu naszym szanownym Gościom.

Wkrótce kolejne, nie mniej interesujące seminaria w innych, przepięknych zakątkach Polski.

W dniu 23 października w siedzibie naszej spółki, odbyło się seminarium na temat „Nowe metody pomiaru ciśnienia w oparciu o normy unijne”.

W trakcie spotkania prezentowane były między innymi, najnowsze doniesienia na temat przebiegu procesu wzorcowania na bazie obowiązujących w Unii Europejskiej norm oraz informacje dotyczące nowych metod pomiaru ciśnienia absolutnego. Nasi Goście zapoznali się także z budową oraz zasadami przygotowania do pracy i obsługi najnowszych modeli kalibratorów.

Przebieg spotkania, podczas którego merytorycznym wykładom towarzyszyła atmosfera konstruktywnej dyskusji, dała nam poczucie, iż przekazana wiedza będzie przydatna w zawodowej działalności wszystkich uczestników seminarium.

a koszt jednej akcji został ustalony na poziomie 11,5 zł.

Uroczysty debiut miał miejsce w Sali Notowań GPW o godzinie 9:45. Wzięli w nim udział: Ludwik Sobolewski - Prezes Zarządu GPW, Wiesław Kaprał – Przewodniczący Rady Nadzorczej firmy Introl SA, Piotr Jeziorowski – Prezes Zarządu Introlu SA, Dariusz Bigaj – Dyrektor Finansowy Introlu SA oraz Jacek Obrocki – Dyrektor Departamentu Bankowości Inwestycyjnej z Beskidzkiego Domu Maklerskiego SA. Uroczystość, podczas której przedstawiciele najwyższych władz firmy Introl SA otrzymali z rąk Prezesa Zarządu GPW symboliczną statuetkę i dyplom „Spółka notowana na GPW”, zakończył się oficjalnym, pierwszym uderzeniem w dzwon giełdowy. Rozlegający się po całej Warszawie gong oznajmił, iż od dnia 8 listopada Introl SA jest spółką notowaną na Giełdzie Papierów Wartościowych.

Mamy nadzieję, że ten krok to początek drogi pełnej samych sukcesów, których szczerze życzymy naszym kolegom.



Laboratorium Pomiarowe Introl rozszerza swoją ofertę

Z uwagi na rosnące wymagania naszych Klientów związane z wzorcowaniem urządzeń pomiarowych, na potrzeby Laboratorium Pomiarowego Introl zakupiona została komora klimatyczna firmy Vötsch oraz wzorzec punktu rosy Optica firmy GE. Urządzenia te pozwolą na wzorcowanie przyrządów do pomiaru wilgotności. W przyszłości pomiary te zostaną poddane akredytacji w PCA.



Ponieważ precyzja i wiarygodność – wartości stanowiące priorytety działania Laboratorium – wymagają ciągłego doskonalenia, zakupy te nie są ostatnimi. Już dziś nasze Laboratorium posiada akredytacje Polskiego Centrum Akredytacji na wzorcowanie wielu typów urządzeń pomiarowych, a zakres obszaru akredytowanego jest stale rozszerzany. Oferta oraz aktualne informacje zamieszczone są na naszej nowej stronie internetowej:

www.laboratoriumintrol.pl



Hydrauliczne kalibratory obciążnikowo-tłokowe serii 580 firmy DH Budenberg

- zakresy od 1 bar do 3000 bar
- modele jedno i dwutłokowe
- dokładność od 0,008 % wskazań
- w modelach dwutłokowych automatyczne przełączany zakres przy wysokich ciśnieniach

Kalibratory obciążnikowo-tłokowe są przeznaczone do pracy głównie w laboratoriach, jednakże konstrukcja i wykonanie umożliwia ich stosowanie również w przemyśle. Służą do wzorcowania m.in. kalibratorów elektronicznych, wykorzystywanych szeroko w przemyśle jako wzorce robocze.

Generowanie ciśnienia w serii 580 odbywa się za pomocą wbudowanej pompy ciśnienia. Wartość ciśnienia w układzie mierzona jest na podstawie masy założonych obciążników, lokalnej grawitacji i powierzchni czynnej tłoka. Konstrukcja kalibratorów serii 580 umożliwia użycie tej samej bazy z różnymi zespołami tłok/cylinder. Kalibratory z zakresu 700 do 3000 bar posiadają zespół tłok/cylinder o podwójnym zakresie działania. Przełączanie na wysoki zakres następuje automatycznie. Umożliwia to użytkownikowi wzorcowanie przyrządów w szerokim zakresie przy użyciu tych samych obciążników (np. 1 ÷

700 bar), bez konieczności zmiany zespołu tłok/cylinder na inny.

Do uzyskania maksymalnej precyzji uzyskiwanych rezultatów, do każdego przyrządu dostarczane jest oprogramowanie umożliwiające uwzględnienie wszelkich potrzebnych parametrów takich jak temperatura, wilgotność, ciśnienie atmosferyczne itp.

Wyposażenie standardowe:

- przyłącza 1/8", 1/4", 3/8", 1/2" BSP
- oprogramowanie wspomagające kalibrację
- świadcstwo wzorcowania producenta.



kalibratory

więcej informacji: www.introl.pl/8000/03060088

Sygnalizatory rotacyjne VEGAPAL

Nowością w ofercie są rotacyjne sygnalizatory firmy VEGA FRANCE serii VEGAPAL.

Do największy zalet sygnalizatorów rotacyjnych należy brak konieczności kalibracji, niewrażliwość na zapylenie, zmiany stałej dielektrycznej, gęstości czy innych właściwości fizyko-chemicznych. Wykrywanie poziomu realizowane jest za pomocą silnika synchronicznego, który wprawia w ruch oś z łopatką. Zasypanie łopatki powoduje zatrzymanie silnika. Działania silnika wznowiane jest przez specjalną sprężynę, która wywołuje startowy moment obrotowy.

Dostępne są 2 modele:

VEGAPAL 3001 w typowym wykonaniu dla przemysłu ciężkiego, z zasilaniem 230V AC lub 24V AC (opcja specjalna 24V DC) oraz atestem ATEX do pracy w strefie zagrożenia wybuchem pyłów 20. VEGAPAL serii 4001 jest typową wersją „low-cost” z króćcem montażowym i łopatką z tworzywa sztucznego. Przeznaczeniem tego sygnalizatora są bardzo proste aplikacje w przemyśle maszynowym (piekarnie), na lekkich materiałach sypkich.



pomiar poziomu

więcej informacji: www.introl.pl/17220001

Nowe moduły zbierania danych

Firma Brainchild wprowadziła do sprzedaży całkowicie nową serię modułów zbierania danych. Szeroki zakres typów wejść i wyjść pozwala na dobranie modułu odpowiadającego wymaganiom użytkownika. Ciekawym rozwiązaniem jest moduł IO-DAIO łączący w sobie 2 wejścia analogowe, 4 cyfrowe, 2 dla czujników rezystancyjnych oraz 2 wyjścia cyfrowe i jedno analogowe. Pozwala to w prostych aplikacjach wyeliminować konieczność stosowania kilku modułów różnych typów.

Wszystkie moduły komunikują się poprzez protokół Modbus RTU. Dodatkowo, wyposażone są one w diody umożliwiające bieżącą obserwację stanu wejść i wyjść oraz ewentualną diagnostykę błędów i uszkodzeń. Cechą odróżniającą nowe moduły od dotychczas stosowanych (produkcji ICPDAS), jest ich budowa. Mała szerokość ułatwia montaż modułów na szynie DIN, dzięki czemu zajmują one znacznie mniej miejsca.

Obecnie prowadzone są prace nad oprogramowaniem umożliwiającym dodatkowo archiwizację oraz dalszą obróbkę zmierzonych wartości. Oprogramowanie to będzie stworzone na kształt oprogramowania znanego z rejestratorów VR06/18 – Observer. Dodatkowo, będzie ono umożliwiało ustawienie progów alarmowych podobnych do istniejących we wspomnianych rejestratorach. Oprogramowanie powinno być dostępne w najbliższych miesiącach.



rejestracja i wizualizacja

więcej informacji: www.introl.pl/02050046

Terminal wagowy D440 IS Ex

Nowy terminal wagowy D440 IS jest przeznaczony do instalowania w strefie zagrożonej wybuchem gazem lub pyłem. Urządzenie współpracuje z przetwornikami tensometrycznymi, stosowanymi w przemysłowych wagach: pomostowych, zbiornikowych, różnego typu stanowiskach pomiaru siły i masy.

W wyposażeniu standardowym posiada 4 wejścia optoizolowane, a w module zasilacza 4 wyjścia przekątnikowe.

Spośród wielu dostępnych funkcji urządzenia, warto wymienić:

- praca w trybie ważenia standard, załadunku/rozładunku, sumowania
- dozowanie składnika z wyprzedzeniem oraz autokorektą naważki
- tara wielokrotna
- raportowanie ważeń wg kodów
- kalibracja pełna, tylko zera wagi, z linearyzacją, odwrotna, z histerezą
- korekta wartości wskazań po kalibracji w zakresie $\pm 1\%$ zakresu pomiarowego

Jako wyposażenie dodatkowe, terminal może zostać wyposażony w wyjście analogowe lub linię światłowodową z konwerterem RS232.



wagi przemysłowe

więcej informacji: www.introl.pl/06080026

Mierniki zużycia oleju z elektronicznym wyświetlaczem typ VZF

Przepływomierze VZF są odpowiednikiem znanych i najczęściej na świecie stosowanych mierników zużycia oleju VZO wyposażonym dodatkowo w wyświetlacz elektroniczny, na którym możemy odczytać między innymi kasowalny i niekasowalny stan licznika, bieżące natężenie przepływu i inne parametry przepływu.

Dodatkowo urządzenie zostało wyposażone w wyjścia impulsowe, analogowe i przekaźnikowe (2 poziomy).

Przepływomierz działa w oparciu o zasadę pompki z wirującym tłokiem, która przepompowuje określoną ilość medium przy każdym obrocie. Takie rozwiązanie pozwala na montaż przepływomierza bez stosowania odcinków prostych przed i za urządzeniem.

Obszary zastosowań:

- do pomiaru zużycia paliwa przez palniki olejowe (na przykład w kotłach grzewczych, piecach przemysłowych, instalacjach przetwarzania smoły, kotłach okrętowych)
- do pomiaru zużycia paliw pędnych przez silniki i maszyny (takie jak lokomotywy



z napędem Diesla, maszyny budowlane i statki, a także urządzenia awaryjnego zasilania elektrycznego i elektrociepłownice)

- kontrola i optymalizacja zużycia
- pomiary przepływu olejów mineralnych
- pomiary przepływu paliwa dla maszyn i silników
- stanowiska badań silników.

Typy mierzonych mediów:

- paliwa grzewcze (oleje opałowe) ekstra lekkie/ lekkie, średnie, ciężkie
- olej napędowy
- nafta

pomiary przepływu

więcej informacji: www.introl.pl/04090041

Przenośny analizator spalin GreenLine 6000

Analizator spalin GreenLine 6000 to udoskonalona wersja przenośnego urządzenia do analizy stężenia gazów. Dzięki 6-ciu sensorom elektrochemicznym może mierzyć aż do 6-ciu gazów: O_2 , CO , NO , NO_2 , SO_2 , C_xH_y . GreenLine 6000 umożliwia także wyliczanie stężenia CO_2 oraz mierzenie ciągu kominowego, temperatury i prędkości spalin. Analizator posiada również funkcje wyliczania sprawności spalania, indeksu dymowego czy strumienia powietrza.

Wbudowana drukarka igłowa zapewnia trwałe wydruki pomiarów w trudnych warunkach występujących w przemyśle.

Szczególną zaletą urządzenia jest jego oprogramowanie umożliwiające dostosowanie ustawień do indywidualnych preferencji użytkownika. Swobodne definiowanie zawartości nawet 9-ciu różnych graficznych ekranów, możliwość transmisji danych do komputera PC, zapis wyników do bazy danych (Microsoft Access) wraz z eksportem do formatu Excel oraz możliwość nadawania dowolnych nazw dla punktów pomiarowych, to tylko część funkcji analizatora. Dzięki funkcjonalnemu oprogramowaniu, użytkownik zyskuje praktyczne możliwości przetwarzania, wykorzystania i archiwizacji danych pomiarowych.

Dzięki rozbudowanemu wachlarzowi dostępnych funkcji, przenośny analizator spalin GreenLine 6000 znajduje swoje zastosowanie w wielu branżach przemysłowych, wszędzie tam gdzie stosowane są urządzenia emitujące, przetwarzające czy wykorzystujące paliwa gazowe w różnych procesach. Jest to między innymi przemysł farbiarski (nagrzewnice i suszarki), produkcja cementu, wapna, szkła, ceramiki (piece) czy też branża przemysłowych kotłów użytkowych i energetycznych. Analizator jest pomocny także w licznych przedsiębiorstwach stosujących turbiny, sprężanie gazu, generatory UPS lub też stacjonarne silniki ze spalaniem wewnętrznym. Lista zastosowań analizatora spalin GreenLine 6000 jest znacznie dłuższa, a jego mobilność pozwala na dokonywanie pomiarów wszędzie tam, gdzie nie można wykorzystać urządzeń stacjonarnych.



pomiary gazometryczne

więcej informacji: www.introl.pl/050510000

Tower-Sense: izotopowy pomiar poziomu

Niemiecka firma BERTHOLD specjalizuje się w produkcji urządzeń izotopowych. Najnowszy system pomiarowy, noszący nazwę Tower-Sense, jest przeznaczony do ciągłego pomiaru poziomu cieczy i produktów sypkich. Najważniejszą cechą systemu jest jego modułowa konstrukcja, dzięki której można uzyskać zakres pomiaru do 8 metrów. W odróżnieniu od detektorów elastycznych, Tower-Sense wykorzystuje jednorodny scyntylator plastikowy o średnicy 2", przez co uzyskuje się zdecydowanie lepszą czułość, żywotność oraz stabilność temperaturową. Czułość jest parametrem istotnym z uwagi na wymogi ochrony radiologicznej – im jest większa, tym mniejsza aktywność źródła wystarcza dla uzyskania właściwego sygnału pomiarowego. System posiada obudowę wykonaną ze stali kwasowej, która chroni scyntylator przed szkodliwym wpływem otoczenia, a ponadto zapewnia trwały montaż i niezmienną w czasie geometrię układu pomiarowego.

Z punktu widzenia użytkownika ważnym jest to, że Tower-Sense ma wbudowaną jednostkę sterującą, dzięki której sygnał pomiarowy może być przekazywany bezpośrednio do systemu sterowania. Dostępne są wersje analogowe (4÷20 mA) oraz cyfrowe, z komunikacją HART lub Profibus. Urządzenie jest wyposażone również w wyjścia przekaźnikowe (1 błąd i 3 programowane np. do sygnalizacji przekroczenia max, temperatury) i porty RS232 i RS485. Tower-Sense może być stosowany w strefach zagrożenia wybuchem, posiada certyfikat ATEX II 2 GD EEx d IIB/IIC T6.



izotopy

więcej informacji:

www.introl.pl/13010007

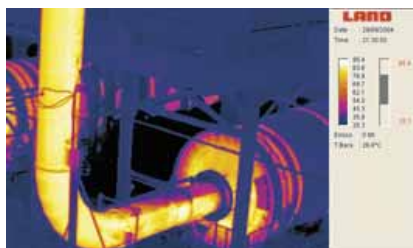
I Termowizja

W ciągu ostatnich kilku lat obserwujemy jak upowszechnia się technika termowizyjna, a ceny urządzeń spadają do poziomu, który pozwala na szersze niż dotychczas (ośrodki naukowe, wojsko, energetyka) zastosowanie. Upowszechnienie technologii umożliwia zastosowanie badań termowizyjnych w wielu aplikacjach w przemyśle.

Artykuł ten powstał z myślą o wszystkich tych, którzy zaczynają zastanawiać się nad przydatnością kamery w jego zakładzie, ale jak na razie nie wciągali się w zasadę działania, podstawy fizyczne oraz ograniczenia metody. Wykład teoretyczny na temat podstaw został w artykule ograniczony do absolutnego minimum, wystarczającego do zrozumienia zalet i ograniczeń tej technologii. Wiele uwag dotyczących techniki pomiaru wynika z mojego osobistego doświadczenia z osobami, które dotychczas nie miały nic wspólnego z termowizją. Mam nadzieję, że specjaliści z termowizji wybaczą mi pewne uproszczenia, ponieważ celem mojego artykułu jest wzbudzenie zainteresowania, pokazanie możliwości, a nie zagłębianie się we wzory.

Kamera termowizyjna opiera swoje działanie na zjawisku polegającym na emisji promieniowania elektromagnetycznego przez każde ciało, którego temperatura jest wyższa od bezwzględnego zera – temperatury minus 273,16°C – czyli w praktyce przez wszystko co nas otacza. W odróżnieniu od noktowizji, która opiera się o odbiór promieniowania odbitego (ciało musi być oświetlone przez Księżyc lub specjalny promiennik podczerwieni), kamera termowizyjna czy pirometr nie emitują w kierunku mierzonego obiektu żadnego promieniowania. Gdy temperatura przekracza 600°C, nasz wzrok również odbiera to promieniowanie (wystarczy zapalić zapałkę, spojrzeć na rozgrzaną blachę itp.). W wielu wprawnych operatorów na walcowniach, odlewniach czy hutach szkła jest w stanie określić temperaturę na podstawie barwy z dokładnością do 20°C. Niestety ich ocena jest ograniczona po pierwsze do promieniowania, które wysyła konkretny obiekt, a po drugie do ciał o temperaturze większej niż 600°C. Poniżej tej temperatury ciała emitują promieniowanie, które jest niewidoczne dla człowieka. Kamera termowizyjna jest więc urządzeniem do złudzenia przypominającym zwykłą kamerę video ale w odróżnieniu od niej, każdy punkt obrazu odpowiada temperaturze obiektu, a nie jego barwie. Dla naszej wygody, kamera termowizyjna przekształca wartość temperatury w danym punkcie na zdefiniowaną przez użytkownika barwę np. obiektom o temperaturze minimalnej (użytkownik może dowolnie ją ustawić)

odpowiada kolor czarny, a maksymalnej – kolor biały.



Gdy wykonano pierwsze pomiary za pomocą pirometrów (kamera to po prostu matryca detektorów, pirometr to urządzenie o pojedynczym detektorze), stwierdzono, że niestety wskazywana temperatura jest zazwyczaj niższa od rzeczywistej. Powodem niedokładności jest fakt, iż ciała emitują mniej energii niż opisuje to wzór Plancka, w którym nie uwzględnia się typu (materiału) ciała oraz jego powierzchni (porowata, gładka). Fizycy wprowadzili specjalny współczynnik, który dokładnie opisuje stosunek ilości energii emitowanej przez ciało do energii, która powinna być (ale nie jest) wyemitowana – współczynnik emisyjności. Przykładowo, beton ma współczynnik 0,95, czyli emituje tylko 5 % energii mniej niż wynika to ze wzoru Plancka, a wypolerowana powierzchnia aluminium ma współczynnik 0,02, co oznacza, że prawie nie emituje energii.

Znajomość współczynnika emisyjności jest konieczna do określenia dokładnej temperatury obiektu, jest jednak prawie zbędna do diagnostyki. Dlaczego zbędna dla diagnostyki? Proszę zwrócić uwagę, że w przypadku badania np. połączeń elektrycznych, łożysk, uzwojeń silników, izolacji ścian pieców tak naprawdę chodzi nam o znalezienie anomalii temperaturowych. Proszę spojrzeć na poniższe zdjęcie trzech styków.



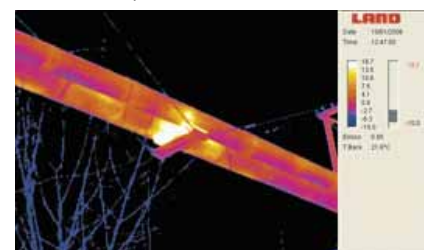
Każdy elektryk, bez specjalnej wiedzy, od razu stwierdzi, że na środkowej fazie mamy poważny problem, tym bardziej że kolor biały odpowiada temperaturze aż 111°C.



Emisyjność obrazu została ustalona na 0.98, a więc gdyby zmniejszyć ją dla utlenionej powierzchni ze stali do wartości 0.9, temperatura biała wzrosłaby do 116°C, co nie ma żadnego praktycznego znaczenia w tej aplikacji.

Termowizja pozwala na badanie urządzeń elektrycznych pod napięciem, w czasie normalnej pracy, przy pełnym obciążeniu, kiedy każda usterka może spowodować uszkodzenie czy nawet pożar stwarzający realne zagrożenie dla załogi.

Podobny problem możemy spotkać przy badaniu np. ciepłociągów, kiedy wyraźnie widać uszkodzenie izolacji przy podporze (temperatura rury 27°C przy mrozie -5°C). Należy to naprawić bez względu na dokładność pomiaru!

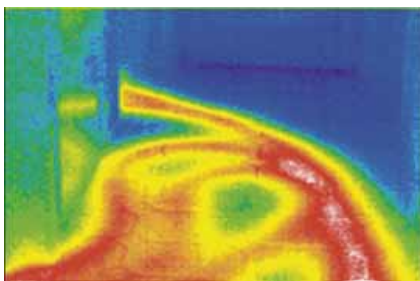


W tym przypadku widać, że istnieje możliwość diagnostyki z dużej odległości. W praktyce często pomiary wykonuje się z 10-50 m od obiektu. Oczywiście maksymalna odległość wynika z wielkości obiektu. Przy zastosowaniu teleobiektywu można wykonywać bez problemu badania izolatorów na liniach WN.

Inna sytuacja ma miejsce gdy musimy znać dokładną wartość temperatury np. przy określaniu stanu izolacji termicznej budynku. W takim przypadku dla określenia niezbędnej grubości izolacji, dla spełnienia odpowiednich regulacji prawnych, konieczna jest znajomość temperatury wewnątrz pomieszczeń i ścian zewnętrznych. Współczynnik ten można określić np. za pomocą dostosowania wskazań kamery do termometru kontaktowego, mierzącego temperaturę w tym samym punkcie lub wprowadzić zgodnie z wartościami podanymi w literaturze specjalistycznej.

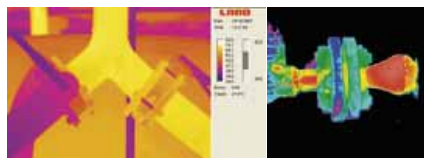


Należy jednak zwrócić uwagę, że bez względu na wartość współczynnika, na obu zdjęciach wyraźnie widać miejsca przemarzania ścian. Częste pytania dotyczą możliwości określenia temperatury wewnątrz budynku przy badaniu go z zewnątrz, czy też możliwości ustalenia temperatury elementów wewnątrz pieca (przy braku wziernika) itd. Odpowiedź brzmi: NIE! Kamera odbiera wyłącznie promieniowanie z powierzchni obiektu, nie odbiera żadnego promieniowania pochodzącego z wnętrza ciała np. od rur wodociągowych, kabli elektrycznych itp. Jednak poniższe zdjęcie budynku z ogrzewaniem podłogowym ujawnia położenie rur grzewczych. Dlaczego? Ponieważ gorąca woda ogrzewa rury, a te dzięki przewodnictwu cieplnemu (inna forma transportu ciepła) podgrzewają kafelki na podłodze. Kafelki oddają ciepło do otoczenia przede wszystkim dzięki konwekcji (kolejna forma transportu ciepła), jak i również dlatego, że są one źródłem promieniowania elektromagnetycznego. Powierzchnie położone najbliżej rur są nagrzane zdecydowanie bardziej od powierzchni położonych pomiędzy rurami. Należy jednak pamiętać, że obraz odzwierciedla temperaturę kafelek, a nie wody w rurach! Oznacza to, że latem obraz będzie posiadał jednolity kolor i nie będzie można stwierdzić gdzie znajdują się rury.



Czy wprowadzenie współczynnika emisyjności jest jednym problemem przy pomiarze? Nie, a częstym błędem jest pomiaranie refleksyjności obiektu. Jak wspominałem wcześniej, beton ma współczynnik 0,95, co oznacza, że emituje 5% promieniowanie mniej niż powinien. Oznacza to również, że 5% promieniowania Słońca, które pada na ścianę budynku, odbija się od jego powierzchni i również trafia do detektora. Temperatura Słońca to prawie 6000°C. Jest więc to znacznie więcej energii w porównaniu z energią jaką wyśła ściana. Oznacza to, że jeśli kamera zostanie skierowana na ścianę budynku w ciągu dnia, to wynik będzie zależał zarówno od temperatury ściany, jak i chwilowego nasłonecznienia. Dlatego też, przy pomiarach należy zwrócić uwagę aby żadne ciało z otoczenia np. słońce lub obiekty o wysokiej temperaturze nie powodowały

zafałszowania wyniku pomiaru. Budynek i ciepłociąg należy badać w nocy lub przy bardzo słabym oświetleniu słonecznym, elementy silnie refleksyjne np. z aluminium, stali nierdzewnej (czyli błyszczące) najlepiej pokryć w miejscu pomiaru farbą, lub nalepić specjalną taśmę o ściśle określonej emisyjności. Na szczęście, elementy błyszczące pokryte są często kurzem, są porysowane lub zabrudzone, a zatem pokryte są słabo refleksyjnymi materiałami.



Doskonałym przykładem zastosowania termowizji są zawory: bez problemu możemy rozpoznać ich wadę: od razu stwierdzimy, że dno rury ma inną temperaturę z uwagi na różnicę temperatury cieczy oraz rur.

Na koniec kilka słów o samych urządzeniach

Kamery termowizyjne generalnie dzielą się na 3 rodzaje, w zależności od rozdzielczości detektora:

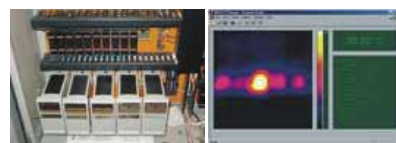
- Zaawansowane modele o rozdzielczości 320 x 240, z możliwością zainstalowania teleobiektywu oraz zaawansowanym oprogramowaniem do analizy termogramów, w cenie od około 60 000 PLN wzwyż. Prawie wszystkie zdjęcia w tym artykule pochodzą z takiej właśnie kamery. Urządzenia posiadają również zwykłą kamerę CCD do wykonywania zdjęć w świetle widzialnym, możliwość nagrania komentarza głosowego, optyki szerokokątne i teleobiektywy oraz zakresy do 2000°C itp.
- Kamery o rozdzielczości 160 x 120, z możliwością zmiany optyki i zakresem do 500°C (z opcją rozszerzenia zakresu do 1000°C) – w cenie od 35 000 PLN. Oprogramowanie tej grupy kamer jest identyczne jak kamer z najwyższej półki.
- Kamery o rozdzielczości 160 x 120 lub mniejszej, przeznaczone głównie do diagnostyki maszyn i urządzeń elektrycznych i mechanicznych, o zakresach ograniczonych do 250°C. Dla obniżenia kosztów kamery nie posiadają możliwości zmiany optyki, a oprogramowanie umożliwia tylko podstawową obróbkę



obrazu (zmiana zakresu, 1 profil, pomiar w kilku punktach itp.). Najprostsze modele dostępne są za około 17 000 PLN. (przykład zdjęcia: ogrzewanie podłogowe).



- Kamery o niskiej rozdzielczości np.: 16 x 16, interpolowane przez komputer do 96 x 96. Kamery te należy traktować jako doskonałe uzupełnienie pirometrów, ponieważ ich zadaniem jest szybkie odnalezienie miejsc o podwyższonej temperaturze. Są one idealnymi narzędziami dla większości zakładów utrzy-



mania ruchu czy serwisów urządzeń elektrycznych. Nadają się do wykrywania wad styków w szafach, kontroli izolacji niewielkich pieców, łożysk, silników itd. Przeważyła tych kamer nad zwykłym piometrem wynika z faktu, że



jeden obraz odpowiada 256 pomiarom za pomocą piometru, a zatem sprawdzenie kilkudziesięciu styków wymaga tak naprawę zaledwie kilku pomiarów. Koszt kamery IRI 1020 to około 7000 PLN.

Mam nadzieję, że powyższy artykuł przybliżył Państwu technikę bezkontaktowego pomiaru temperatury, zarówno od strony jego wspaniałych możliwości, jak i pewnych ograniczeń.



Autor artykułu
Robert Sowa

Ukończył studia na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, kierunku Automatyka i Robotyka. Po ukończeniu studiów rozpoczął pracę w Introlu. Od 2006 r. zajmuje stanowisko kierownika działu pomiaru poziomu i bezkontaktowych pomiarów temperatury.

tel. 032/7890024
e-mail: pirometry@introl.pl

Kontaktowy pomiar wilgotności on-line Urządzenia firmy ACO Automation Components

Pomiar wilgotności materiałów jest niezwykle ważny dla wielu procesów produkcyjnych. Pomiar może być wykonywany okresowo w laboratorium bądź w sposób ciągły, w linii produkcyjnej (tzw. pomiary on-line). Wyższość pomiarów on-line nie podlega dyskusji. Sygnał pomiarowy jest przekazywany w sposób ciągły, system może być stosowany do monitorowania, sterowania i optymalizacji procesów produkcyjnych.

W systemach on-line firmy ACO Automation Components materiał ma bezpośredni kontakt z czujnikiem i zawartość wilgoci jest mierzona w czasie rzeczywistym.

Wstęp

Każdy materiał zawiera pewną ilość wilgoci. Pochodzenie wody w materiałach jest różne, inne w surowcach kopalnych typu piasek lub glina, a inne w biomasie wyprodukowanej z odpadów drzewnych.

Jest oczywiste, że wilgotność – tak jak inne parametry materiałów – musi być pod kontrolą i winna być utrzymywana w przedziałach określonych przez technologię.

Potrzebne są zatem urządzenia do pomiaru wilgotności materiałów. Przyrządy te winny być dokładne, odporne na trudne nieraz warunki produkcyjne, łatwe w użytkowaniu no i oczywiście tanie. Niestety rynek nie oferuje aparatury idealnie spełniającej powyższe wymagania. Konieczny jest zatem kompromis pomiędzy jakością pomiaru, prostotą aplikacji a ceną.

Takim optymalnym, kompromisowym rozwiązaniem są urządzenia niemieckiej firmy ACO Automation Components.

Aplikacje

Układy do pomiaru wilgotności materiałów sypkich i sterowania odpowiednimi procesami pracują w licznych branżach, takich jak produkcja betonu, szkła, ceramiki (w tym ceramiki budowlanej: cegły, dachówki) gipsu, żywności czy też w przemyśle chemicznym. Mierzy się wilgotność piasku, żwiru, wapna, rudy, szlamów odpadowych, zboża i płatków zbożowych, mieszanek betonowych, cukru, ryżu, produktów mleczarskich, chemikaliów, proszków do prania. Mówiąc w skrócie, pomiary stosowane są wszędzie tam, gdzie wilgotność ma wpływ na jakość, oddziałuje na warunki produkcji bądź podnosi koszty (np. poprzez zwiększone zużycie energii).



Czujnik MMS

W okresie minionych lat, system pomiaru wilgotności był przez firmę ACO systematycznie optymalizowany. Opracowano metodę pojemnościową pomiaru z wykorzystaniem wysokiej częstotliwości, która pozwoliła objąć kontrolą bardzo szeroki przekrój materiałów. W efekcie zastosowania tego pomiaru, w wielu zakładach osiągnięto oszczędności rzędu 20% – 40%, a zwrot kosztów aplikacji uzyskany w okresie tygodnia w niektórych branżach, nie był niczym niezwykłym.

Zalety zastosowania tego układu pomiarowego:

- znaczny wzrost jakości
- oszczędno czasu pracy laboratorium
- eliminacja z produkcji niekontrolowanych partii surowców
- możliwość kontroli procesów w oparciu o zawartość wody w materiałach, uzyskanie powtarzalności produkcji,
- możliwość zastosowania sterowników
- oszczędność energii w systemach suszarniczych i oszczędność wody
- możliwość rejestracji zawartości wody do celów kontrolnych
- kompensacja strat dzięki możliwości selektywnego dozowania wody

Zasada pomiaru

Każdy materiał charakteryzuje się indywidualną stałą dielektryczną. Ta własność została wykorzystana przez ACO w metodzie pomiarowej.

Stała dielektryczna wody wynosi ok. 80. Dla większości materiałów wartość ta wynosi od 1 do 10. Im większa zawartość wilgoci (wody) w mierzonym materiale, tym bardziej jego stała dielektryczna zbliża się do liczby 80. Wartość stałej dielektrycznej np. dla piasku, waha się między 3 a 4. Jak widać, istnieje bardzo duża różnica między stałą dielektryczną wody i innych materiałów. Tę różnicę można mierzyć i przeliczać bezpośrednio na wilgotność.

Przy pomocy standardowych wyjść analogowych (0-10 V DC lub 0/4-20 mA) można przestać sygnał pomiarowy, uzyskując wskazanie poziomu wilgotności w procentach masowych.

Pomiar online odbywa się w czasie rzeczywistym. Mierzony materiał przesuwany się pod czujnikiem i niezależnie od prędkości przesuwu, otrzymuje się ciągły sygnał pomiarowy.

Oprócz materiałów sypkich, można także mierzyć wilgotność niektórych elementów stałych (np. płyt gipsowych).

Analogowy sygnał pomiarowy może służyć do sterowania bezpośredniego bądź za pośrednictwem sterownika. W zależności od własności materiału, zasięg pomiaru (penetracja w głąb substancji) wynosi od 100 do 150 mm.

Pomiar dotyczy całej zawartości wilgoci, zarówno wody zawartej w warstwach powierzchniowych jak i w głębi materiału. Z tego względu niewielkie zabrudzenie bądź osad na powierzchni mierzonej warstwy nie wpływają na wskazania pomiaru.

Należy jednak dodać, że dokładność pomiaru zależy od uziarnienia. Im drobniejsza granulacja, tym większa dokładność. Przyjmuje się, że maksymalna wielkość ziaren nie powinna przekraczać 8 mm. Dokładniejsze wyniki otrzymuje się, jeśli mieszanina (np. żwiru) zawiera różne frakcje, obok ziaren dużych jest w niej również wiele ziaren małych i całkiem drobnych.

Własności czujników.

Czujniki są produkowane z wysoko jakościowej stali nierdzewnej. Projektowane są pod kątem odporności na najcięższe warunki eksploatacyjne, a ich instalacja w działających już liniach produkcyjnych nie sprawia większych problemów. W celu zamontowania czujnika w ścianie (np. przenośnika ślimakowego), potrzebne jest jedynie wykonanie otworu głównego (o śr. 76 mm) i trzech otworów na śruby mocujące, o śr. 6 mm.

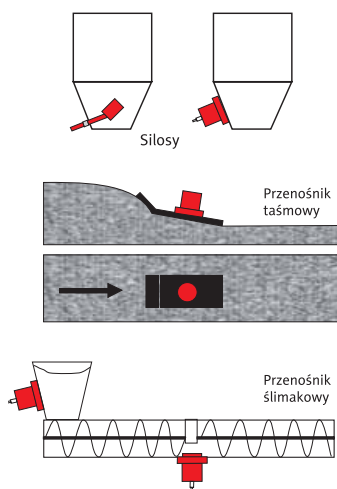
Pomiar jest niezależny od barwy, składu jakościowego (zawartych minerałów, związków chemicznych) bądź wartości pH. Solidne obudowy sond gwarantują wytrzymałość na wszelkie uderzenia i wstrząsy, odporność na wodę oraz wyjątkową niezawodność działania także w warunkach silnej vibracji.

Czujniki są bardzo łatwe w obsłudze i w przypadku większości materiałów sypkich

nie stwarzają problemów. Najczęściej wystarcza początkowa, jednorazowa kalibracja.

Sygnał wyjściowy czujnika jest ustawiany na początkowe i końcowe wartościżądanego zakresu (np. 2% wilgotności = 0 V DC, 18% wilgotności = 10 V DC).

Dzięki wysokiej powtarzalności pomiaru, czujnik jest często używany do kontroli odchyień parametrów procesu. Po ustaleniu sygnału wyjściowego odpowiednio do żądanej wilgotności, za pośrednictwem sterownika można uruchamiać zawory, włączać alarmy itd.



Przykłady usytuowania czujników

Miejsce i sposób zainstalowania czujnika są czynnikami decydującymi o jego poprawnej pracy. Najsprawniejszy czujnik jest bezużyteczny jeśli został zamontowany w niewłaściwym miejscu bądź w nieodpowiedni sposób.

Z doświadczenia wynika, iż powodem nieprawidłowego pomiaru aż w 85% przypadków jest niewłaściwy punkt montażu.

W celu zapewnienia precyzji i wiarygodności pomiaru, czujnik powinien być zamontowany w taki sposób i w takim miejscu, aby zapewnić możliwie stały i jednakowy nacisk materiału na jego część czolową.

Typowymi miejscami montażu czujników wilgotności są kosze przesypowe, sianie nad przenośnikami taśmowymi, ścianki przenośników ślimakowych, leje, zsypy.

Wszystkie punkty montażu, wskazane wyżej, zapewniają stabilność pomiarów.



Układ pomiarowy SFM-4 dla materiałów typu: trociny, wióry

Firma ACO oferuje dwa zasadnicze typy: szeregi urządzeń stacjonarnych i gamę instrumentów przenośnych.

Urządzenia stacjonarne obejmują dwie grupy: instrumenty analogowe i systemy cyfrowe.

Układy analogowe wykorzystują czujnik wilgotności MMS, a systemy cyfrowe czujnik DMMS.

Czujniki analogowe, posiadające wyjście napięciowe bądź prądowe, mogą przekazywać sygnał bezpośrednio do urządzeń wykonawczych. Czujniki te oferowane są w różnych rozwiązaniach aplikacyjnych; mogą być instalowane nad przenośnikiem taśmowym (w kontakcie z przesuwającym się materiałem), w ścianie silosu lub przenośnika śrubowego, a także na wysięgniku wewnątrz silosu.

Wzmocniony wariant czujnika (z grubym ceramicznym czołem i odporną na ścieranie osłoną zewnętrzną) służy do pomiaru wilgotności w mieszalnikach betonu.

Producent oferuje kompletne instalacje, przeznaczone do szczególnych pomiarów, których sercem jest czujnik MMS.

Do urządzeń tej grupy należą:

- SFM-1, miernik materiałów bardzo ściśliwych (zrębki drzewne, wióry, trociny), wyposażony w komorę pomiarową z tłokiem, zapewniającym stałą siłę prasowania próbki
- TFM-1, miernik podobny do poprzedniego, przeznaczony dla gliny i innych tego typu materiałów, z hydraulicznym tłokiem
- SFM-4, przyrząd z przenośnikiem ślimakowym dla wszelkich materiałów sypkich (również trocin, wiórów)
- PN-1, urządzenie pobierające i mierzące w regularnych cyklach próbkę materiału, zrzucanego np. z przenośnika

Cyfrowe systemy pomiaru wilgotności są rozwiązaniem w pełni umożliwiającym automatyzację procesów technologicznych.



Cyfrowy system pomiaru wilgotności DIGISYS-DMMS

Możliwość podłączenia do 16-tu czujników w układ bazowy, kalibracja z użyciem komputera, wyjście cyfrowe RS485 (komunikacja w systemie Profibus DP), brak konieczności powtórnej kalibracji po wymianie czujnika i duża dokładność pomiaru, czynią z systemu DMMS w pełni profesjonalne urządzenia do wielorakich aplikacji. Modułowa struktura układu pozwala na rozszerzanie jego możliwości pomiarowych

w miarę rozbudowy linii produkcyjnych.

ACO oferuje następujące warianty urządzeń cyfrowych:

- DMMS-0, dla silosów, przenośników taśmowych i ślimakowych
- DMMS-1, do montażu wewnątrz silosów
- DMMS-2, dla ciężkich warunków i dużych obciążeń mechanicznych (np. w mieszalnikach betonu)

Dostępne są również czujniki w wersji ATEX, do pracy w strefach zagrożonych wybuchem.

Ofertę układów stacjonarnych uzupełniają instrumenty przenośne.



Przenośny miernik wilgotności biomasy FS_3

Najbardziej uniwersalnym urządzeniem jest laboratoryjna wagosuszarka, umożliwiająca dokonywanie pomiarów wilgotności różnych substancji w systemie półautomatycznym, wyposażona w drukarkę wyników.

W ofercie znajduje się urządzenie BP1 do pomiaru wilgotności granulatów drzewnych (pelletów), miernik FS_3 Grain do pomiaru wilgotności zboża, oraz miernik FS_3 Biomasses do pomiaru trocin i biomasy.

Celem niniejszego artykułu jest zasygnalizowanie możliwości pomiaru wilgotności wszystkim klientom.

Należy zauważyć, że wiele aplikacji wymaga indywidualnego potraktowania i doboru najlepszego rozwiązania. Opierając się na doświadczeniu własnym oraz na wiedzy i dużej praktyce producenta urządzeń – naszego partnera firmy ACO Automation Components – zapewniamy każdemu zainteresowanemu profesjonalną obsługę.



Autor artykułu:
Grzegorz Posz
ukończył Wydział
Chemiczny Politechniki
Śląskiej w Gliwicach.

Doświadczenie zawodowe zdobywał m.in. w przemyśle samochodowym oraz w zakładach produkujących urządzenia automatyki dla górnictwa.

W INTROLU pracuje od 1997 roku. Od 9 lat jest kierownikiem działu pomiarów fizykochemicznych.

tel. 032/7890050
e-mail: fizchem@intrpol.pl

Pomiar dwutlenku węgla, a układy klimatyzacji i wentylacji

Dwutlenek węgla to gaz, który nie ma smaku ani zapachu. Nie możemy go zobaczyć ani wyczuć za pomocą żadnego ze zmysłów. Jest on jednak gazem w istotny sposób wpływającym na nasze samopoczucie i z uwagi na to, niezbędny jest jego ciągły monitoring.

Pomiar dwutlenku węgla informuje nas o jakości powietrza w pomieszczeniu, w którym nierzadko przebywamy przez wiele godzin dziennie. Niezależnie czy jest to prywatne mieszkanie, biuro czy magazyn, zawartość CO_2 w powietrzu w znaczącym stopniu wpływa na nasze samopoczucie, wydajność pracy czy zdolność koncentracji uwagi. Z uwagi na tak silne oddziaływanie tego gazu na nasze działanie, pomiar stężenia dwutlenku węgla w powietrzu jest ważnym czynnikiem sterowania wentylacją.

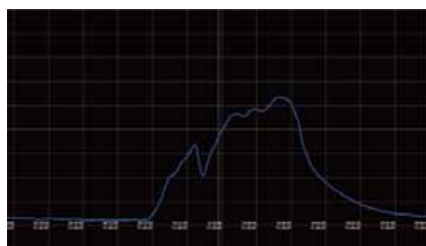
Stężenie CO_2 można mierzyć kilkoma podstawowymi metodami, z wykorzystaniem określonych typów czujników. Poniższy artykuł podejmuje tematykę wykorzystania różnych metod pomiarów stężenia CO_2 , istotnych dla działania systemów wentylacji i klimatyzacji. W wykładzie tym staram się przybliżyć podstawy działania różnych typów czujników, skupiając się szczególnie na czujnikach wykorzystujących podczerwień. Akcentowanie tej metody pomiaru stężenia CO_2 , z uwagi na szeroki zakres stosowania, popularność i dostępność, wydaje się bowiem najbardziej przydatne każdemu pracodawcy czy pracownikowi.

Problem zbyt dużego stężenia dwutlenku węgla w powietrzu najlepiej przedstawić w postaci wartości liczbowych.

A więc CO_2 w liczbach:

- 360 ppm – zawartość w świeżym powietrzu
- 1000 ppm – zalecana zawartość w pomieszczeniach (powyżej tej wartości odczuwamy zmęczenie, brak koncentracji)
- 5000 ppm – limit dla przemysłu
- 40000 ppm – zawartość w wydychanym powietrzu (ok. 20 litrów CO_2/h)

Przykład zmian stężenia dwutlenku węgla w pomieszczeniu biurowym:



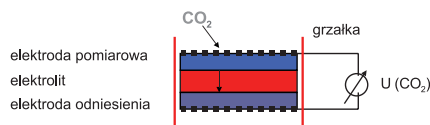
Wykres ten został wygenerowany w przeciągu jednego dnia pracy, w typowym pomieszczeniu biurowym. Prezentuje on zmiany poziomu stężenia dwutlenku węgla w zależności od pory dnia i ilości osób znajdujących się w pomieszczeniu. Wyraźnie widać, iż poziom CO_2 jest znacznie wyższy w godzinach pracy (podczas pobytu pracowników), natomiast zdecydowanie spada w czasie gdy pracownicy przebywają poza miejscem pracy.

Z przedstawionego wykresu można wyciągnąć jeden, jakże ważny wniosek – warunki pracy w pomieszczeniu zależą od ilości osób oddychających, a więc wydychających CO_2 . W celu zapewnienia optymalnych warunków pracy, stosuje się systemy wentylacyjne i klimatyzacyjne, których wydajność przede wszystkim zależy od ilości osób przebywających w pomieszczeniu. Aby zapewnić optymalne działanie systemów klimatyzacyjno-wentylacyjnych należy znać poziom stężenia dwutlenku węgla. Wiedza ta jest niezbędna do odpowiedniego sterowania systemem wentylacji. Mając precyzyjne dane dotyczące stężenia CO_2 , możemy zapewnić pożądane warunki w pomieszczeniu oraz oszczędne, dostosowane do zapotrzebowania, ustawienie pracy urządzeń wentylacji/klimatyzacji.

Pomiary stężenia CO_2 dokonywane są za pomocą specjalistycznych czujników, których zasady działania oparte są o określone metody pomiaru. Do najbardziej powszechnych czujników zaliczamy:

- czujniki elektrochemiczne
- czujniki wykorzystujące podczerwień, które występują w dwóch zasadniczych wersjach:
 - czujniki foto-akustyczne
 - czujniki niedyspersyjnej absorpcji podczerwieni (NDIR)

Czujniki elektrochemiczne



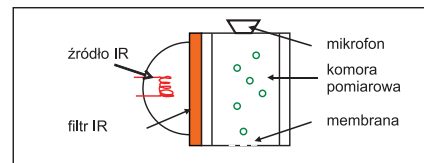
Czujniki tego typu oparte są na reakcji zachodzącej pomiędzy dwoma elektrodami czujnika. Jedna z nich stanowi elektrodę odniesienia, natomiast druga jest elektrodą pomiarową, której potencjał zależy

od stężenia dwutlenku węgla. Ze względu na stosowanie stałych elektrolitów w tego typu czujnikach, do prawidłowej pracy wymagają one wysokiej temperatury. Dodatkowym elementem jest więc grzałka utrzymująca temperaturę elementu pomiarowego w zakresie od 300 do 600°C.

Czujniki elektrochemiczne posiadają wyższą od pozostałych typów czujników granicę detekcji CO_2 . Główną ich wadą jest ograniczona żywotność elementu pomiarowego wynosząca ok. 2 lata. Znajdują one zastosowanie głównie w przemyśle. Na potrzeby niniejszego wykładu, analiza tego typu czujników i całej metody pomiaru wydają się wystarczające.

Skupmy się zatem na czujnikach wykorzystujących podczerwień do pomiarów stężenia CO_2 .

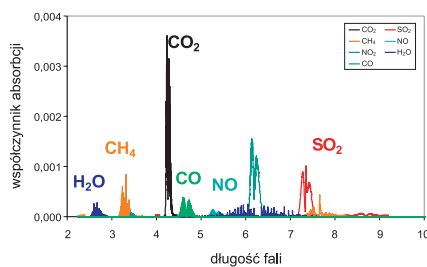
Czujniki foto-akustyczne.



Na skutek działania źródła podczerwieni, dochodzi do wibracji cząsteczek dwutlenku węgla. W wyniku tego, dochodzi do zmian ciśnienia. Zmiany te rejestrowane są przez mikrofon i przetwarzane na sygnał wyjściowy. Niestety, system ten jest czuły na zmiany ciśnienia oraz odbite dźwięki i wibracje. Dodatkowo, obróbka informacji z czujnika na sygnał wyjściowy, jest dość skomplikowana.

Czujniki niedyspersyjnej absorpcji podczerwieni (NDIR)

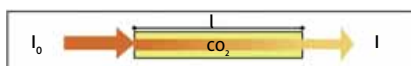
Czujniki te pracują na zasadzie podczerwieni, która w wąskim zakresie długości swoich fal jest absorbowana przez dwutlenek węgla. Część energii promieniowania zostaje zaabsorbowana przez badany gaz, a pozostała część dociera do detektora. Zastosowanie filtra daje pewność, że badanym gazem jest tylko i wyłącznie interesujący nas dwutlenek węgla. Poniższy wykres przedstawia współczynnik absorpcji dla różnych typów gazów. Dla dwutlenku węgla największy współczynnik absorpcji występuje przy ok. 4,3μm.



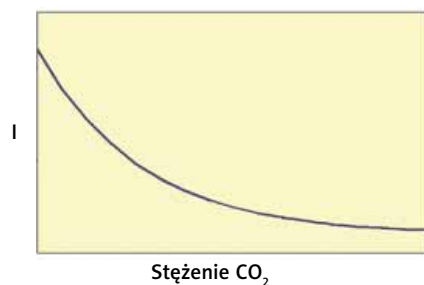
Dodatkowo, dzięki dużemu współczynnikowi absorpcji dwutlenku węgla, otrzymujemy dużą czułość elementów pomiarowych. Aby zakończyć pomiar i określić stężenie gazu na podstawie informacji otrzymanych z czujnika, stosuje się prawo absorpcji Lamberta-Beera.

Zgodnie z tym prawem współczynnik absorpcji (ϵ) jest proporcjonalny do stężenia (c) oraz grubości jej warstwy (l).

$$I = I_0 \cdot 10^{-\epsilon \cdot c \cdot l}$$



Charakterystyka absorpcji (ϵ)



Budowa czujnika

Czujnik tego typu składa się z źródła światła podczerwonego, filtra zapewniającego długość fali odpowiednią dla badanego gazu, komory próbki oraz detektora podczerwieni.



Zależność temperaturowa

Ze względu na wpływ temperatury m.in. na intensywność źródła światła, charakterystykę filtrów czy też czułość detektora, otrzymujemy błąd około 2 ppm/°C. Aby osiągnąć wysoką dokładność należy więc stosować standardową kompensację temperaturową.

Zależność ciśnieniowa

Zmiany ciśnienia wpływają na gęstość gazu i przez to otrzymujemy błąd około

0.099% ppm/mbar (dla CO₂). W tego typu czujnikach nie dokonuje się kompensacji ciśnienia.

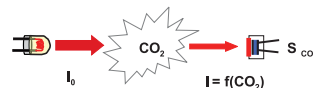
Dokładność długoterminowa

W elementach pomiarowych wraz z upływem czasu dochodzi do nieodwracalnych zmian, niepowiązanych z występowaniem dwutlenku węgla. Źródło światła podlega procesowi starzenia. Wewnątrz komory czujnika dochodzi do zanieczyszczenia powierzchni, na co istotny wpływ ma kurz oraz inne elementy pojawiające się w badanym powietrzu.

W celu zapewnienia długotrwałej dokładności pomiarów opracowano kilka metod budowy czujników, wprowadzając mechanizmy kalibracyjne.

Rodzaje czujników NDIR ze względu na ich budowę:

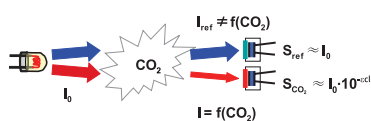
- Jedno źródło – jeden strumień – jedna długość fali



Cechy:

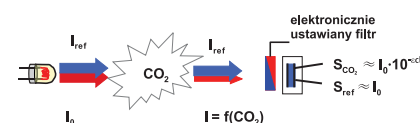
- prosty w budowie
- tani
- nie zawiera wewnętrznego źródła dla kompensacji dryftu elementu pomiarowego
- kompensacja dryftu za pomocą algorytmu – konieczność zapewnienia stabilnych warunków dla rekalkulacji

- Jedno źródło – dwa strumienie – dwie długości fali



- wewnętrzne źródło kompensacji dryftu
- wymaga dwóch różnych filtrów oraz dwóch detektorów
- bardziej podatny na zabrudzenia
- niezbędny, dokładny dobór detektorów

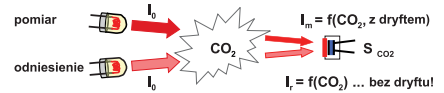
- Jedno źródło – jeden strumień – dwie długości fali



- niepotrzebny drugi detektor
- zawiera wewnętrzną kompensację dryftu
- odporny na wewnętrzne zabrudzenia
- skomplikowany moduł zmienianego

- elektronicznie filtra
- wysoka cena

- Jedno źródło – dwa strumienie – jedna długość fali



- połączenie prostego projektu z układem kompensacji dryftu
- nie wymaga drugiego detektora
- nie wymaga zmienianego filtra
- kompensacja dokonuje się za pomocą stabilnego źródła światła

Jest to najpopularniejszy typ czujników występujący w układach wentylacji i klimatyzacji. Miejsca gdzie najczęściej są stosowane to m.in. budynki biurowe (tzw. Inteligentne budynki – stężenie CO₂ determinuje konieczność włączenia wentylacji co daje wymierne oszczędności energii) szklarnie, pieczarki, chłodnie. Dzięki możliwości zastosowania wewnętrznych układów rekalkulacji, urządzenia tego typu mogą pracować bezobsługowo przez wiele lat.

Na zakończenie chciałbym zaznaczyć, iż przedstawione metody pomiaru stężenia CO₂ i odpowiadające im typy czujników nie są jedynymi. Jednak na potrzeby wykładu, zaprezentowałem tylko te, które ze względu na powszechność i dostępność są najczęściej stosowane. Mam nadzieję, że specjaliści wybaczą mi pewne uproszczenia, ale moim celem nie było pełne przedstawienie całości wiedzy na ten temat, a jedynie prezentacja i przystępne omówienie zagadnienia czujników, z którymi każdy z nas spotyka się na co dzień.



Opracowanie
Paweł Szuba

Pracuje w Introlu od 2004 roku, obecnie na stanowisku kierownika działu temperatur. Zajmuje się ponadto pomiarami dwutlenku węgla w układach klimatyzacji.

tel. 032/7890110
e-mail: temperatura@introl.pl

IPAQ-L, MiniIPAQ-HLP

Uniwersalne przetworniki temperature



- Wejście czujnika Pt100, Pt1000, Ni100, Ni1000
- Wejście termoparowe J, K, AE, B, E, L, N, R, S, T, U
- Linearyzacja sygnału wyjściowego
- Dokładność 0,1% zakresu
- Komunikacja przez USB lub RS-232
- Izolacja galwaniczna (IPAQ-L)
- Cyfrowa nastawa zakresu



Przedstawicielstwo w Polsce:

Introl Sp.z o.o. 40- 519 Katowice,

ul. Kościuszki 112, tel. +48 32 205 33 44, fax +48 32 205 33 77, e-mail: czujtemp@introl.pl